А. П. ДМИТРОЧЕНКО

КОРМЛЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

СЕЛЬХОЗГИЗ
1956

636.04
Д53

А. П. ДМИТРОЧЕНКО

КОРМЛЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

ANULAT
Б 54074
ЧЗ
Гос. Республиканская
БИБЛИОТЕКА МССР
им. Н. К. Крупской
350152

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА 1956 ЛЕНИНГРАД

ДМИТРОЧЕНКО АЛЕКСАНДР ПЕТРОВИЧ
КОРМЛЕНИЕ С.-Х ЖИВОТНЫХ.

Редактор *С. А. Гольдштейн* Переплет художника *Х. Г. Сайбаталова*
Художественный редактор *М. М. Смирнова*
Технический редактор *З. В. Чунаева* Корректор *Н. Г. Кучеренко*

Сдано в набор 26/V 1956 г. Подписано к печати 24/IX 1956 г. М-40301. Формат 70 × 108/16. Печ. л. 36(49,32)
Уч.-изд. л. 51,95. Тираж 20 000. Зак. 1278. Цена 14 р. 50 к.

Сельхозгиз, Ленинград, Невский пр., 28
Министерство культуры СССР. Главное управление полиграфической промышленности. 2-я типография «Печатный Двор» им. А. М. Горького. Ленинград, Гатчинская, 26

ПРЕДИСЛОВИЕ

Задачи организации продуктивного, экономически эффективного животноводства в колхозах и совхозах, вытекающие из постановлений Партии и Правительства о развитии сельского хозяйства, могут быть успешно разрешены при ведении животноводства на высоком техническом уровне.

Одним из основных условий, обеспечивающих разрешение этих задач, является применение рационального, научно обоснованного и проверенного в передовом производстве кормления животных.

Кормление заключается в предоставлении животным различных питательных материалов, подобранных таким образом, чтобы, с одной стороны, обеспечить удовлетворение их потребностей, а с другой, чтобы побудить животных быстрее и эффективнее давать ту продукцию, которая от них ожидается.

Правила и технические приемы кормления животных разного вида, возраста, состояния и направления продуктивности представляют собой предмет, излагаемый в практических руководствах по кормлению сельскохозяйственных животных.

Для того чтобы такие приемы кормления можно было уверенно применять на практике, нужно не только их детально знать, но и представлять, чем, какими процессами в организме обусловливается получаемый при том или ином кормлении результат.

За последние годы проведены многочисленные исследования в области физики, биохимии и физиологии питания и кормления сельскохозяйственных животных, разработаны и успешно применяются новые методики исследования — все это значительно расширило и углубило наши знания о кормлении животных. Основной целью этих исследований было достижение высокой эффективности производства животных продуктов, идущих как в пищу человеку, так и в качестве сырья для промышленной переработки.

В настоящей книге преследуется цель объединить эти новые данные с более ранними, сохранившими свое значение, и прежде всего осветить современные основы рационального питания продуктивных сельскохозяйственных животных, на которых может быть построено правильное их кормление. Отсутствие в названии книги упоминания о биологической стороне кормления, о питании животных объясняется тем, что этот термин не пользуется широким распространением среди наших зоотехнических специалистов.

Книга содержит семь частей. Первая посвящена химии и физиологии питания и кормления, в ней излагаются только основные положения, которые могут помочь в чтении последующих разделов книги. В самостоятельную часть выделено описание методов изучения кормления животных. Это сделано с целью обратить внимание читателей на вопросы методики исследований, так как каждая из методик открывает различные возможности в решении изучаемых вопросов. При критической оценке результатов опыта бывает необходимо считаться с тем, при какой методике они были получены. Кроме того, одни

и те же методики могут применяться к разрешению различных вопросов. Значительное место отведено вопросам потребностей животных в кормах и питательных веществах, питательности рационов и кормов и отдельно выделенной проблеме — полноценности кормления.

При изложении, особенно первых пяти частей книги, преследовалась цель ознакомить читателей с различными направлениями в исследованиях и практических предложениях. Сюда вошли не только общеизвестные приемы, но и новые предложения отечественных и зарубежных исследователей. Хотя все приемы и способы сопровождаются критическими замечаниями, читатель может почерпнуть необходимые сведения для того, чтобы определить свое отношение к отдельным вопросам о потребностях животных, оценке питательности кормов, полноценности кормления и т. д. В шестой части книги приведена общая характеристика кормов, в седьмой части излагаются некоторые вопросы техники кормления животных разных видов.

Цель, поставленная автором, будет достигнута, если книга окажется полезной как при выборе и применении практических приемов кормления, так и при творческой работе специалистов зоотехников по разработке рационального кормления в конкретных условиях сельскохозяйственного производства.

За все замечания и пожелания по книге автор будет благодарен читателям.

ВВЕДЕНИЕ

Наука о кормлении сельскохозяйственных животных изучает вопросы о воздействии направленного питания на организм с целью рациональной эксплуатации и совершенствования продуктивных и племенных качеств животных.

Она ставит своей задачей такое подробное изучение зависимости питания организма от кормления, чтобы, воздействуя последним, изменять процессы обмена и тем самым влиять на развитие, состояние и жизнедеятельность животных, на их наследственность и ее изменчивость, чтобы в конечном счете получать требуемое количество необходимых продуктов животноводства.

Питание — физиологическая функция животных, непременная часть обмена веществ. К питанию относится или с ним тесно связан ряд согласованных процессов — прием пищи, ее химические изменения, всасывание, ассимиляция, обменные превращения совместно и нераздельно с веществами тела и, наконец, выделение продуктов обмена из организма. Питание обусловливается свойствами организма регулировать обмен веществ. В связи со свойствами регуляции обмена отдельные процессы питания (прием пищи, ассимиляция, выделение и т. п.) могут как усиливаться, так и замедляться.

Наука о кормлении сельскохозяйственных животных до недавнего времени ограничивала свои задачи изучением способов употребления кормов.

Перестройка науки о кормлении на основах методологии диалектического материализма представляется настоятельно необходимой, но полное осуществление перестройки еще не достигнуто и требует соединенных усилий коллектива советских специалистов в области кормления животных.

Для этой перестройки необходима самая тесная увязка проблем кормления с задачами, которые Партия и Советское правительство ставят перед работниками нашего сельского хозяйства по развитию этой отрасли. Разрабатываемые проблемы должны быть также тесно увязаны с мичуринской биологией, павловской физиологией и с советской биохимией.

Необходимость такой увязки указана в постановлении 35-го пленума секции животноводства ВАСХНИЛ (1951 г.), посвященного вопросам современного состояния науки о кормлении животных и перспективам ее развития.

Необходимость питания для живых существ была осознана задолго до рождения современных наук. Однако только в относительно недавнее время, в XVIII—XIX вв., начиная с замечательных работ М. В. Ломоносова, впервые применившего весы в своих химических экспериментах (1756) и открывшего «всеобщий естественный закон» сохранения вещества и движения, были выяснены условия, при которых взрослый организм, постоянно производящий механическую работу, выделяющий тепло, углекислоту и воду, поддерживает свой вес и способность функционировать за счет поглощения некоторых количеств пищи, питья и кислорода воздуха. К концу XIX в. выяснились детали требований животных к органическим и минеральным веществам корма, жиз-

ненно важная необходимость одних и случаи взаимозаменяемости некоторых из них. К этому времени получили признание и экспериментальное подтверждение до того известные факты, что размер отложений в теле взрослых прирост тканей у растущих, продукция молока у лактирующих и мышечная деятельность у всех животных тесно связаны с количеством пищи.

Обнаруженная зависимость между притоком пищи и полезной для человека производительностью животных послужила базой для технического и экономического обоснования рационального по взглядам того времени кормления животных.

Из этой зависимости, истолкованной с идеалистических позиций, возникло понятие о продуктивном действии кормов, использованное для их оценки и для выражения потребностей животных. Считалось возможным до некоторых пределов через подобранное кормление влиять на размер, а иногда и на вид производительности животных и, наоборот, было признано, что производительность животного определяет требования к размеру питания. Потребности в питании и ценность кормов стали выражать в обобщенных показателях, применяя некоторые установленные для частных случаев закономерности использования веществ в питании, взаимозаменяемости их и т. п.

Исследования XX в. вскрыли новые зависимости между питанием и состоянием животных. Установленная ранее связь между притоком пищи и размером производительности переносила центр внимания на обеспечение животного пищей в соответствии с пониманием нужд этого животного для производства продукции. Само животное принималось в расчет постольку, поскольку было известно, что оно непрерывно нуждается в доставке корма для поддержания своей жизни. Эта часть потребности учитывалась и удовлетворялась независимо от того, какого рода и размера имелось в виду получить продуктивность от животного, и считалась минимальной; удовлетворять ее необходимо всегда, чтобы удержать животное от потерь в весе.

Целым рядом последующих экспериментальных работ, число которых к настоящему времени особенно возросло, доказано, что некоторые случаи питания, достаточного для проявления продуктивности животных и удержания их веса от потерь, влекут за собой глубокие расстройства жизненных функций. Теперь уже известны как для лабораторных, так и для сельскохозяйственных животных кормовые рационы, которые могут спровоцировать расстройство функций, влекущее за собой некоторые специфические заболевания, снижение сопротивляемости животных к заболеваниям вообще, угнетение и даже потерю способности к репродукции или потерю способности к воспитанию жизнеспособного потомства, наконец, сокращение средней продолжительности жизни. Добытые факты дали основание разыскивать и в ряде случаев найти условия питания, предупреждающие развитие таких нежелательных явлений, как заболевания, сокращение жизни и угнетение регродуктивной способности. Интересно отметить факт связи между размером производительности и характером требований к условиям, предупреждающим потерю или угнетение нормальных функций. Поэтому «поддерживать жизнь» животных различной продуктивности одинаковыми во всех случаях средствами нельзя.

В соответственно организованном и осуществленном кормлении заключается средство к поддержанию животных в здоровом состоянии, способными к размножению и воспитанию потомства и к проявлению производительности в продолжение среднего срока их эксплуатации.

Несмотря на то что организм животных располагает изумительными средствами для регулирования своей внутренней среды, внешняя среда, в частности кормление, накладывает на организм свой отпечаток, выражающийся в специфических особенностях состава тела и функционального состояния животного.

Так, например, содержание аминокислот в мясе кур, кормившихся разной пищей, оказалось различным. По данным, приводимым В. В. Новосельской [1], в белке мяса кур, питавшихся обычной пищей, содержалось (в процентах): аргинина 3,71, гистидина 1,7, лизина 4,9, а в мясе кур, получавших только кукурузу, соответственно: 0,75, 0,26, 0,3.

Широко известен экспериментально подтвержденный факт зависимости состава жироотложений в теле животных от количества и характера жира в их пище.

Проф. Н. П. Чирвинский в своих опытах с ягнятами дал интересную иллюстрацию влияния рода питания на строение пищеварительной системы. Ягнята, кормившиеся после отъема от маток исключительно грубой пищей (травой, сеном, овсяной соломой), имели кишечник в 44—51 раз длиннее тела и на 5 *м* длиннее, чем кишечник ягнят, кормившихся рационом с концентратами. У ягнят, получавших грубую объемистую пищу, объем желудка, отнесенный к единице веса, был втрое больше, чем у ягнят, получавших концентраты. Получавшие в рационе концентрированные корма имели длину кишечника, только в 33—38 раз превосходившую длину тела.

Ряд отечественных исследователей в опытах на свиньях и крупном рогатом скоте показали, что условия кормления в молодом возрасте отражаются на функциях пищеварительного тракта у взрослого животного. Обобщая данные опытов по этому вопросу, П. Д. Пшеничный [2] пришел к заключению, что раннее приучение молодняка к поеданию трудно переваримых растительных кормов повышает способность к перевариванию растительных кормов в более зрелом возрасте. В ряде физиологических опытов сотрудников проф. А. Д. Синещекова [3] было подтверждено, что условия кормления при выращивании телят создавали устойчивые различия пищеварительных и обменных процессов, наиболее приспособленных к определенному типу кормления.

Наконец, наглядным примером влияния питания на состояние организма может быть опыт, проведенный в лаборатории проф. И. П. Разенкова [4]. В этом опыте было показано, что ответная реакция подопытных собак на введение в их кровь чужеродного белка зависела от свойств пищи, на которой собаки содержались до инъекции (подробнее на стр. 389).

Приведенные данные далеко не исчерпывают известных фактов, позволяющих считать, что пища представляет собой не только материал, преобразуемый в специфические вещества тела животных, но что пища отражается на составе питающегося организма, влияет на морфологию и функции органов, изменяет комплекс гуморальных факторов организма, а это все приводит к изменению обмена веществ и изменению ответных реакций организма на внешние воздействия.

До сессии Академии сельскохозяйственных наук (1948 г.) и сессии Академии медицинских наук (1950 г.), утвердивших торжество мичуринской биологической науки и павловского физиологического учения, в кормлении было широко распространено представление о корме как о материале, необходимом для преобразования в продукцию, причем каждому корму приписывалось определенное, автономное и постоянное свойство преобразовываться в продукцию животных.

Зависимость обмена от питания, по этим представлениям, выражалась главным образом в том, что в зависимости от своеобразия морфологии и физио-

---

[1] В. В. Новосельская. Аминокислотный состав белков некоторых органов человека в норме и при раке. Наркомздрав, 1940.

[2] П. Д. Пшеничный. Основы учения о воспитании сельскохозяйственных животных. Изд. АН УССР, Киев, 1955, стр. 114.

[3] Физиология питания сельскохозяйственных животных. Сборник научных работ под ред. А. Д. Синещекова. Сельхозгиз, 1953.

[4] И. П. Разенков. Качество питания и функции организма. Медгиз, 1946, стр. 175.

логических функций организма корм переваривался в разной степени, из переваримой части больше или меньше веществ терялось в моче и при брожении пищи в пищеварительном тракте, а остающаяся после того энергия использовалась для возобновления «изношенных» тканей, для образования новых тканей или для образования молока в постоянном проценте к поступившей «полезной энергии продуктивной части рациона».

Пищеварительный процесс представлялся зависящим от топографического размещения желез с постоянной очередностью переваривания углеводов, белков и жиров на разных участках пищеварительного тракта, с обособленными друг от друга секреторными, моторными и всасывательными функциями.

Основные положения этих метафизических концепций получили широкое распространение в кормлении сельскохозяйственных животных после опубликования О. Кельнером и Г. П. Армсби итогов их опытов и обобщений. Эти публикации признавались современниками за поворотный этап в кормлении продуктивных животных. Поклонники теории Кельнера встречаются и до сих пор.

Следует отметить, что направление в кормлении животных определилось не учением Кельнера и Армсби, а изменением экономических условий в связи с развитием капитализма. Последнее обусловило необходимость увеличения продуктивности животных, уменьшения натурального и увеличения промышленного животноводства. Работы Кельнера и Армсби были вызваны этими экономическими условиями, отвечали им и потому получили, особенно первая, довольно широкое распространение. Не следует забывать, что более чем за год до публикации Кельнером своего сочинения И. П. Павлов в Стокгольме произнес свою знаменитую «нобелевскую» речь, явившуюся обобщением прогрессивного учения о питании. Понятно, почему эта речь не нашла отзвука в работах зарубежных ученых, и приходится сожалеть, что она в свое время не заняла должного места в отечественной науке по кормлению животных.

Согласно павловскому физиологическому учению, корм не автономен в своем действии. Физиологическое действие съеденной животным пищи выражается в приведении в активное, деятельное состояние всего организма и в конечном счете в смещении обмена. Организм при ведущей роли нервной системы и его высшего органа — коры головного мозга — активно вступает во взаимодействие с пищей. Всеми своими системами он вовлекает пищу в обмен, направленно регулирует его, устраняя смещение и в то же время изменяясь сам. При этом в обмене участвуют вещества тела нераздельно с веществами пищи. Те и другие совместно обеспечивают требуемую степень постоянства внутренней среды организма и уравновешивание его с факторами внешней среды на новой основе.

Процессы обмена представляют собой непрерывную цепь взаимно слаженных биохимических и биофизических реакций, осуществляемых в определенной строгой последовательности. В итоге обмена веществ организм животного производит работу или производит продукцию.

В соответствии с этим кормление животных не может ограничиваться только зоотехническим аспектом в разрешаемой проблеме продуктивности сельскохозяйственных животных. Необходимо должное внимание к аспекту физиологическому, касающемуся вопросов изменения функционального состояния нервной системы животного как в сторону большей устойчивости к одним раздражителям, так и в сторону большей чувствительности к другим, в число которых входят пищевые раздражители. Необходимо широкое использование биохимического и биофизического аспектов, касающихся выяснения характера и размера биохимических и биофизических превращений, связанных с той или иной физиологической функцией, обусловливаемой кормлением животного или связанной с ним.

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

ХИМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ПИТАНИЯ

ГЛАВА I

ХИМИЯ ПИТАНИЯ. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КОРМОВЫХ СРЕДСТВ И ОРГАНИЗМА ЖИВОТНЫХ

Питание животных является одним из звеньев круговорота веществ в природе. Растения для своей организации черпают материал из окружающей их среды — из воздуха, воды и минеральных веществ почвы. Животные питаются растениями или другими животными, которые сами питаются растениями, так что материал для веществ, образуемых животными, в конечном счете является извлеченным из почвы, воды и воздуха. Это общее заключение обстоятельно подтверждено работами школы акад. В. И. Вернадского. Между составом земной коры и населяющими землю организмами существует тесная связь. В результате распада организмов окружающей среде возвращаются вещества, которые растения и животные заимствовали от нее.

Существование тесной связи элементарного состава растений и животных с элементарным составом окружающей среды доказывается, с одной стороны, примерно одинаковой степенью содержания химических элементов в организмах и среде и, с другой, тем, что в случае избытка или отсутствия в окружающей среде биологически важных элементов организмы испытывают глубокие нарушения функций, связанных как с избытком, так и с недостаточностью в содержании элементов.

В качестве примера можно привести общеизвестные последствия недостатка в пище иода, железа, меди и кобальта, которые приводят животных к появлению зоба и анемии, вызываемых недостаточностью именно в названных элементах, или последствия, связанные с избытком в почве селена, никеля и других элементов.

Указанные последствия возникают в связи с тем, что встречаются области, почвы которых обеднены или сильно обогащены некоторыми элементами питания, так как в природе элементы рассеяны неравномерно и неравномерно же выводятся из разных почв в процессах вымывания и выветривания. Кроме того, при некоторых климатических условиях (в засуху) содержащиеся в почве обычно в достаточном количестве элементы не оказываются доступными для использования их растениями. Наконец, недостаточность элементов в почве может быть создана систематическим сбором урожая без возмещения почве извлеченных с растениями веществ, а избыточность — переудобрением почв.

Многие из 98 известных химических элементов входят в состав растительных и животных организмов, причем только о некоторых из них известно, что они существенно необходимы для жизни растений и животных. Углерод, кислород, водород и азот составляют большую часть органического вещества растений и животных (табл. 1).

Таблица 1

Содержание химических веществ в растениях и животных

Химические элементы и вещества	Содержание (в процентах)	
	в растении	в откормленном быке
Углерод органических соединений	45	63
Кислород » »	42	13,8
Водород » »	6,5	9,4
Азот » »	1,5	5,0
Минеральные вещества	5,0	8,8

Углерод, кислород, водород и азот представляют собой элементы, входящие в состав организмов в больших количествах, и потому они обозначаются как макроэлементы. К макроэлементам относятся также сера, фосфор, калий, кальций, магний, натрий и хлор, которые постоянно встречаются в организмах в заметных количествах, составляющих доли процента. В состав организмов входят и другие элементы в минимальных количествах и даже в виде следов. Последние получили название микроэлементов. Их обнаружение требует тонких методов, таких, например, как спектрографический метод. В теле новорожденного теленка спектрографическим методом найдены следующие элементы: алюминий, барий, бор, хром, кобальт, свинец, марганец, молибден, никель, серебро, стронций, олово, титан, ваннадий и цинк. Цинк оказался содержащимся во всех тканях и органах теленка, алюминий и марганец почти во всех, барий, свинец, молибден и стронций примерно в половине исследованных органов и тканей, никель и серебро в трети тканей, а бор, хром, олово, титан, кобальт и ваннадий найдены только в некоторых из них.

По анализам Т. И. Горшковой [1], надземные части красного клевера, собранного на полях Шатиловской опытной станции, содержали (в процентах на сухое вещество):

кислорода	66,690	натрия	0,1120
углерода	22,300	фосфора	0,0900
водорода	7,820	серы	0,0710
азота	1,015	железа	0,0656
кальция	0,670	алюминия	0,0450
калия	0,433	марганца	0,0047
кремния	0,403	титана	0,0041
магния	0,243	хлора	следы

Отличительной особенностью животных является то, что они представляют собой гетеротрофные организмы, неспособные к синтезу органических веществ из неорганических, и используют для питания те органические соединения, которые создаются автотрофными организмами (зелеными растениями), способными синтезировать органические вещества из окружающего их неорганического мира.

Таким образом, пищевыми средствами, служащими для построения органических веществ тела животных и их производных (например, молока), могут быть только органические вещества, иногда животного, но в конечном счете все же растительного происхождения.

Далеко не всякое органическое соединение, встречающееся в природе, может быть отожествлено с веществом, используемым в питании животными; из органических соединений, например, не используется метан. С другой стороны, далеко еще не полно известен состав продуктов, идущих для питания.

[1] Т. И. Горшкова. Исследование химического состава красного клевера. Труды Биогеохимической лаборатории, т. VII, изд. АН СССР, 1944, стр. 122—126.

В состав пищи входит весьма много самых разнообразных органических соединений, но только о некоторых из них мы знаем достоверно и довольно давно, что они являются пищевыми веществами. Совсем недавно экспериментально установлено важное значение для питания минеральных веществ и еще позднее того соединений, принадлежащих к различным органическим веществам, объединяемых под общим названием витаминов. Кроме того, в состав пищи входят дубильные вещества, глюкозиды, органические кислоты, роль которых в питании хоть и не ясна, но вполне вероятна. Допустимо, что в пище содержатся и другие действующие в определенном отношении вещества, о существовании и роли которых мы пока либо не знаем вовсе, либо знаем недостаточно.

Сравнение веществ пищи и тела животных приводит к обнаружению ряда соединений (табл. 2), характеризующихся общими свойствами и признаками. В то же время намечаются и существенные различия.

Таблица 2

Вещества и соединения в составе растений и тела животных
(по Н. Я. Демьянову)

Класс органических соединений	Вещества, встречающиеся в составе		
	растений и животных (их телах, продуктах обмена и производных)	только растений	только животных
Углеводороды непредельные	Каротин $C_{40}H_{56}$	Эфирные масла	—
Спирты и фенолы	Витамин D (кальциферол) — $C_{27}H_{43}OH$ Витамин D_2 — $C_{28}H_{43}OH$ Витамин Е (токоферол) — $C_{29}H_{50}O_2$	Некоторые составные части эфирных масел	Половые гормоны мужские: андростерон — $C_{19}H_{30}O_2$, дегидроандростерон — $C_{19}H_{28}O_2$ и женские: фолликулин — $C_{18}H_{22}O_2$ и прогестрон — $C_{21}H_{30}O_2$
Карбоновые кислоты	Предельные — масляная, пальмитиновая, стеариновая и др. с формулой $C_nH_{2n}O_2$; непредельные — олеиновая, линолевая и др. с формулой $C_nH_{2n-2}O_2$; оксикислоты (молочная) $CH_3CHOHCOOH$ и др. с общей формулой $C_nH_{2n}O_3$; двухосновные — двухатомные кислоты типа $C_nH_{2n-2}O_4$; щавелевая	Дубильные вещества (таннин и др.)	Двухосновные, двухатомные типа $C_nH_{2n}O_4$; фумаровая (продукт обмена) — $C_4H_4O_4$
Ангидридные соединения	Жиры (сложные эфиры), фосфатиды (сложные липиды — сложные эфиры глицерина + фосфорная кислота + + азотистые соединения основного характера, в частности холин + липохромы (каротиноиды — см. выше)	—	Альдегиды и кетоны [1]
Углеводы	Моно-, ди- и полисахариды, витамин С (аскорбиновая кислота) — $C_6H_8O_5$	Глюкозиды, целлюлоза (с ней связанный лигнин)	—
Азотистые соединения	Аминокислоты, амиды кислот, холин	—	Тироксин (иод-аминокислоты), адреналин
Гетероциклы	Витамины группы В	Хлорофилл	Гемоглобин, мочевая кислота
Алкалоиды	—	Алкалоиды	—
Белковые вещества	Протеины и протеиды, ферменты	—	—

[1] Появляются в растительных продуктах при неудовлетворительном хранении.

Схема анализа химического

Наименование соединений растения					
Растение	Вода				
	Сухое вещество	Зола (остаток от сжигания сухого вещества)			
		Органические вещества	Азотистые соединения (сырой протеин)	Белок	Протеины, протеиды, ферменты, пигменты (хлорофилл), витамины группы В
				Амиды	Аминокислоты, амиды кислот, органические основания (холин), алкалоиды и некоторые глюкозиды
			Безазотистые соединения	Эфирный экстракт (сырой жир)	Нейтральные жиры, жирные кислоты, пигменты (хлорофилл, каротин и др.), воск, смолы, витамины А, К и Е, фосфатиды, стерины, эфирные масла
				Сырая клетчатка	Целлюлоза, лигнин и др. инкрустир. вещества гемицеллюлозы
				Безазотистые экстрактивные вещества	Крахмал, сахара, пентозаны, пектиновые вещества, глюкозиды, дубильные вещества, витамин С

Отмеченное сходство состава животных и растений казалось тем бо́льшим, чем грубее были приемы химического анализа, впервые примененные в XIX в., но используемые в значительной части и сейчас в неизмененном виде. Но как только прибегают к более тонким приемам химического исследования, так немедленно обнаруживают различия в составе как среди растений, так и между растениями и животными. Так, например, группа соединений, объединяемых в зоотехническом анализе под названием «безазотистые экстрактивные вещества», при детальном рассмотрении оказывается весьма различной в отдельных кормах. В соломе в эту группу входят главным образом лигнин (35%) и пентозаны (54%) [1], а в зерновых кормах — крахмал (90%). Из этого следует, что безазотистые экстрактивные вещества соломы и зерновых кормов нельзя считать химически равнозначными. Различия соединений, входящих в одноименные группы питательных веществ, очень велики и ниже будут указаны. Другие из известных признаков, характеризующих состав растения и животного, приведены в табл. 3 и 4.

[1] Е. А. Нестерова. Химический состав сырой клетчатки и безазотистых экстрактивных веществ грубых кормов. Доклады ВАСХНИЛ, № 15, 1940, стр. 29—32.

Таблица 3

состава растений и животных

Элементарный состав	Наименование соединений животного					
H, O					Вода	Животное
K, Na, Ca, Mg, S, Cl, P, Fe, Cu и др.				Зола (остаток от сжигания сухого вещества)		
C, O, H, N, S, P, Co и другие минеральные элементы	Протеины, протеиды, гемоглобин, ферменты, витамины группы B	Белок тела	Азотистые соединения (сухое, обезжиренное и обезволенное мясо)	Органическое вещество	Сухое вещество	
C, O, H, N, S, J, Cu и др.	Аминокислоты, гормоны (тироксин, адреналин и др.), витамины из группы B (холин)	Аминокислоты				
C, O, H и минеральные элементы	Нейтральные жиры, жирные кислоты, каротин, витамины A, D, K и E, фосфатиды, стерины, гормоны половые	Сырой жир	Безазотистые соединения			
C, O, H	Гликоген, глюкоза	Углеводы				
C, O, H	Карбоновые кислоты, витамин C					

В табл. 4 обращает на себя внимание большой размер группы углеводов (безазотистых экстрактивных веществ и клетчатки) в растительных кормах сравнительно с аналогичной группой (гликоген и сахар) в организме животных.

Приведенные несоответствия химического состава по группам веществ не являются единственными, так как и внутри самих групп имеются соединения, различающиеся количественным составом и другими признаками и свойствами. Группы веществ животного и растительного происхождения тоже различаются, так как не всегда содержат одни и те же химические соединения. Как увидим ниже, несоответствия большей частью исправляются тем, что питательные вещества как растительного, так и животного происхождения подвергаются превращениям в организме животного.

Каждое вещество, доставляемое с пищей, прежде чем быть использованным в обмене, должно войти в состав клеток и тканей животных, т. е. оно должно пройти такие превращения, в результате которых оно может быть ассимилировано. Однако способность организмов сельскохозяйственных животных преобразовывать вещества пищи в необходимые для ассимиляции ограничена. Некоторые из компонентов, составляющих сложные соединения клеток

Таблица 4

Валовой химический состав кормов и животных
(в процентах)

Вещества	Растения				Животные			
	сено лугово-е	свекла кормо-вая	яч-мень	жмых подсол-нечнико-вый	бык полуот-кормлен-ный	овца средней упитан-ности	свинья жирная	теленок при ро-ждении
Вода	14	88	14	9	56	54	44	73
Протеин	10	1	9	36	18	19	13	18
Жир	3	0	2	11	20	22	39	4
Безазотистые экстрактивные вещества	41	9	68	23	[1]	[1]	[1]	[1]
Клетчатка	26	1	4	14	—	—	—	—
Зола	6	1	3	7	5	4	3	4

и тканей, организм должен обязательно получать в пище, так как создавать их сам не может. Такие вещества названы «незаменимыми», они являются как бы начальными, не создаваемыми животным организмом. К незаменимым веществам пищи относится прежде всего органическое вещество в целом. Выше указывалось, что животные должны обязательно получать органическое вещество в кормах. Незаменимы и необходимы для некоторых функций многие из составляющих органическое вещество. Среди них должен быть указан протеин и в нем аминокислоты.

Организм неспособен к синтезу некоторых ненасыщенных жирных кислот и нуждается в их поступлении в связи с ролью этих кислот в ряде физиологических функций.

К незаменимым веществам пищи относятся некоторые углеводы, некоторые витамины и биогенные минеральные элементы.

Незаменимость составляющих пищи объясняется тем, что они на протяжении исторического развития организмов постоянно им доставлялись в натуральных кормах. В связи с этим организм не располагает средствами к соответствующим превращениям. Имеется много фактов, подтверждающих это объяснение незаменимости. Так, например, хищные животные, постоянно получающие в своей пище готовый витамин А, неспособны к его образованию из каротина.

Изменить требования организмов к факторам среды, в частности к некоторым элементам питания, тем труднее, чем древнее установившаяся и закрепившаяся взаимосвязь.

Таким образом, изучение химического состава кормов и тела животных позволяет получить характеристику начального и конечного моментов питания. В кормах определяется общее содержание органических, минеральных и в их числе незаменимых веществ. Знание химического состава тела животных дает представление о характере и направлении превращений веществ пищи, из которых строится тело животного.

Однако этих данных недостаточно для познания процесса питания. Для этого нужно изучить сами химические превращения, происходящие в связи с жизнедеятельностью организмов, т. е. превращения, составляющие обмен веществ организмов.

---

[1] Углеводы в теле животных составляют меньше 1%, и их содержание обычно не указывается.

ПОНЯТИЕ ОБ ОБМЕНЕ ВЕЩЕСТВ И СВЯЗЬ ЕГО С УСЛОВИЯМИ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ

Животные существуют только при условии постоянного и непрерывного обновления своего тела, своих структурных образований.

Для своего существования организм беспрерывно, в течение своей жизни, требует поступления из внешней среды кислорода воздуха, воды и пищи. Поступление кислорода, воды и пищевых веществ является обязательным условием жизни. Прекращение поступления одного из названных условий приводит организм к смерти. Кислород, вода и пища воспринимаются организмами, превращаются и усваиваются (ассимилируются) ими. В то же время вещества тела организма, включая и только что образованные из поступивших веществ среды, превращаются сами, и продукты последних превращений выделяются в окружающую среду. Необходимым условием жизни является также возможность выделения продуктов жизнедеятельности в окружающую среду. Выделяемые организмом вещества резко отличаются по своему составу и свойствам от поступающих в него. Вся совокупность перечисленных выше процессов — поступления и преобразования веществ среды в тело организма и преобразования веществ тела в измененные вещества, возвращаемые в среду, — и носит название обмена веществ.

До последнего времени было широко распространено представление о существовании двух родов обмена веществ: экзогенного и эндогенного. Господствовало воззрение, сформулированное Рубнером, по которому пища представляла собой материал для пополнения энергетических трат и для замены и восстановления изнашиваемых частей животного организма. Так как пища животных представляет собой, как правило, комплекс веществ, нерастворимых в воде и как по этой причине, так и по другим не могущих в таком состоянии проникнуть через слизистую оболочку пищеварительного тракта, то необходимым условием участия пищи в обмене считается ее переваривание. Переваренная пища после всасывания поступает в кровь. Дальнейшая судьба всосавшихся веществ рисовалась как использование их либо только для ассимиляторных, либо для диссимиляторных процессов. При этом считалось, что структурные элементы взрослого организма находятся как бы в стабильном состоянии. Некоторые ткани после износа через ассимиляторные процессы восстанавливались. Эта часть обмена и представлялась эндогенным обменом. Основная же масса пищи, по этим представлениям, окислялась как таковая, не вступая в ткани тела. Это называлось экзогенным обменом. Распространенные методы исследования обмена (калориметрия, изучение газообмена, баланса веществ и др., стр. 128) не давали экспериментальных оснований для суждения о судьбе молекул пищи в организме. Только в последнее время, с применением изотопного метода (стр. 154), было показано, что у животного, поддерживающего баланс на нулевом уровне (условия поддерживающего кормления), практически все вещества, поступающие в организм из пищи, обнаруживаются в тканях, структурных образованиях и жировых депо. Между тем, по прежним воззрениям, такие пищевые вещества должны были бы почти целиком окисляться для возмещения трат, связанных с поддержанием жизни. Эти опыты показали, что жировые запасы и прочие ткани животного, находящегося в условиях поддержания жизни, заменяются с довольно большой скоростью, и неизменность состава тела животного только кажущаяся. Вещества пищи, вещества освобождающиеся из молекул тканей организма, смешиваются друг с другом, и из этой смеси черпаются вещества для синтеза обновляемых молекул тканей, для окисления до конечных продуктов, для переходов в другие соединения [1].

[1] В качестве примера такого смешения веществ пищи и тела и повторного использования последних в обмене может быть приведен процесс переваривания пищи с участием пищева-

Все эти реакции замещения, превращения и обмена протекают так, что поддерживается постоянство внутренней среды организма при одновременной изменчивости как структурных, так и резервных элементов тканей.

Обмен веществ нельзя представлять себе так, что это процесс, в котором организм превращает пищу, кислород и воду в конечные продукты обмена, сам оставаясь неизменным. Организм в процессе обмена веществ непрерывно сменяется, оставаясь в то же время сам себе подобным в силу свойств живого вещества уподоблять себе вещества, поступающие из внешней среды, с одной стороны, и, с другой — в силу относительного постоянства предоставляемых ему условий среды.

Если же с течением времени условия среды изменятся и изменения эти постоянны, организм под их влиянием может измениться и сам, что отразится на продуктах обмена, выделяемых в окружающую среду, и на обмене в целом.

Приведенные в схематичной форме определения вытекают из основных положений мичуринской биологической науки. Согласно мичуринской биологии, каждое живое существо характеризуется своим особым типом обмена веществ, вызванным условиями существования и особенностями наследственности. С изменением условий существования изменяется обмен веществ, изменится и наследственность, или природа организма. Эта установленная экспериментально, подтвержденная большим числом фактов закономерность дает в руки человека средство изменять в желательном направлении организмы через изменение условий их существования.

В работах И. П. Павлова было впервые показано изменение обмена веществ при изменении условий питания организма. «Разной пище, — писал И. П. Павлов, — отвечает своя работа (пищеварительных желез) и при долговременности того или другого пищевого режима вырабатываются определенные и стойкие характеры желез, и быстро изменить их нельзя и нелегко... Мы в настоящее время можем представить такой факт, который не оставляет сомнения, что пищеварительный канал обладает приспособляемостью к роду пищи и складывается в определенные типы» [1].

На изменение обмена веществ влияет не только пища, но и другие факторы среды (температура, влажность воздуха и т. д.). Изменения обмена веществ отражаются на всех процессах, протекающих в организме.

Советскими биохимиками показано, что ферменты, катализаторы биохимических процессов и регуляторы обмена организмов, могут быть изменены воздействием условий внешней среды [2]. С изменением ферментов изменяются и процессы обусловливаемые их действием.

ПИТАНИЕ И ОБМЕН ВЕЩЕСТВ

Обмен веществ в связи с процессом питания протекает следующим образом. Еще до непосредственного поступления пищи в ротовую полость корм оказывает влияние на животное. Вид и запах корма действуют на регуляторы животного в соответствии с выработанным пищевым рефлексом. Пищеварительная

рительных соков. Так, с пищеварительными соками на съеденную пищу корова выделяет около 500 *г* белка в сутки (по З. Шеремет). Этот белок соков наряду с протеином пищи переваривается, всасывается и вновь участвует в обмене, причем обломки белковой молекулы соков не обязательно окажутся вновь синтезированными в белки соков, их судьба может быть и иной.

[1] И. П. Павлов. Лекции о работе главных пищеварительных желез. Полное собрание трудов, т. II, 1946.

[2] Б. А. Рубин. О роли ферментативных процессов во взаимоотношениях растения с внешней средой. Сборник «Проблемы биохимии в мичуринской биологии», изд. АН СССР 1949.

система приспособляется к восприятию пищи; основная роль в этих приспособительных процессах принадлежит нервным механизмам. «Жажда еды», по И. П. Павлову, обусловливается, с одной стороны, нервной регуляторной деятельностью, а с другой — состоянием тканей и органов организма, необходимостью питания в данный момент. Этим и определяется отношение животного к корму, в результате которого на корм в соответствующих отделах пищеварительного тракта изливаются пищеварительные соки определенного качества и в определенном количестве. В ротовой полости пища измельчается и далее под действием ферментов самой пищи, ферментов пищеварительных соков животного и ферментов населяющей пищеварительный тракт микрофлоры претерпевает изменения, что носит общее название — переваривание пищи.

Как показали А. Д. Синещеков с сотрудниками, пищеварительные соки вносят в корм не только ферменты, но и большое количество воды, солей и белка. Количества и род вводимых с соками веществ неодинаковы, зависят от характера пищи и направлены к тому, чтобы обеспечить относительное постоянство состава химуса — содержимого пищеварительного тракта.

Относительный размер переваримости веществ пищи зависит от качества сока (характера, активности и количества содержащихся в нем ферментов), которое связано с родом пищи и с выработанными пищевыми рефлексами. От количества сока, как показал А. Д. Синещеков, зависит время переваривания одной и той же порции пищи и, следовательно, размер аппетита. Чем больше сока изливается на пищу, тем она скорее переваривается и тем быстрее животное примется поедать новую порцию корма или тем больше съест ее в очередное кормление.

В результате пищеварительного процесса часть химуса, состоящая из неперевари мых остатков корма и из части соков, и вещества, экскретируемые слизистой пищеварительного тракта, покидают организм с испражнениями (калом). Часть химуса, подвергшаяся брожению, превращается в газообразные продукты (метан и CO_2) и тепло, покидающие организм разными путями. Остальная часть химуса, претерпевшая при пищеварении соответствующие изменения и состоящая из веществ пищи, и значительная часть вещества соков всасываются и поступают в обменный фонд организма. Всосавшиеся через стенку пищеварительного тракта питательные вещества, одни после изменения в печени, другие без переработки в печени, разносятся кровью и лимфой по организму. Кровь доставляет питательные вещества и кислород в самые отдаленные уголки организма животного, и здесь они используются в его клетках. Вещества, приносимые кровью, поступают в обменный фонд клеток. Обменный фонд представляет собой внутреннюю среду, обеспечивающую течение обменных реакций. В обменном фонде содержатся не только вещества, поступившие из пищеварительного тракта. В него входят и обломки молекул живого вещества, подвергшегося превращениям и частичному распаду (метаболиты). Обменный фонд при необходимости может пополняться веществами, образующимися из структурных и запасных образований тканей и клеток. Соотношение веществ фонда из разных источников определяется требованием относительного постоянства внутренней среды организма. Постоянство состава обменного фонда поддерживается при участии регуляторных процессов. Из обменного фонда черпаются вещества для возобновления тканей, образования запасов, роста, образования молока и т. д. При этом в более интенсивном пополнении обменного фонда нуждается та система организма, которая в данный момент наиболее интенсивно функционирует, или та система, деятельность которой лучше всего обеспечивается доставленными веществами пищи. Вещества обменного фонда в подавляющей части ассимилируются организмом, причем одна и та же молекула может быть ассимилирована несколько раз в соединения, не обязательно сходные с теми, которые послужили материалом для

ANULAT

обменного фонда. Синтетические процессы организма, играющие ведущую роль в получении от животных продукции, совершаются при этом под воздействием регуляции обмена веществ, на которую возможно влиять изменением условий внешней среды. Эти воздействия подробнее будут обсуждены ниже.

От клеток и тканей кровь уносит выделенные из них продукты обмена, образовавшиеся в результате процессов, происходящих в клетках. Некоторые из этих продуктов могут быть вовлечены в обмен в других системах организма, другие же, представляющие собой ненужные и даже вредные для организма отбросы, покидают организм через органы выделения. Продукты обмена, выделяемые организмом в моче и газах, как правило, до выделения уже были ассимилированы, а не представляют прямо разрушенные вещества корма. Таким образом, «потери» в моче и углекислоте, потери от брожения в пищеварительном тракте являются не «бесполезной» частью пищи, а отбросами веществ, сыгравших свою физиологическую роль в обмене. Углекислота, образующаяся в результате окислительных процессов в клетках, выделяется через дыхательную систему; в ней кровь, отдавая углекислоту, вновь обогащается кислородом, необходимым для дальнейших окислительных процессов. Через легкие (и кожу) организм теряет часть излишней воды, выделяющейся в парообразном состоянии. Главнейшая часть остальных продуктов обмена выводится через почки. Здесь, в почечной ткани, имеется сложный механизм, позволяющий освободить кровь от шлаков частью через фильтрацию крови, протекающей по капиллярам почечных кровеносных сосудов, частью путем активной секреции из железистых клеток, выстилающих извитые канальцы каждого отдельного элемента почек (так называемого нефрона). Часть отфильтрованного содержи-

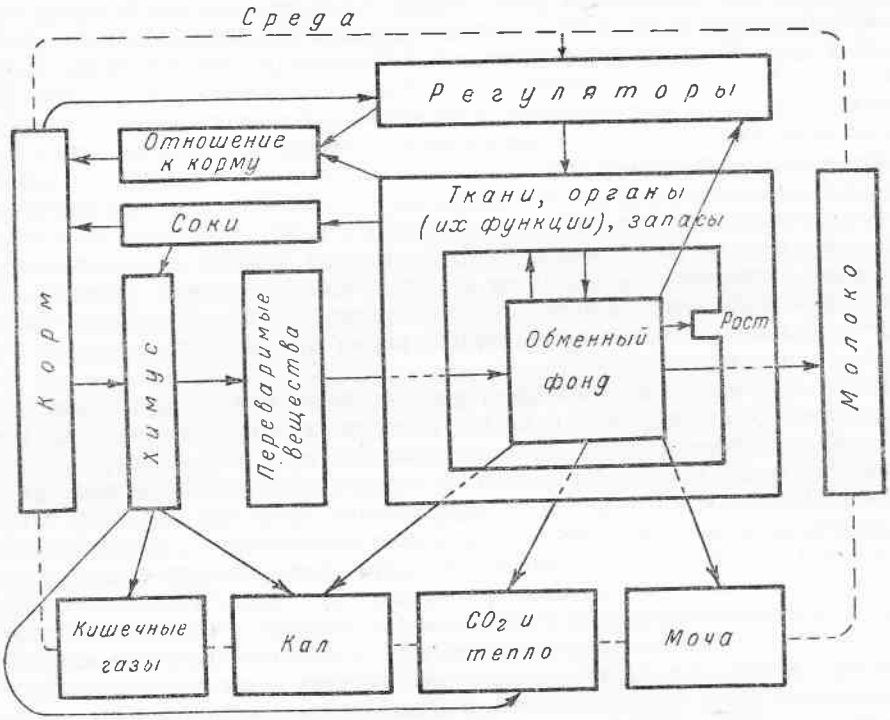


Рис. 1. Схема обмена веществ при кормлении (взаимодействие между кормом и организмом животного).

мого канальцев всасывается обратно, в капиллярную сеть. Образованная в почках моча, представляющая собой водный раствор продуктов обмена, через мочеточники и мочевой пузырь выводится из организма.

В результате обменных процессов в организме образуется значительное количество тепловой энергии. Это тепло выделяется из организма излучением, конвекцией, а также уносится с парами воды, с нагретым в легких воздухом и с продуктами обмена.

Обмен веществ не представляет собой одну из функций организма, такую, например, как дыхание или кровообращение. Это такой процесс, в котором участвует весь организм в целом, все его функции. Условно обмен веществ разделяют на две стороны — внешнюю и внутреннюю. К внешней стороне обмена относят прием пищи, воды и кислорода воздуха из внешней среды и выделение в среду продуктов обмена — кала, мочи, пота, углекислоты, водяных паров и тепла.

Процесс перехода веществ пищи в вещества живого тела, превращения веществ в органах и тканях и переход веществ живого тела в экскреты представляет собой сложный комплекс биохимических превращений, составляющих внутреннюю сторону обмена веществ, называемую промежуточным обменом.

Все процессы обмена подчинены закономерностям, непрерывной регуляции. Регуляция обмена осуществляется при координирующем участии нервной системы, гуморальных (внутрисекреторных) средств и под воздействием внешних факторов, в частности под воздействием пищи (так называемая ауторегуляция). Биологическая роль обмена заключается, как уже указывалось, в самообновлении живого вещества. В результате обмена веществ непрерывно производится свободная энергия, необходимая как для поддержания жизненного состояния организма, так и для осуществления их роста, развития и размножения. Жизненность, наследственность и изменчивость организмов обусловливаются обменом веществ.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССОВ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ В ОРГАНИЗМЕ ЖИВОТНОГО

Непрерывные изменения, происходящие в организме в результате обмена веществ, представляют собой прежде всего изменения химические, реакции синтеза и распада веществ. К ним относятся реакции окисления, восстановления, гидролиза, дезаминирования, конденсации и др. Отличительной особенностью всех этих реакций в организме является то, что они протекают здесь при обычных температуре и давлении с соблюдением некоторых специфических условий, описанных в примерах ниже, при участии ферментов.

Чтобы пищевые вещества могли участвовать в процессах обмена, их необходимо привести в реагентоспособное состояние, для чего организм должен располагать каталитическими и регуляторными системами. Так, например, углеводы без предварительного перевода в активное, реагентоспособное состояние не будут участвовать в обмене. Давно было обращено внимание на известную стойкость сахаров in vitro по отношению к различным реагентам. Эта стойкость сахаров не наблюдалась в организмах, в которых чрезвычайно быстро протекали как процессы распада моносахаридов, так и синтез из них гликогена и других соединений. Б. Н. Степаненко [1] экспериментально показал, что сахар при введении электроотрицательного, например фосфорного, остатка в его молекулу легче вступает в самые разнообразные реакции. Этот процесс, наблюдающийся в животном организме, представляет собой активирование

[1] Проф. Б. Н. Степаненко. «Активные формы» простых сахаров и их отношение к обмену углеводов. Медгиз, 1945, стр. 136.

вещества пищи, известное под названием фосфорилирования. Помимо фосфорного остатка, сдвинуть равновесие сахара в растворе в сторону активной формы могут и другие вещества.

Как указано выше, организм должен располагать каталитическими и регуляторными системами. К таковым, в частности, относят минеральные вещества, ферменты и гормоны, значение которых понято давно. Изучение обменных реакций с участием ферментов касалось большей частью процессов распада, процессов окисления. Значительно позднее появились исследования по вопросам синтеза в животном организме. В этих исследованиях, особенно за последнее время, выяснилось исключительное значение наличия для синтетической реакции хотя бы незначительного количества того вещества, которое должно быть синтезировано из субстрата. Одной из первых иллюстраций этого факта является работа А. И. Кузина и В. И. Иванова [1]. В работе было показано, что синтез полисахарида из активированного субстрата (глюкозы) под действием соответствующего фермента протекает полнее и быстрее в случае прибавления к субстрату некоторого количества того же полисахарида, синтез которого ведут. Результат особенно интересен в том отношении, что из одного и того же субстрата, при одном и том же ферменте получали либо крахмал, либо гликоген в зависимости от того, крахмал или гликоген добавлялся к субстрату. Как описанные в примерах реакции, так и прочие упомянутые в начале этого раздела представляют собой реакции, встречающиеся и в неорганической химии. Сравнительно недавно было установлено, что в процессах обмена веществ у животных (и у растений) встречаются особые реакции — реакции переноса атомов или групп атомов с молекулы одного вещества на молекулу другого. Эти реакции совершаются также с участием ферментов. Подробнее об одной из таких реакций, реакции переаминирования, будет сказано ниже, в главе об обмене белков. Большое биологическое значение этих реакций заключается в том, что с их помощью синтезируются новые вещества. С помощью реакций переноса, в случае их обратимости, обеспечивается постоянное обновление живого вещества. При необратимости реакции многие превращения в организме односторонне направляются к конечным продуктам обмена.

Из многочисленных опытов и наблюдений давно уже известно, что в живом организме наряду с химическими превращениями веществ происходит и превращение энергии. При этом энергетические соотношения, по крайней мере в большинстве случаев, определяют направление, химический характер и самую возможность физиологических процессов. До конца первой четверти нашего века энергетические исследования касались главным образом приложимости закона сохранения энергии. В последующем, в связи с развитием наук, удалось показать, что к животным организмам приложим и второй принцип термодинамики (принцип рассеяния энергии).

Развитие всякого гетеротрофного организма, который вместе с его пищей может рассматриваться как энергетически замкнутая система, всегда влечет за собой изменение общего запаса этой системы. Значительная часть энергии выделяется в виде тепла и, рассеиваясь, теряется для организма. Другая часть энергии откладывается в организме в продуктах его синтетической деятельности, часто более концентрированных по содержанию энергии, чем это было в пище. При этом сумма концентрированной и рассеянной энергии равна запасу использованных веществ пищи. Эти результаты были истолкованы в том смысле, что часть веществ пищи, разрушаясь, дает энергию для образования более концентрированных продуктов синтеза. Работами советских исследователей (Таусон, стр. 95) эта точка зрения поставлена под сомнение.

---

[1] А. И. Кузин и В. И. Иванов. Роль аутокатализа при синтезе полисахаридов. «Биохимия», 1945, т. 10, в. 1, стр. 37—44.

Процессы обмена веществ протекают прежде всего в направлении синтеза. Только ради удобства изучения возможно обсуждать процессы распада отдельно от процессов восстановления. Большая изученность первых объясняется тем, что процессы распада не могли не обратить на себя внимания, так как они сопровождаются внешним эффектом (выделением продуктов обмена), в то время как подавляющая часть синтетических процессов ускользала от исследователей, так как молекулы синтезированных веществ были неразличимы по своему происхождению.

РЕГУЛЯЦИЯ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ

Организм животного представляет собой единое целое, в котором все части и процессы взаимно связаны и обусловлены друг другом. Координация процессов в организме и функций его частей осуществляется нервной системой.

Ведущая роль в регуляции процессов обмена веществ организма в целом, как это доказано И. П. Павловым, его учениками и последователями, принадлежит коре больших полушарий головного мозга [1]. Высший отдел центральной нервной системы, по Павлову, «держит в своем ведении все явления, происходящие в теле».

В ряде опытов показано, что какое-либо постороннее явление (например, свет или звук), сопровождающее очередное кормление животного, при многократных повторениях сочетаний может привести к выработке с участием нервной системы условной связи, условного рефлекса. Если после такой выработки подействовать на животное только таким условным раздражителем, не сопровождая его питанием, животное будет реагировать на него так, как будто бы оно получало пищу, — выделять соки, выделять избыточное количество тепла и т. д. Эти опыты служат доказательством участия нервной системы в регуляции обмена веществ. Показано также, что через нервную систему организм животного заранее подготовляется к осуществлению обменных процессов.

Эндокринные железы, судя по опытам сотрудников К. М. Быкова со щитовидной железой, возбуждаются к деятельности импульсами, идущими из центральных органов нервной системы. Железы с внутренней секрецией являются промежуточным звеном в регуляции обмена веществ.

Возможно выключить функции эндокринных желез, например, оперативным удалением (кастрация), введением препаратов, например метилтиурацила или, наконец, недостаточным поступлением, например иода, в пище и питье. По данным Р. П. Ольнянской, выключение функции щитовидной железы действием метилтиурацила ведет к выпадению рефлекторной фазы повышения обмена веществ при приеме пищи.

Так как функциональное состояние эндокринных желез может различаться, то в соответствии с ним возможно различное влияние желез на обмен веществ.

Гормоны, продуцируемые клетками эндокринных желез, проникают в кровь, разносятся по организму и участвуют в регуляции обмена.

Если белки, жиры, углеводы вместе с водой и минеральными солями можно отожествить с субстратом, а ферменты — с возбудителями процессов, перестраивающими субстрат, то гормоны являются регуляторами жизненных процессов. Гормоны действуют химически пропорционально своему количеству, причем действие их не отличается строгой специфичностью. В этом они существенно отличаются от ферментов, влияние которых по преимуществу физико-химическое и гораздо более специфичное. Кроме того, гормон оказывает воздействие на целый цикл реакций, происходящих при функционирова-

[1] См. также стр. 83.

нии клетки, а фермент ускоряет лишь какую-нибудь одну определенную реакцию.

Действие гормонов иногда сопровождается заметными внешними признаками. Так, половые железы несомненно влияют на внешнее состояние животных и течение обмена. Это отмечается и половыми различиями животных и результатами удаления половых желез при кастрации. Растущие и взрослые самцы обычно развиваются быстрее и весят больше самок. Кастрированные животные быстрее откармливаются.

Функция щитовидной железы влияет на интенсивность обмена. Замечено, что уменьшение размеров и деятельности щитовидной железы приводит к более быстрому откармливанию и, наоборот, повышенная деятельность железы, так же как и инъекция тироксина или искусственных иод-протеиновых препаратов, влечет за собой снижение упитанности и даже исхудание животных. Увеличенная в размерах щитовидная железа — признак недостаточности ее функции (зобатые животные).

Молодняк, рождающийся с увеличенной железой, обычно нежизнеспособен, лишен волосяного покрова, часто погибает в первые часы после рождения. Увеличение размера щитовидной железы связано с отсутствием в пище иода в необходимом количестве. Предположения, что введение избытка иода может быть полезным для животных, не оправдались.

Связь мозгового придатка (гипофиза) с обменом видна из того, что операция удаления гипофиза приводит к прекращению роста, вялости, тучности, задержке в развитии полового аппарата. Имеются данные о положительном действии инъекции гормонов передней доли гипофиза самкам, которые давали мало молока. Инъекция приводила к повышению молокоотделения.

Инсулин, гормон поджелудочной железы, известен как важный фактор углеводного обмена. В частности, свиньи чувствительны к нарушениям функции поджелудочной железы как эндокринного органа.

Проф. Ф. М. Лазаренко [1] с сотрудниками получены доказательства, что развитие инкреторной массы поджелудочной железы у крупного рогатого скота прямо связано с условиями кормления молодняка.

Биохимические процессы обмена веществ протекают при участии ферментов. В приведенном на стр. 11 химическом составе кормов и организма животных отражено наличие в них наряду с белками, углеводами, жировыми и зольными веществами также и ферментов.

Ферменты являются катализаторами живой клетки; под действием их, несмотря на их незначительное количество, биохимические реакции идут с достаточно большой скоростью. Так, для расщепления белков в лабораторной обстановке химику приходится кипятить их с 25-процентной серной кислотой в течение 24 часов. В кишечнике для той же реакции, протекающей при помощи ферментов при 37°, нужно всего несколько часов. В пищеварении животных участвует целая серия ферментов. Птиалин слюны расщепляет крахмал пищи, частично превращая его в сахар. В желудке пепсин расщепляет белки пищи, в кишечнике трипсин, липаза, амилаза действуют на соответствующие вещества пищи, подвергая их расщеплению и подготовке к всасыванию. При мышечной работе действует опять-таки целый ряд ферментов, при помощи которых используется запасной материал, в результате чего появляется необходимая для выполнения работы энергия. Однако действие ферментов в организме направлено не только в сторону упрощения сложных молекул, их расщепления или окисления. Ферменты, причем одни и те же, могут направлять реакцию в сторону как распада, так и синтеза. Это впервые было показано

[1] Проф. Ф. М. Лазаренко и др, Труды Чкаловского с.-х. ин-та им. А. А. Андреева, т. 1, в. 1, 1941, стр. 153—154.

в 1886 г. А. Я. Данилевским. Каждый фермент находится в живой клетке в двух состояниях: гидролизующем и синтезирующем. Соотношение этих состояний определяет собой направленность ферментного действия в данной ткани или органе. Из физиологии растений известно, что с помощью некоторых внешних воздействий можно смещать соотношение между гидролизующим и синтезирующим действием ферментов [1]. Надо полагать, что с таким сдвигом мы всегда сталкиваемся и у животных, когда внешними воздействиями на их организм вызываем быстрый рост, интенсивное откармливание или повышенную молочную продуктивность.

Изменение ферментов пищеварительного тракта под влиянием изменения свойств съеденной пищи было доказано классическими исследованиями И. П. Павлова и его учеников (стр. 110). Эти исследования положили начало расшифровке механизмов приспособительных перестроек обмена веществ в организме в зависимости от условий его существования, в частности в зависимости от условий питания. В настоящее время накоплен уже довольно большой и разнообразный экспериментальный материал, доказывающий широкое распространение и многообразие форм изменения и приспособления ферментов тканей и органов животных в ответ на воздействие факторов внешней среды. Приспособительные изменения ферментов могут происходить по следующим трем линиям (В. В. Ковальский, 1951) [2]: 1) изменение активности ферментов; 2) изменение оптимумов ферментного действия и 3) возникновение новых ферментов.

Названные пути приспособительной перестройки организмов доказаны как на одноклеточных организмах, так и на сельскохозяйственных животных [3] и объясняют наблюдаемые ответы организмов на изменение условий их существования. Ясно, что данный раздел ферментологии имеет большое значение для кормления сельскохозяйственных животных.

Активность некоторых ферментных систем животных организмов находится в зависимости от достаточного поступления витаминов. Установлено, что некоторые витамины действуют как деятельная группа в комплексе ферментных систем, обеспечивающих правильное течение внутриклеточного обмена. По меньшей мере 5 ферментов, участвующих в обмене веществ углеводной природы, в превращениях аминокислот и в нуклеиновом обмене, построены с участием рибофлавина — витамина B_2 (В. А. Энгельгардт) [4].

Итак, витамины играют существенную роль в обмене веществ всех живых клеток и необходимы для нормального внутриклеточного обмена. Витамины не доставляют энергии, участвуют как строительные единицы в структуре организма, необходимы для превращения энергии и регуляции обмена.

Имеются данные, касающиеся отношений между различными витаминами и теми гормонами, которые, повидимому, происходят из аминокислот, особенно гормонами тироксином и адреналином, представляющими собой метаболические дериваты аминокислот тирозина или фенилаланина.

---

[1] А. И. Опарин. Направленность действия ферментов в живой клетке. Труды Московского дома ученых, в. 4, 1940, стр. 6.

[2] В. В. Ковальский и В. А. Кефер. Приспособительные изменения ферментных оптимумов. Доклады АН СССР, 1951, т. LXXX, № 6, стр 985.

[3] М. Т. Крицман. Современные представления об адаптивных ферментах. «Микробиология», 1952, т. 21, № 4, стр. 480. Е. М. Крепс. Изменение активности ферментов, как способ регуляции функций животного организма. Известия АН СССР, сер. биологическая, 1945, № 2. стр. 197. Е. Ф. Ефимочкина. «О природе быстрых приспособительных изменений триптофан-пероксидазной системы в печени животных». «Биохимия», 1954. т. 19, в. 1, стр. 68. С. И. Афонский. См. сноску на стр. 211.

[4] См. также «Каталитические функции витаминов». «Биохимия и физиология витаминов», сб. 6. Изд. иностранной литературы, 1953.

СПОСОБЫ ИЗУЧЕНИЯ ОБМЕНА В ОРГАНИЗМЕ ЖИВОТНЫХ

Изучение обмена у сельскохозяйственных животных преследует цель выяснить или самый процесс превращений веществ в организме, или его конечный результат. В зависимости от этого прибегают к различным методикам исследования. В практике зоотехнических исследований весьма широко используют методику суммарного изучения обмена по учету конечных результатов кормления. Этот метод известен в двух модификациях: либо как методика балансов, либо как методика контрольных животных.

Принципиальной основой обеих методик является закон сохранения вещества и энергии, пользуясь которым, можно представить себе следующее схематизированное равенство: животное в его первоначальном состоянии + все виды материальных поступлений в организм за время опыта = животному в его конечном состоянии после окончания опыта + всем видам материальных выделений за тот же срок. На основании этого равенства можно исследовать суммарные изменения, произошедшие в теле животного, а также судьбу как пищи вообще, так и отдельных ее элементов.

Предположим, нас интересует вопрос, достаточно ли в пище поступление фосфора? Из последующего изложения станет ясным, что ответ будет положительным, если поступление фосфора в организм больше или равно его выделению из организма во всех формах.

Чтобы разрешить этот вопрос, нужно знать по крайней мере размер поступления фосфора во всех формах (а это возможно только в пище и питье) и размер выделений за тот же срок также во всех формах (последнее возможно в кале, моче и молоке). Балансируя поступление и выделение и определяя характер и размер разницы, мы и получим ответ на поставленный выше вопрос. Однако такой путь не единственный и не самый легкий. Чтобы составить надежный баланс любого элемента питания, нужно довольно долго подготовлять животное к опыту и в течение нескольких дней вести сам опыт — тщательно собирать и анализировать пропорциональные части заданных корма и питья, несъеденных остатков корма, выделенных молока, кала и мочи. Установлено, что содержание неорганического фосфора в сыворотке крови сельскохозяйственных животных очень хорошо согласуется с условиями фосфорного питания и что тогда, когда фосфора в пище недостает, его содержание падает до некоторого уровня, составляющего у крупного рогатого скота около 3 *мг* на 100 *мл*. Контролируя содержание неорганического фосфора в крови, ответить на поставленный вопрос уже значительно проще, хотя путь этот косвенный.

Учитывая баланс фосфора, мы могли выяснить только, компенсируется ли его выделение из организма фосфором, поступающим с пищей; учитывая содержание неорганического фосфора в сыворотке крови, мы выясняем его достаточность для обменных процессов. Обнаружив его низкое содержание в крови, мы не будем, однако, знать, связано ли низкое содержание фосфора с его малым поступлением, плохим использованием или большим выведением из организма. Ни первая, ни вторая методика в то же время не вскрывает вопроса о содержании (запасах) фосфора в организме. Косвенно о запасах фосфора и кальция судят по данным рентгенографии [1].

Наконец, о напряженности обмена фосфора, сопровождающейся повышенной мобилизацией резервов, можно судить по повышенной активности фосфотаз крови (в частности щелочной) ферментов, участвующих в фосфорном обмене в организме.

---

[1] Проф. Г. В. Домрачев. Диагностика минеральных нарушений в организме животных. «Ветеринария», 1949, № 12, 38—39. Проф. И. Г. Шарабрин. Определение минеральной недостаточности в питании высокопродуктивных коров. Сельхозгиз, 1953.

При решении вопроса о достаточности питания косвенные приемы, подобные описанным, могут применяться в отношении и многих других элементов. Так, например, снижение содержания витамина А в крови, молозиве или молоке косвенно свидетельствует о недостатке его в организме. Однако косвенные приемы не всегда надежны. Недостаток витамина А в крови или молоке и молозиве может быть вызван не только низким поступлением витамина с кормом, но и другими причинами, а именно: 1) плохим всасыванием витамина А из пищеварительного тракта; 2) нарушением функций стенки кишечника, в которой происходит превращение каротина в витамин А, и 3) повышенной потерей витамина А из тела. Эти причины могут повлечь за собой обеднение организма витамином А, в то время как с пищей его будет поступать достаточно.

Учет начального и конечного состояний животного с применением методики балансов ничего не выясняет о путях, по которым происходит превращение веществ в организме. Этот пробел восполняется изучением промежуточного обмена. Е. С. Лондон разработал методику ангиостомии, заключающуюся в наложении специальных канюль на кровеносные сосуды, через которые открывается доступ к протекающей крови в любой момент. Таким путем можно обнаружить, какие из продуктов переваривания в кишечнике всасываются в кровь, какие изменения в том или ином органе претерпевают вещества, доставляемые кровью, и т. д.

Изучение химического состава тканей и органов животных освещает некоторые вопросы о форме и состоянии веществ в теле. В последнее время этот прием дал ряд новых открытий в связи с применением «меченых» молекул. Природные изотопы водорода (^{2}H), кислорода (^{17}O,^{18}O), азота (^{15}N), углерода (^{13}C) и радиоактивные изотопы разных элементов могут быть введены в молекулы органических соединений, которые окажутся «помеченными» этими «тяжелыми», или радиоактивными атомами одного или нескольких химических элементов. Если такие «меченые» молекулы ввести в организм с пищей, то по таким атомам легко проследить судьбу введенного вещества. Этим путем были выяснены некоторые детали обмена. Так, многие из жирных кислот пищи при любых условиях питания непосредственно поступают в жировое депо организма. Установлено также, что в организме происходит превращение жирных кислот.

Применение меченых молекул имеет большое значение для изучения химических превращений веществ на целом организме и в физиологических условиях.

ГЛАВА II

УГЛЕВОДЫ И ИХ ОБМЕН

УГЛЕВОДЫ В ПИЩЕ И В ТЕЛЕ ЖИВОТНОГО

Среди составных частей пищи растительного происхождения количественно преобладают углеводы.

К группе углеводов относятся: крахмал, гликоген, сахар, клетчатка, пентозаны и органические кислоты.

Крахмал — полисахарид, составляющий главную массу растений; в среднем его содержится (в процентах) в зернах и клубнях:

пшеницы	53—70	овса	50—60
ржи	58—63	кукурузы	60—70
ячменя	56—66	картофеля	20—30

Гликоген — животный крахмал, близок к крахмалу растений, содержится в теле животных в незначительном количестве.

Из сахаров во всех кормах имеется тростниковый сахар (дисахарид); его больше всего в свекле, стеблях кукурузы, солодовых ростках. Моносахариды — глюкоза (виноградный сахар) и фруктоза (плодовый сахар) — содержатся во многих кормах, но в большинстве случаев в незначительном количестве. Глюкоза всегда содержится в теле животных в довольно постоянном количестве. Так, в 1000 весовых частей крови крупного рогатого скота она составляет 0,70 весовой части, в крови лошади — 0,53 части, в крови овцы — 0,73 части и в крови свиньи — 0,69 части.

Глюкоза является конечным продуктом гидролиза сложных углеводов в пищеварительном тракте.

Клетчатка — полисахарид имеется только в растениях, в грубых кормах в значительном количестве.

Пентозаны — содержатся только в растениях. В чистом виде не получены. В зоотехническом анализе определяются частью с «сырой клетчаткой», частью с безазотистыми экстрактивными веществами.

Органические кислоты составляют незначительную часть веществ кормов. Встречаются в форме кислых или средних солей и относятся к безазотистым экстрактивным веществам. Наоборот, довольно много органических кислот образуется при брожении пищи в пищеварительном тракте, особенно в рубце у жвачных.

В организме углеводы могут подвергаться как гидролизу, так и обратному процессу — полимеризации (синтезу).

Как уже выше упоминалось, из числа полисахаридов в кормлении сельскохозяйственных животных по прежней схеме анализа [1] выделяют отдельную

[1] В данное время разработана (Е. А. Нестеровой и др.) схема дифференциального анализа углеводов, в которой указывается раздельно целлюлоза, лигнин и другие компоненты групп сырой клетчатки и безазотистых экстрактивных веществ.

группу «сырой клетчатки», состоящую главным образом из целлюлозы. К сырой клетчатке относят вещества, которые остаются нерастворенными после 30-минутного кипячения с 1,25-процентной серной кислотой, затем 30-минутного кипячения с 1,25-процентным раствором щелочи и последующего промывания водой, спиртом и эфиром. Помимо целлюлозы, сюда входят часть пентозанов и большая часть инкрустов, главным образом лигнина.

Значение сырой клетчатки и целлюлозы в питании будет рассмотрено ниже.

ПЕРЕВАРИВАНИЕ И ВСАСЫВАНИЕ УГЛЕВОДОВ

Общим для процессов переваривания является размельчение пищи и смачивание ее соком, содержащим активный или активируемый фермент. В результате каталитического действия ферментов нерастворимые питательные вещества переходят в растворимые, приобретая конечную или промежуточную форму, которая может служить исходным материалом для дальнейшего использования пищи организмом.

Все пищеварительные ферменты по механизму действия являются ферментами гидролитическими, отсюда и первая фаза изменения питательных веществ корма в организме — гидролиз.

Углеводы поступают животным в пище в виде сахаров, крахмала, гликогена и клетчатки. Сахара, как вещества легко растворимые, не нуждаются в переработке для всасывания, но в то же время не все сахара могут быть усвоены организмом, поэтому необходима их переработка в такую форму, при которой они могут быть усвоены. Крахмал, гликоген и клетчатка нуждаются в переработке как для всасывания, так и для усвоения. Переваривание (гидролиз) дисахаридов, гликогена и крахмала проходит в шелочной среде под действием ферментов — карбогидраз (слюны, панкреатического и кишечного соков) с образованием глюкозы, фруктозы и галактозы.

Для каждой группы углеводов имеется свой специальный фермент, действующий только на эту группу и доводящий гидролиз только до вполне определенного соединения. Дальнейший гидролиз идет уже под действием других ферментов. Так, крахмал под действием фермента слюны (птиалина) гидролизуется до мальтозы, на которую действует уже другой фермент слюны (мальтаза), гидролизующий ее на две частицы глюкозы; для сахарозы имеется специальный фермент — инвертин (сахараза), для лактозы — лактаза и т. п.

Расщепление углеводов происходит не только под действием диастазы пищеварительных соков, но и под действием диастазы кормовых средств. Диастаза кормовых средств содержится в обычных кормах, в частности в овсе, картофеле, рисе, горохе, ржи, вике, сене, соломе и др. [1]. Эта диастаза разрушается кипячением (т. е. при варке корма). При осолаживании кормов часть процесса протекает при подготовке пищи за счет ферментов корма. Диастаза, содержащаяся в люпинах, конских бобах и вике, расщепляет крахмал не только в нейтральной и щелочной среде, но и в кислой (до концентрации HCl в 0,2%), т. е. этот фермент может действовать довольно долго и во время пищеварения в желудке.

Многочисленные опыты на животных показали, что сырая клетчатка в пищеварительном тракте изменяется и притом в довольно значительном количестве. Так, еще по давним немецким опытам было известно, что сырая клетчатка овсяной и пшеничной соломы переваривалась на 52—55%, а сырая клетчатка бобовой соломы и клеверного сена — на 36—39%.

---

[1] С. И. Пронин. Ферменты зерна. СТИ. 1934.

Между тем, среди ферментов пищеварительного тракта не было обнаружено непосредственно расщепляющих ни сырой клетчатки, ни целлюлозы.

Основываясь на опытах Г. Попова, Н. Цунтц построил гипотезу, что расщепление клетчатки происходит под действием микроорганизмов и именно в тех отделах или уголках пищеварительного тракта, где пища находится долгое время, не подвергаясь действию соков. В дальнейшем эта гипотеза была подтверждена.

Переваривание сырой клетчатки происходит путем сбраживания с образованием газов (CO_2, CH_4, H_2) и органических кислот (масляной, молочной, янтарной, уксусной и др.).

Представление о качественной стороне переваривания дало основание к упорным предположениям о полной бесполезности переварившейся части клетчатки. Однако впоследствии были получены доказательства того, что только 15—17% энергии переварившейся части клетчатки могут быть потеряны для организма, а остальное может быть использовано в обмене, а так как и из прочих углеводов часть переваренного теряется для животного, то нет оснований клетчатку в этом отношении выделять особо.

Но попрежнему сырая клетчатка считалась трудно переваримым веществом. Исследования Н. Д. Прянишникова [1] и других показали, что низкая переваримость сырой клетчатки грубых кормов объясняется присутствием в ней лигнина. Если лигнин в значительной части удалить, то клетчатка переваривается значительно лучше — до 79% вместо 13%, найденных для необработанного корма.

Л. В. Котовский (Институт кормов) [2] предположил, что низкая переваримость соломы, особенно при кормлении ею одной, без других кормов, объясняется пониженной активностью целлюлозоперевариваюших бактерий. Такое предположение основывалось: 1) на теории Маркова — Цунтца, что сырая клетчатка переваривается бактериями; 2) на том, что бактерии жизнедеятельны лишь тогда, когда имеется необходимое для них азотное и минеральное питание [3]. В то же время солома не содержит доступных питательных, в частности минеральных, веществ, необходимых для нормального развития целлюлозоперевариваюших бактерий. Первые опыты со скармливанием соломы, пропитанной растворами фосфорнокислых солей натрия и кальция, дали обнадеживающие результаты. Солома, пропитанная растворами солей, переваривалась лучше, чем необработанная (в контрольном опыте) той же партии.

Итак, пищеварительные железы не вырабатывают ферментов (целлюлаз), которые могли бы расщеплять клетчатку. Она подвергается действию бактерий пищеварительного тракта, особенно микроорганизмов рубца у жвачных. Под их влиянием клетчатка сбраживается и распадается на органические кислоты, углекислоту, метан, декстрин и целлобиозу. Углекислота и метан выделяются из пищеварительного тракта, а декстрины под действием карбогидраз кишечного сока и целлобиоза под действием фермента целлобиазы могут быть гидролизованы в глюкозу. Действие микроорганизмов на клетчатку является важной частью обмена углеводов. Из образующихся при расщеплении клетчатки продуктов важнейшим является уксусная кислота, которая широко используется организмом в обмене.

Продукты расщепления углеводов в пищеварительном тракте всасываются в кровеносные капилляры, пронизывающие стенки кишечника. Капилляры соединяются в воротную вену, по которой кровь попадает в печень. Скорость

[1] Н. Д. Прянишников и др. К изучению влияния лигнина на переваримость грубых кормов. «Успехи зоотехнических наук», 1935, т. I, в. 1, стр. 69—78.

[2] Вопросы кормодобывания, под ред. Елсукова и Зубрилина, Сельхозгиз, 1947, стр. 423.

[3] Руководство по кормлению и обмену веществ. Сельхозгиз, 1937, т. II, стр. 169.

всасывания отдельных сахаров различна и не зависит ни от концентрации, ни от абсолютного количества введенного сахара.

Коэффициенты всасывания отдельных сахаров из 50-процентного раствора после 48 часов голодания у крыс таковы:

галактозы	0,196	маннозы	0,034
глюкозы	0,178	ксилозы	0,028
фруктозы	0,077	арабинозы	0,016

Фруктоза и галактоза превращаются в глюкозу, так что в крови циркулирует только виноградный сахар.

Таким образом организм использует глюкозу. Доказательством этому является следующее: 1) в составе крови при пищеварении находят только глюкозу; 2) замена всех углеводов пищи глюкозой нисколько не отражается на состоянии животного; 3) если ввести глюкозу прямо в кровь животному, то она используется организмом; 4) если ввести в кровь животному дисахариды или полисахариды, они организмом не используются, а выделяются через почки в моче.

Таблица 5

Ход переваривания (гидролиза) углеводов

Отдел пищеварительного тракта	Выделенный сок	Реакция сока	Действующий фермент	Части пищи, на которые действует фермент	Продукты гидролиза	Примечание
Рот и некоторое время желудок	Слюна	Щелочная или нейтральная	Птиалин (диастаза)	Незначительная часть крахмала и гликогена пищи	Мальтоза	Ферменты слюны действуют до момента полного пропитывания пищи кислыми соками желудка
			Мальтаза	Мальтоза	Глюкоза	—
Желудок	Желудочный сок	Кислая	—	—	—	—
	Панкреатический сок поджелудочной железы	Щелочная	Диастаза	Большая часть крахмала и гликогена пищи	Мальтоза	Всасывается и поступает в кровь только глюкоза
			Диастаза	Большая часть крахмала	Мальтоза	—
			Мальтаза	Мальтоза	Глюкоза	—
Тонкие кишки	Кишечный сок	Щелочная	Инвертаза (сахараза)	Сахароза пищи	Глюкоза и фруктоза	Фруктоза и галактоза изомерируются в щелочной среде кишечника в глюкозу
			Лактаза	Лактоза пищи	Глюкоза и галактоза	
Предотделы желудка у жвачных. Ободочная и слепая кишки у лошадей и свиней	—	—	Кишечные микроорганизмы	Клетчатка	Низшие жирные кислоты (уксусная, масляная, валериановая), углекислота и метан	Углекислота и метан выделяются через пищеварительный тракт, углекислота и легкими. Органические кислоты всасываются
					Декстрины Целлобиоза	После ферментного гидролиза всасываются в форме глюкозы

Ход переваривания углеводов крахмала и клетчатки показан в табл. 5. Если с пищей поступает избыток легко переваримых углеводов (т. е. любых, кроме клетчатки), то наблюдается понижение переваримости прочих питательных веществ, известное под названием «депрессии переваривания».

Это объясняется тем, что бактерии в этом случае в первую очередь используют легко переваримые углеводы, клеточные стенки кормов остаются неразрушенными и, следовательно, содержимое клеток не используется. Кроме того, образующиеся при брожении углеводов жирные кислоты усиливают перистальтику кишок и ускоряют прохождение пищи по тракту, т. е. уменьшается продолжительность обработки пищи пищеварительными соками.

СУДЬБА УГЛЕВОДОВ В ТЕЛЕ

Считается, что основное значение углеводов в организме — давать энергию для поддержания температуры тела.

Несомненно, эта функция важна, но, надо думать, она имеет попутное значение. Продуктивные животные получают в пище углеводов гораздо больше, чем это нужно для поддержания температуры тела. Углеводы обеспечивают ряд процессов обмена в организме, они являются материалом для образования углеводов и жира молока, преобразуются в жир тела и участвуют в обмене веществ в мышце. Углеводы необходимы как участники в реакции переаминирования аминокислот.

Уксусная кислота, получающаяся при брожении в пищеварительном тракте, как это теперь выяснено, играет большую роль в образовании жира в молочной железе у коров. Прекращение образования в рубце уксусной кислоты ведет к значительному понижению содержания жира в молоке.

Углеводы всасываются из кишечника в виде глюкозы или кислот и с кровью воротной вены приносятся в печень. Содержание глюкозы в крови воротной вены после приема пищи повышается, в сосудах же большого круга и в печеночной вене содержание ее постоянно. Это показывает, что при введении глюкозы сверх немедленной потребности организма часть ее в печени задерживается. Действительно, клетки печени способны к задержке и отложению глюкозы в виде животного крахмала гликогена. Этот синтез глюкозы осуществляется, повидимому, при помощи ферментов.

Остальная глюкоза разносится кровью по организму. В клетки тканей глюкоза попадает из крови. В клетках она также откладывается в виде гликогена. Таким образом, гликоген является запасом углеводов организма.

Однако отложение гликогена печенью и тканями ограничено; содержание его не превышает 2% веса всего организма, причем в мышцах его содержится около 4% и в печени 18%. Часть глюкозы может быть использована для отложения жира, в значительной же части углеводы используются организмом для производства работы. При этом гликоген или глюкоза превращаются через ряд промежуточных реакций, объединяемых общим названием гликолиза, и дают энергию для ресинтеза аденозинтрифосфорной кислоты, взаимодействующей с мышечными волокнами при их сокращении. Углеводы используются и для тканевого дыхания, с окислением до CO_2 и H_2O, причем освобождающаяся энергия и здесь идет на обеспечение процессов мышечного сокращения. Следовательно, при работе содержание глюкозы в крови и гликогена в мышцах понижается. Но кровь большого круга кровообращения для нормальной работы всех органов должна иметь более или менее постоянный состав, так как любое изменение этого состава повлечет за собой изменение реакции крови, осмотического давления и т. п. Следовательно, организм должен иметь такие органы, которые непрерывно регулировали бы состав крови. По отношению к содержанию глюкозы в крови таким регулятором является печень. Всякое

понижение глюкозы в крови вызывает расщепление гликогена печени. И этот процесс продолжается до тех пор, пока содержание глюкозы в крови не дойдет до нормального. В то же время, как мы уже говорили, печень удерживает и избыток поступающей в кровь глюкозы. Углеводный обмен управляется центральной нервной системой, частью путем прямых воздействий, частью через функцию эндокринных желез.

Окисление глюкозы идет через ряд промежуточных превращений. В качестве промежуточного продукта распада углеводов в аэробных условиях образуется пировиноградная кислота, которая через каталитический цикл трикарбоновых кислот расщепляется на 2 молекулы углекислоты и 2 молекулы воды с присоединением двух молекул кислорода.

Очень важно отметить, что процессы распада глюкозы являются реакциями обратимыми, т. е. как из глюкозы может образоваться пировиноградная кислота, так и из пировиноградной кислоты может образоваться глюкоза. Кроме того, продукты неполного распада глюкозы могут явиться материалом для образования жиров и белков и наоборот.

ОБРАЗОВАНИЕ УГЛЕВОДОВ ИЗ ЖИРА ТЕЛА И ЖИРА ТЕЛА ИЗ УГЛЕВОДОВ ПИЩИ

Количество углеводов (глюкозы) в крови довольно постоянно и ограничено. Превращение глюкозы в гликоген и обратно поддерживает их постоянное содержание в крови.

Количество гликогена, являющегося запасом углеводов у крупного рогатого скота, определяется примерно в 2 *кг*. Поэтому, если в печени и в мышцах отложено достаточное количество гликогена, а в организм продолжают поступать углеводы, то они в жировой ткани (И. А. Смородинцев) [1] превращаются в жир, который может в большом количестве отлагаться в клетках соединительной ткани про запас.

Доказательства превращения углеводов пищи в жир были получены несколькими путями. Так, например, при кормлении животных пищей, почти лишенной жира и содержавшей почти исключительно углеводы, у них наблюдалось отложение жира, значительно превосходившее по количеству тот жир, который был съеден в пище (Н. П. Чирвинский). Аналогично этому у молочных коров наблюдалось гораздо большее выделение жира в молоке, чем они его получали в пище [2]. Наконец, у животных, обильно питаемых углеводами, на фоне общего обильного питания наблюдается дыхательный коэффициент больше единицы. Объяснение этого явления приведено ниже (стр. 140). Механизм образования жира из углеводов не вполне ясен. Существует предположение, что некоторые продукты углеводного обмена путем перестройки превращаются в жирные кислоты, которые и входят в состав запасного жира тела.

При недостатке или отсутствии углеводов в пище, если к тому же иссякли запасы гликогена в теле животного, а также если содержание глюкозы в крови ниже нормы, может иметь место разрушение жира (и протеина тела). Несмотря на то, что процесс превращения жиров в углеводы в растительных организмах твердо установлен, многие исследователи считают, что в животном организме он не имеет места.

Известно, однако, что глицерин в организме легко превращается в глюкозу.

---

[1] См. стр. 38.

[2] Как уже указывалось, в число предшественников молочного жира входит уксусная кислота, один из продуктов обмена углеводов.

Вопрос о превращении жира в углеводы имеет большое значение в связи с нарушениями углеводного обмена (диабетом). Доводы, приводимые в пользу превращения жира в углеводы, причем не только глицерина, но и жирных кислот, в частности, опираются на то, что трудно было бы иначе представить возможность сохранения уровня сахара в крови, так как обычных запасов углеводов бывает достаточно только на первые 2—3 часа после прекращения их поступления с пищей. К такому превращению теперь уже имеются и экспериментальные доказательства [1].

РАЗРУШЕНИЕ УГЛЕВОДОВ В ТЕЛЕ

Физиологическое значение глюкозы в крови и гликогена в мышцах и печени следует рассматривать не как более или менее временное отложение веществ в теле, а скорее как источник энергии, необходимой для различных физиологических процессов.

Наиболее ощутимый процесс, совершающийся за счет углеводов, — это производство мышечной работы. Энергия, необходимая для производства мышечной работы, получается за счет распада глюкозы. Превращение глюкозы происходит как без кислорода (гликолиз), так и путем окисления до CO_2 и H_2O. Эти оба процесса идут с разрывом углеродных связей под влиянием ферментов. В результате распада содержание глюкозы в крови понижается (гипогликемия), что вызывает распад гликогена и, таким образом, при мышечной работе запасы гликогена в мышцах и печени сильно уменьшаются и даже совсем могут исчезнуть. При достаточном кормлении животного углеводами они первыми используются в обмене, на что указывает дыхательный коэффициент, близкий к единице (стр. 139).

При этом разрушение углеводов идет до углекислоты и воды.

НАРУШЕНИЯ ОБМЕНА УГЛЕВОДОВ

Нарушения обмена углеводов проявляются либо в изменении нормальных уровней сахара в крови, либо в нарушении окисления углеводов и накоплении в организме пировиноградной кислоты. Иногда нарушение обмена углеводов сопровождается извращением белково-жирового обмена, проявляющегося в повышенном содержании кетоновых тел в крови и моче, а у лактирующих животных и в молоке. Причиной нарушения обмена углеводов могут быть: недостаток или крайний избыток углеводов в пище, нарушения регуляторных систем организма или нарушение функционального состояния печени, поджелудочной и щитовидной желез и гипофиза. Причиной нарушения окисления углеводов является авитаминоз или гиповитаминоз B_1, что приводит к недостатку в организме каталитических систем, участвующих в окислении углеводов.

---

[1] В. И. Коган-Ясный. Диабет. ГИЗ УССР, 1945, стр. 72.

ГЛАВА III

ЖИРЫ И ИХ ОБМЕН

ЖИРЫ В ПИЩЕ

В зоотехнии под «сырым» жиром понимают встречающиеся в животном и растительном мире смеси нейтральных жиров (глицеридов) с незначительными количествами таких веществ, как жирные кислоты, стеролы, фосфатиды, эфирные масла и т. д.

Нейтральные жиры представляют собой эфиры трехатомного спирта, глицерина и высших жирных кислот.

К простым липидам относятся нейтральные жиры (эфиры жирных кислот и глицерина) и воска (эфиры жирных кислот с высокомолекулярными алкоголями). Сложными липидами (липоидами) считаются соединения, содержащие глицерин, жирные кислоты, фосфор и азот. Их можно рассматривать как триглицериды с двумя радикалами жирных кислот и одним радикалом сложного эфира азотистого основания и фосфорной кислоты. Сюда относятся фосфолипиды (лецитин, кефалин), гликолипиды, не содержащие фосфорной кислоты (цереброзиды), аминолипиды, а также стеролы (стерины), ненасыщенные вторичные спирты, встречающиеся в животном (холестерин) и растительном (фитостерины) мире, в соединении с высокомолекулярными жирными кислотами.

В основу разделения жиров обычно кладется признак происхождения. Различают растительные и животные жиры. В каждой группе разделяют жиры по температуре плавления и различают жиры жидкие и твердые. Жидкие жиры, или масла, делят, смотря по содержанию непредельных кислот, на высыхающие, полувысыхающие и невысыхающие. Иногда и твердые жиры различают по содержанию летучих жирных кислот. Жиры как глицериды жирных кислот различаются относительным их содержанием, что и определяет свойства жиров. Для сравнения приведем содержание глицеридов жирных кислот в некоторых жирах растительного и животного происхождения (табл. 6).

Из приведенных данных можно заключить, что состав жиров различного происхождения не идентичен. Судить о различии в содержании глицеридов кислот в отдельных жирах можно по константам для этих жиров. Так, число Рейхерта-Мейселя показывает относительное количество летучих, растворимых в воде жирных кислот (масляной и капроновой).

Число омыления показывает общее количество как свободных, так и связаных с глицерином жирных кислот. Это число обратно пропорционально молекулярному весу кислот, входящих в состав жира.

Молекулярный вес масляной кислоты — 302, число омыления — 557, а льняной соответственно 878 и 191,4.

Иодное число указывает на содержание непредельных (ненасыщенных) кислот вида $C_nH_{2n-2}O_2$: олеиновой, льняной, линоленовой и др.

Ацетильное число показывает на присутствие оксикислот, которых, как правило, не содержат чисто природные жиры; при хранении же жиров ацетильное число повышается за счет изменений, происходящих в жире.

Таблица 6

Состав жиров растительного и животного происхождения

Глицериды кислот	Процент глицеридов			
	в льняном масле	в кокосовом масле	в свином сале	в коровьем масле
Масляной (бутирин)	—	—	—	6,5
Капроновой (капронин)	—	0,25	—	3,8
Каприловой	—	0,25	—	3,1
Капроиновой	—	19,50	—	—
Лауриновой	—	40,0	12,4	15,0
Миристиновой	—	24,0	15,4	11,5
Пальмитиновой	9,0	10,60	5,3	15,7
Стеариновой	—	—	9,0	8,4
Олеиновой	18,0	5,40	47,2	31,0
Льняной	31,0	—	—	5,0
Линоленовой	41,0	—	10,7	—
Неомыляемых веществ	1,0	—	—	—
Итого	100,0	100,0	100,0	100,0

Неомыляемый остаток содержится в значительном количестве во всех жирах. В неомыляемых веществах содержится фитостерин (в растительных жирах), холестерин (в животных) и другие вещества и примеси. Характеристика ряда жиров растительного и животного происхождения дана в табл. 6 и 7.

Растительные масла характеризуются содержанием в их составе глицеридов разнообразных кислот, в то время как животные жиры состоят преимущественно из глицеридов трех кислот: пальмитиновой, стеариновой и олеиновой. Из констант для жидких растительных масел характерно высокое иодное и ацетильное число. Остальные константы варьируют как для растительных, так и для животных жиров.

ПЕРЕВАРИВАНИЕ И ВСАСЫВАНИЕ ЖИРОВ

Переваривание жиров заключается в гидролитическом расщеплении на глицерин и жирные кислоты при помощи расщепляющих жир ферментов — липаз. Ферменты, гидролизующие жиры, находятся в желудочном и панкреатическом соках. Желудочная липаза действует только на эмульгированные жиры (например, на жир молока). Липаза панкреатического сока выделяется в виде недеятельного зимогена, который активируется желчью. Активированные желчью липазы гидролизуют нейтральные жиры до глицерина и жирных кислот. При этом образуется растворимый комплекс из желчных и жирных кислот, который диффундирует в эпителий кишечника. Здесь комплекс распадается, желчные кислоты, как поверхностно активные вещества, адсорбируются на поверхности эпителия и способны реагировать с новыми порциями жирных кислот, находящихся в полости кишечника. Освободившиеся, с другой стороны, в эпителии кишечника жирные кислоты ресинтезируются в нейтральный жир.

Константы для жиров растительного и животного происхождения

Жир	Состав жира — глицериды кислот	Число Рейхерта — Мейсселя	Число омылений	Иодное число	Ацетильное число	Неомыляемый остаток (процент)
Растительные масла						
Льняное масло	Льняной, линоленовой, олеиновой, арахиновой, стеариновой, пальмитиновой и миристиновой	0	187,6—195,2	171—199	8,5	0,4—1,9
Масло кукурузы	Олеиновой, льняной, линоленовой, изолиноленовой, пальмитиновой, стеариновой, арахиновой, капроновой, каприловой, каприновой, уксусной (?), муравьиной (?)	2,4—4,3	188,1—203,0	111,2—130,8	8,0	1,35—1,55
Кокосовое масло	Миристиновой, лауриновой, олеиновой, каприловой, каприновой, капроновой, пальмитиновой, стеариновой	6,5—8,5	250—258	7,7—10	0,9—12	—
Животные жиры						
Говяжье сало	Пальмитиновой, стеариновой и олеиновой	0,2—0,5	191—200	32—57	2,7—8,6	—
Конское сало	Пальмитиновой, стеариновой, олеиновой, льняной и линоленовой	0,4—2,0	195,1	75—94	1,8—2,4	0,43
Бараньe сало	Пальматиновой, стеариновой и олеиновой	—	192—196	31—46	—	—
Свиное сало	Пальмитиновой и олеиновой	0,3—0,9	193—200	46—64	2,6	—
Жир коровьего молока	См. табл. 6	21—36	218—235	25—47	—	0,3—0,5

Желчные кислоты играют важную роль в усвоении жиров пищи. Они стимулируют эмульгирование жиров, активируют липазу панкреатического сока и, наконец, способствуют всасыванию свободных жирных кислот.

Ход переваривания жиров приведен в табл. 8.

Таблица 8

Ход переваривания жиров

Отдел пищеварительного тракта	Выделяемый сок	Действующий катализатор или компонент	На что действует	Образующиеся продукты	Примечание
Желудок	Желудочный сок	Липаза	Эмульгированные жиры (жир молока)	Свободные жирные кислоты	Имеет значение главным образом в подсосный период
	Панкреатический и желудочный соки	Углекислые соли	Свободные жирные кислоты пищи Мыла и жир	Мыла Эмульсия	Образованию эмульсии содействует углекислота, образующаяся при взаимодействии жирных кислот и углекислых солей
Тонкие кишки	Желчь печени	Желчные кислоты	Зимогены липаз панкреатического и кишечного сока	Активные липазы	
		Активные липазы	Нейтральные жиры (эмульсии)	Глицерин Свободные жирные кислоты Мыла	Всасываются глицерин, свободные жирные кислоты и мыла
	Панкреатический, желудочный и кишечный соки	Щелочи	Свободные жирные кислоты		

Задача гидролитического расщепления жиров при пищеварении сводится к образованию растворимых веществ, могущих пройти через пограничную мембрану клеток кишечного эпителия.

По выходе из противоположного конца кишечных клеток капельки жира проникают в центральную полость ворсинки, называемую центральным млечным сосудом. Это лимфатическая полость, содержащая жидкость — хилус, насыщаемый жировыми капельками. Хилус поступает в лимфатическую систему и изливается в кровь через грудной лимфатический проток, минуя печень. Опыты с мечеными атомами показали, что часть фосфатидов жира может всасываться в кишечник в виде тонкой эмульсии без предварительного гидролиза.

СУДЬБА ЖИРА В ТЕЛЕ ЖИВОТНОГО

Жир, попавший в организм из пищи или образовавшийся в организме, в некотором количестве выводится из него в виде жира — почками в моче и с секретами сальных и молочных желез.

Значительная часть жира расщепляется и окисляется с образованием большого количества тепловой энергии и воды. Возможно использование жира для образования углеводов (сахара). Наконец, жир может в организме накапливаться и откладываться в качестве запасного материала.

Пищевой жир лимфой переносится в кровь и кровью разносится по всему организму. При избыточном поступлении жир откладывается про запас в жировой ткани; при этом, в противоположность углеводам, может откладываться в очень значительном количестве.

Качество жира, отлагающегося про запас, зависит от качества жира пищи. Если в состав жиров пищи входят в недостаточном количестве те жирные кислоты, из которых нормально состоит жир данного животного, и очень много чуждых организму, то при обратном синтезе (во время всасывания) могут образоваться и отложиться в организме жиры, чуждые по своему составу жиру животного. Кроме запасного жира, жир пищи переходит и в жир клеток тела, но в этом случае клетки при помощи ферментов расщепляют пищевой жир на его составные части и затем уже из части их строят свой специфический жир данной клетки.

Кроме того, клетки могут синтезировать жир из продуктов расщепления углеводов и белка. При процессах, связанных с потреблением энергии, организм сжигает запасные жиры, предварительно расщепив их ферментами на глицерин и жирные кислоты. Сгорание жира происходит в клетках, но неизвестно, как регулируется доставка жира, необходимого для сжигания в том или ином органе и как осуществляется распад. Известно, что глицерин при внутриклеточном обмене дает глицериновый альдегид, который образуется и при распаде глюкозы, и в дальнейшем его распад идет аналогично продуктам распада глюкозы. Жиры клетки, окисляясь, превращаются в оксикислоту (имеющую спиртовую группу), затем в кетокислоту, от которой отщепляется уксусная кислота. Эта последняя окисляется до углекислоты и воды, а углеродная цепь исходной жирной кислоты становится, таким образом, на 2 углеродных атома короче.

Путем дальнейшего окисления и отщепления уксусной кислоты в конце концов получается масляная кислота. Она распадается на 2 частицы уксусной кислоты, которые также окисляются до углекислоты и воды.

Таким образом, при распаде жиров получаются продукты, до известной степени сходные с продуктами распада углеводов.

ОТЛОЖЕНИЕ ЖИРА В ТЕЛЕ

Поступающий из пищеварительного тракта в кровь избыток жира служит материалом для отложения жира в теле.

Если жир животного образуется преимущественно из углеводов, то каждый вид животных образует свой видовой жир: свиньи — свой типичный жир, овцы — свой и т. д. Если же животным дается в пище избыток жира, то жирные кислоты жиров корма переходят в некотором количестве в организм, и после более или менее длительного срока такого кормления жир животного начинает походить по своим свойствам на смесь типичных видов жира животного и жира корма. Так, например, отнятым от матки поросятам скармливалось молоко в смеси с одним из кормов, указанных в табл. 9. В результате жир тела этих поросят оказался различным.

Таблица 9

Влияние корма на константы жира тела

Корм, примешиваемый к молоку	Точка плавления жира тела	Число омыления жира тела	Иодное число жира тела
Картофель	43,3	195,6	59,1
Кукуруза	40,1	195,6	66,7
Кокосовая мука	36,6	205,6	43,9
Мясная кормовая мука	36,7	197,5	57,6

Однако действие корма на состав отлагающегося жира имеет сравнительно небольшое значение. Это можно видеть из того, что на одних и тех же растительных рационах крупный рогатый скот и овцы образуют совершенно специфические, отличные по свойствам и составу жиры.

Процесс этих внутренних изменений растительных жиров зависит, повидимому, от специфической для данного вида животных обменной деятельности клеток тела, сущность которой пока неизвестна.

ИСТОЧНИКИ ЖИРА В ТЕЛЕ

Жир в организме животных образуется преимущественно из углеводов (прежде всего из крахмала и сахара), но также из жира и протеинов пищи. Так как углеводы содержат значительно больше кислорода, чем жиры, то при образовании жиров из углеводов происходит процесс восстановления, а освобождающийся при этом свободный кислород используется для окислительных процессов в организме и выводится из него в виде углекислоты. 100 *г* крахмала или 100 *г* сахара могут при этом дать 41,1 *г* жира, 47,5 *г* углекислого газа и 11,4 *г* воды. Местом синтеза жира из углеводов считали печень, из которой жир кровью должен был транспортироваться в жировые депо. Эту точку зрения оспаривает проф. И. А. Смородинцев [1]. При опыте кормления гусей углеводами не было отмечено повышения жира в крови, хотя это должно бы было произойти, если бы жир образовывался в печени и разносился кровью по телу. Основываясь на исследовании состава жировой ткани по дням интенсивного кормления животных углеводами, высказывают предположение, что местом превращения углеводов в жиры служит сама жировая ткань. Жировая ткань способна синтезировать гликоген. Глюкоза, пировиноградная и молочная кислоты и гликоген синтезируются в жир в жировой ткани. Таким образом, жировая ткань является не только местом отложения запасного жира, но и органом, в котором он образуется из углеводов. О возможности отложения жира корма в жире тела говорилось выше.

Значительно сложнее обстоит вопрос о возможности образования жира из протеина корма и протеина тканей. Опыты Кельнера, Фингерлинга и других на быках и свиньях, из которых как бы следует возможность образования жира из белка корма, не убедительны, так как они проводились с прибавками протеина к основному рациону, всегда содержавшему достаточное количество углеводов. Поэтому возможно, что прибавленный протеин замещал часть углеводов основного рациона, при этом не обязательно в функции жирообразования.

Проф. Е. А. Богданов в опытах на подсвинках показал [2], что у поросят-отъемышей при кормлении кормом, очень богатым белком, часть отложившегося жира могла образоваться только из белка.

Наиболее убедительную иллюстрацию возможности использования белка для отложения жира дал Н. Е. Дуклер [3] в 1941 г. Он держал экспериментальных животных на диете, состоявшей из протеина и практически не содержавшей жира и углеводов, и доказал, что животные могут синтезировать жир из протеина, но при непременном условии: надлежащей добавки какого-либо источника комплекса витаминов В.

---

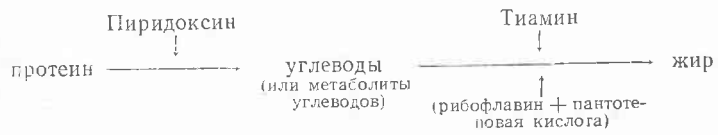
[1] И. А. Смородинцев. Биохимия мяса. Пищепромиздат, 1952. См. также: С. М. Лейтес. Физиология и патология жировой ткани. Медгиз, 1954.

[2] Е. А. Богданов. О прямом и косвенном участии белков в образовании жира. Москва, 1909.

[3] Н. Е. Дуклер. Роль витаминов комплекса В в процессах образования жира из белка. Физиол. журн. СССР им. И. М. Сеченова, т. 30, в. 5, стр. 608—612, 1941.

Повидимому, для синтеза необходимы пиридоксин, при участии которого из протеина получается углеводный остаток (схема ниже), и тиамин, причем первый не эффективен без второго. Рибофлавин и пантотеновая кислота усиливают действие тиамина [1].

Схема превращения протеина в жир



Таким образом, возможность использования протеина как источника для образования жира не исключается, но ограничена (по крайней мере для вида животных, употребленных в эксперименте). Требуется присутствие дополнительных факторов — комплекса витаминов В или дрожжей.

ФУНКЦИИ ЖИРА В ТЕЛЕ

Как это уже указывалось, жир служит в качестве структурного материала, входящего в состав протоплазмы клеток и в чистом виде в качестве запасного материала. Жир играет пока еще не вполне выясненную роль в физиологических функциях и в образовании жира молока. Некоторые ненасыщенные жирные кислоты природных жиров (линолевая, линоленовая и др.) незаменимы и должны доставляться с пищей.

Запасный жир, помимо его чисто механических функций, является значительным источником энергии для производства как внутренней, так и внешней работы организма. Однако отложенный жир как бы исключается из обмена в теле до тех пор, пока приток пищи, и в частности углеводов, достаточен для удовлетворения энергетических потребностей организма [2]. Образование энергии за счет жиров получается в результате их постепенного расщепления и окисления до углекислоты и воды. Вначале жиры, вероятно под влиянием клеточных энзимов, расщепляются на глицерин и жирные кислоты. Глицерин дает продукты распада, до известной степени аналогичные продуктам распада глюкозы, а жирные кислоты путем окисления углеродного радикала, находящегося в β-положении, и путем отщепления двух углеродных атомов дают жирные кислоты с меньшим числом углеродных атомов.

НАРУШЕНИЯ ОБМЕНА ЖИРОВ И ЛИПОИДОВ

Расстройства жирового и липоидного обмена у сельскохозяйственных животных проявляются в форме авитаминозов, через нарушения функций печени, болезни кожи у молодняка, расстройства воспроизводства у взрослых. Причиной расстройства обмена жиров и липоидов может быть их недостаток в пище. В состав природных жиров входят незаменимые ненасыщенные жирные кислоты, недостатком которых объясняются заболевания кожи и расстройства воспроизводства. При недостатке жира обычно недостаточно поступает с пищей жирорастворимых витаминов A, D, E, K. При недостатке в пище липоидов (лецитина), в том случае, если это сопровождается недостатками хо-

[1] С. М. Лейтес. См. сноску 2 на стр. 75.

[2] О фактически происходящих процессах в жировых депо даже при их количественном постоянстве указано на стр. 36.

лина или аминокислоты метионина, развивается жировая инфильтрация печени, нарушается функция печени и почек [1].

Расстройства жирового и липоидного обмена могут быть связаны с нарушением переваривания и всасывания в желудочно-кишечном тракте, что чаще всего связано с расстройством функции печени и недостатком или прекращением выделения желчи в двенадцатиперстную кишку. В этом случае переваримость жира резко снижается. К расстройствам жирового обмена относится накопление в крови, высокое выделение в моче и появление в молоке кетоновых тел. Это часто сопровождается сдвигом pH крови в кислую сторону, т. е. явлением, известным под названием ацидоза. Гиперкетонемия может возникнуть, как теперь считают, на почве усиленного распада жиров и белков тела при недостатке углеводов, необходимых для окисления кетоновых тел через цикл трикарбоновых кислот.

[1] Л. А. Черкес. Холин как пищевой фактор и патология холинового обмена. Изд. Акад. мед. наук, 1953.

ГЛАВА IV

ПРОТЕИНЫ И ИХ ОБМЕН

ПРОТЕИНЫ ТЕЛА И ПИЩИ

Как указывалось, в кормлении различают сырой протеин и белок. Первым называется комплекс, содержащий как белок, так и амиды.

В обмене веществ между организмом и внешней средой ведущее место занимает обмен белков. Это объясняется прежде всего присущими белкам специфическими физико-химическими и биологическими свойствами, характеризующими их как носителей жизни, а также тем, что они составляют структурные элементы тела животных. Протеин кормов служит источником белков тел.

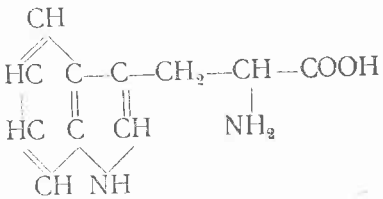
Белки состоят из углерода, водорода и кислорода, так же как углеводы и жиры, но, в отличие от этих последних, всегда содержат азот, почти всегда серу, иногда фосфор и другие элементы. Они представляют собой высокомолекулярные и чрезвычайно нестойкие соединения.

Растворы белков вследствие большой величины их молекул, как и растворы полисахаридов и липоидов, являются растворами коллоидальными, не способными к образованию кристаллов. Растворы белков свертываются при кипячении и не проходят через животные перепонки. Обычно для изучения какого-либо вещества стремятся получить его в чистом виде. Этого достигают путем многократной перегонки, если вещество жидкое, или путем многократной перекристаллизации, если оно твердое. Однако почти любое внешнее воздействие (подкисление, подщелачивание, подогревание) вызывают глубокие внутренние изменения белков, и они перестают существовать как таковые. Кроме того, белки корма или белки животного организма не представляют собой чего-то однородного, а являются обычно смесью нескольких белков.

Все белки обладают одним общим свойством. При гидролизе они дают в качестве конечных продуктов гидролиза аминокислоты. По количеству и качеству аминокислот, получающихся при гидролизе отдельных белков, судят о строении этих белков. Для некоторых белков характерно отсутствие той или другой аминокислоты (например, в казеине нет гликокола). Другие белки, наоборот, отличаются большим содержанием какой-нибудь аминокислоты (так, в кератине очень много цистина).

Встречающиеся в животном организме альфа-аминокислоты являются производными кислот жирного или ароматического ряда. Альфа-аминокислоты содержат амино- и карбоксильную группы, которые присоединены к первому углеродному атому в цепи. Простейшей аминокислотой является аминоуксусная кислота — гликокол.

Как пример более сложной аминокислоты приведем гетероциклическую аминокислоту — триптофан.



Попытки выяснить путем разложения белков, как соединены аминокислоты в молекуле белка, оказались безуспешными. Поэтому был испытан обратный путь — получить соединением аминокислот между собой белки или вещества, близкие к белкам.

А. Я. Данилевским впервые было высказано предположение, что соединение отдельных аминокислот в молекуле белка осуществляется при помощи пептидной связи, так что аминная группа одной аминокислоты соединяется с карбоксильной группой другой. Соединяя пептидными связями отдельные аминокислоты между собой за счет выделения частиц воды, получили вещества разной сложности, названные полипептидами. В простейшем случае соединения двух аминокислот получают дипептид. Соединяя дипептид с аминокислотой, получают трипептид.

Продолжая аналогичное соединение аминокислот, получили полипептид из 18 аминокислот, оказавшийся по своим свойствам очень близким к пептонам (промежуточным продуктам распада белка).

Характерным для полипептидов является способ связи в них аминокислот через группу CO—NH. Что такой способ связи существует и в белках, доказывается тем, что белки так же, как и все соединения, имеющие не менее двух таких групп (например, трипептиды), дают биуретовую реакцию. Эта реакция заключается в том, что раствор испытуемого вещества сильно подщелачивают и прибавляют к нему слабый раствор медного купороса. При этом белки дают фиолетовое окрашивание, а пептоны — розовое или красное. Биуретовую реакцию дают и все полипептиды, начиная с трипептидов. Свое название эта реакция получила от биурета $NH_2—CO—NH—CO—NH_2$, также дающего эту реакцию.

Как выяснено советскими учеными, акад. Н. Д. Зелинским, проф. В. С. Садиковым и проф. Н. И. Гавриловым, полипептидное строение не является единственно возможным. Н. Д. Зелинским, В. С. Садиковым и Н. И. Гавриловым была разработана и обоснована циклическая теория строения белка. По этой теории, в основе строения белковых молекул лежат дикетопиперазиновые кольца, причем эти кольца могут соединяться с отдельными аминокислотами и полипептидами.

Предполагаются и другие формы связи аминокислот и более крупных звеньев белковой молекулы в сложных и многообразных по своим реакционным возможностям молекулах белка.

Белки при растворении в воде образуют коллоидальные растворы (золи). Высаливая, т. е. прибавляя к раствору белка насыщенный раствор какой-нибудь нейтральной соли, можно перевести белок в твердое состояние (гель). Если затем снова белок растворить, то опять получим золь.

Кипячением, осаждением солями тяжелых металлов или осаждением крепкими минеральными кислотами белки также переводят в состояние геля, но при этом осаждение является уже необратимой реакцией, т. е. осажденный

белок в воде не растворяется. Он, как говорят, денатурируется. При этом изменяются его физические, химические и биологические свойства [1].

Пептоны, как промежуточные продукты распада белков, имеют молекулы меньшей величины, они растворимы в воде и способны проходить через животные перепонки. Они не свертываются при кипячении, но дают биуретовую реакцию, причем окрашивание получается не фиолетовое, а розовое или красное. Аминокислоты также растворимы в воде, не свертываются при кипячении, но, в отличие от пептонов, не дают биуретовой реакции.

Так как сочетания и количества аминокислот могут быть чрезвычайно разнообразны, то и белки не являются вполне определенными химическими соединениями, а представляют группы различных сложных веществ. В основном белки подразделяют так:

протеины	протеиды
альбумины глобулины глютелины проламины протамины и гистоны протеиноиды (протеины опорных тканей)	хромопротеиды (гемоглобин и другие соединения белков с пигментами) нуклеопротеиды (ядерные белки) глюкопротеиды (белки хрящей и слизей) фосфопротеиды

Кроме перечисленных белков, в отдельные группы выделяют сократительные белки мышц и специфические белки — ферменты. Из последних некоторые по своему составу относятся к протеинам, т. е. к белкам, состоящим только из аминокислот, другие же — к протеидам.

Так, к протеинам относятся: пепсин, трипсин, уреаза и др. В состав молекул ферментов протеидов входят, помимо белка, в качестве простетической группы железо, медь, витамины и различные соединения.

В табл. 10 приведены минимальные и максимальные количества отдельных аминокислот в белках растительного и животного происхождения.

Размах колебаний немного меньше для белков животного происхождения, т. е. состав аминокислот в них несколько более постоянен, чем в белках растительного происхождения.

Таблица 10

Содержание (в процентах) аминокислот в белках растительного и животного происхождения

Аминокислоты	Белки растительного происхождения	Белки животного происхождения
Аргинин	3,6—25,8	7,2—20,7
Гистидин	0,9—14,4	0,2—18,0
Лизин	0,0—12,6	2,0—13,9
Тирозин	1,3— 3,2	2,0— 3,2
Триптофан	0,0— 4,2	1,0— 2,4
Серусодержащие (цистин, метионин)	0,4— 5,2	0,0— 3,0
Всего азота в белке	11,65—18,28	15,01—16,86

[1] Денатурация определяется как скачкообразное изменение типа конфигурации белковых молекул, происходящее в результате изменений межмолекулярных сил под влиянием среды и вызывающее изменение физических, химических и биологических свойств белка. (А. Г. Пасынков. Сборник «Белки в промышленности и сельском хозяйстве». Изд. АН СССР, 1952.)

Небелковая часть протеинов — амиды — также представляет собой сложную группу, включающую многочисленные вещества от аммиака и азотной кислоты до сложных органических соединений. По современным исследованиям, амиды содержат многие или все продукты гидролиза белка и аминокислоты, почему считают, что амиды являются промежуточными продуктами синтеза и распада белков в животных и растениях.

СУДЬБА ПИЩЕВОГО ПРОТЕИНА В ТЕЛЕ ЖИВОТНОГО

Пищевой протеин и входящие в него белки для участия в обмене веществ должны подвергнуться в пищеварительном тракте превращениям, в результате которых они лишаются своей специфичности. Животные весьма чувствительны к белкам, не свойственным их организму. При введении таких белков повторно прямо в кровь животных развиваются тяжелые анафилактические явления, нередко кончающиеся смертью. В то же время те же белки после их переваривания без опасности для здоровья и жизни животных используются в обмене. В результате переваривания все сложные соединения белков и амидов расщепляются до аминокислот и в таком виде всасываются. Известные случаи всасывания из тракта в кровь гомологичных белков (например, собаками белков плазмы собачьей крови) не имеют практического значения, так как питание гомологичными белками не имеет места. Всасывающиеся аминокислоты используются для синтеза тканевых и специфичных белков, а также для некоторых специфичных образований (например, гормонов). Некоторые «запасы» аминокислот создаются в эритроцитах. Вопрос о «запасных» белках в теле также следует считать разрешенным положительно. При временных недостатках белка в теле организм нормально функционирует, заимствуя белки из плазмы крови, из печени, мышечной ткани. Повидимому, белки плазмы, а отчасти также белки печени и мышц, можно рассматривать как резервные белки.

При недостатке белка в пище концентрация белков в плазме уменьшается, а при благоприятном протеиновом питании — восстанавливается.

Аминокислоты как пищевого, так и тканевого происхождения, не подходящие для синтеза, превращаются из одних аминокислот в другие либо разрушаются как таковые, и их безазотистые остатки участвуют в обмене по типу небелковых соединений.

Таким образом, аминокислоты служат как для синтеза или восстановления белков и специфических соединений организма, так и в качестве материала для получения энергии. В то же время идет ли разрушение белка тканей в процессе жизнедеятельности организма или разрушается пищевой протеин для получения энергии; в обоих этих случаях происходят одни и те же химические изменения. Как протеин пищи расщепляется ферментами пищеварительного тракта на составляющие его аминокислоты, так и белок тканей организма расщепляется на исходные аминокислоты ферментами тканей. Эти ферменты недеятельны только при вполне определенных условиях; незначительное нарушение этих условий, хотя бы в виде избыточного накопления кислоты при чрезмерной деятельности тканей, может активировать клеточные ферменты, и белки протоплазмы подвергаются действию своих собственных ферментов.

ПЕРЕВАРИВАНИЕ ПРОТЕИНА И ВСАСЫВАНИЕ ПРОДУКТОВ ПЕРЕВАРИВАНИЯ

Переваривание протеина кормов идет путем гидролиза под действием ферментов. Гидролиз заключается в постепенном расщеплении сложных веществ, составляющих протеин пищи, до простых аминокислот.

Ферменты, действующие на белки, — протеазы.

Переваривание протеина происходит в желудке. В состав желудочного сока входит соляная кислота и фермент пепсин. Соляная кислота вызывает набухание белков, что облегчает действие на них ферментов и активизирует пепсин, который вырабатывается в виде недеятельного пепсиногена, содержащего полипептид парализатор. Последний отщепляется под действием соляной кислоты. Пепсин расщепляет белки до альбумоз и пептонов. Действие пепсина, в общем весьма сильное, на разные белки не одинаково. Не поддаются его действию кератины и протамины. Трудно расщепляются белки опорных тканей, наиболее же легко — альбумины и глобулины как животного, так и растительного происхождения. В кишках на белки, пептоны и альбумозы действуют ферменты панкреатического и кишечного сока. В панкреатическом соке содержится недеятельный трипсиноген, который активируется энтерокиназой — ферментом кишечного сока, в результате чего образуется активный фермент трипсин. Трипсин гидролизует белки и легко гидролизующиеся пептоны при щелочной реакции, расщепляя белки на пептоны, а пептоны — на аминокислоты. В тонких кишках на пептоны действует фермент кишечного сока эрепсин, который расщепляет их на аминокислоты (табл. 11). Всасываются и поступают в кровь в нормальных условиях аминокислоты (или соединения типа простых пептидов, по Е. С. Лондону).

Расщепленные до аминокислот белки лишаются своей специфичности.

Доказательством всасывания аминокислот и потери ими специфичности служат следующие опыты: 1) если кормить животное смесью аминокислот, эти аминокислоты используются для образования белка тканей; 2) при введении белков прямо в кровь они не используются непосредственно, а сначала расщепляются на аминокислоты, причем имеют место процессы, которых не бывает при нормальном пищеварении (анафилаксия); 3) аминокислоты, введенные в кровь, организмом используются нормально.

В кормовом рационе животному доставляется смесь из протеинов разного качества и разных свойств. В число этих свойств входит и различная скорость переваривания. Последнее может сказаться на роли того или иного белка в обмене. В самом деле, два белка с одинаковым аминокислотным составом будут неравноценными для обмена, если отщепление аминокислот идет у них с неодинаковой скоростью. Есть основание думать, что скорость переваривания соответствует растворимости белков.

Перевариванием белковых веществ и амидов пищи роль пищеварительного тракта в обмене азота не исчерпывается. С пищеварительными соками на пищу в тракт выделяется большое количество белков и полипептидов тела, здесь они расщепляются до аминокислот, всасываются и вновь вступают на дальнейший путь их использования организмом. Эта проблема была разработана на собаках И. П. Разенковым и на сельскохозяйственных животных — А. Д. Синещековым [1]. По подсчетам З. И. Шеремет, с главными пищеварительными соками у лактирующей коровы вносится в химус более 500 *г* белка.

Физиологическое значение этого явления точно не выяснено. Кажутся достоверными соображения А. Д. Синещекова о том, что с помощью веществ соков организм поддерживает относительное постоянство состава химуса, что необходимо для нормального пищеварения.

Вряд ли явление значительного выведения белка с соками можно рассматривать как путь использования белков одних тканей для превращения в белки других. В рубце жвачных возможен синтез белка бактериями из простых азотистых соединений. Этот микробный белок также может быть источником белкового питания животных. Наконец в последних отделах пищеварительного

[1] Физиология питания сельскохозяйственных животных. См. сноску к стр. 126.

Таблица II

Ход переваривания белков

Отдел пищеварительного тракта	Выделяемый сок	Реакция	Действующий катализатор	На что действует	Продукты[1] гидролиза	Примечание
Желудок	Желудочный	Кислая	Деятельный пепсин	Белки	Альбумозы, пептоны	Пепсин вырабатывается в виде недеятельного фермента (зимогена). Его активатор HCl, выделяющаяся в желудке
			Химозин (сычужный фермент)	Белок молока (казеин)	Параказеин (выпадает в осадке с солями Ca)	Химозин действует при очень слабой кислой реакции
			Пепсин	Параказеин	Пептоны	
	Панкреатический	Щелочная	Трипсин протеолитический[2]	Белки	Пептоны	Трипсин вырабатывается в виде зимогена — трипсиногена. Его активатор — энтерокиназа кишечного сока
Тонкие кишки	Кишечный	Щелочная	Трипсин пептолитический[2]	Пептоны (легко растворимые)	Аминокислоты	
			Эрепсин	Пептоны, альбумозы	Аминокислоты	

[1] Из продуктов гидролиза всасываются и поступают в кровь только аминокислоты.

[2] Разделение трипсина на протеолитический и пептолитический, по А. П. Палладину, предположительно.

тракта возможно гниение белков и аминокислот под действием гнилостных форм микробов. Продукты гниения, в том числе и вредные, всасываются и в той или иной форме, часто обезвреженными, выделяются из организма с мочой.

ОБМЕН ПРОТЕИНА ПОСЛЕ ВСАСЫВАНИЯ

Аминокислоты из пищеварительного тракта поступают в кровь и через воротную вену в печень. В печени значительная часть поступивших аминокислот подвергается превращениям, другая же часть их разносится по телу кровью, попадает в межклеточную жидкость и отсюда извлекается тканями, строящими за их счет свои специфические белки с помощью протеаз.

Содержание аминокислот в плазме крови довольно постоянно. Это постоянство обеспечивается тем, что по мере извлечения аминокислот из плазмы убыль восполняется за счет нового поступления из пищеварительного тракта и за счет перехода их из эритроцитов. Содержание аминокислот в эритроцитах колеблется. Эритроциты считаются за подвижные депо аминокислот и поддерживают их постоянную концентрацию в плазме крови.

Свободные аминокислоты используются для синтеза белков плазмы крови, белков тканей, гормонов, ферментов и др.

Значение и роль отдельных аминокислот неодинаковы. Наиболее выяснено важное значение основных аминокислот — лизина, аргинина и гистидина; ароматических — фенилаланина, тирозина и триптофана и серусодержащих — цистина и метионина.

Из основных аминокислот лизин используется для синтеза тканевых белков, аргинин является катализатором синтеза мочевины и участвует в образовании спермы, креатина мышц и инсулина. Гистидин участвует в энергетическом обмене организма, используется для синтеза гемоглобина и эритроцитов крови и некоторых соединений мышц.

Из ароматических аминокислот фенилаланин и тирозин играют в обмене равноценную роль. Обе эти аминокислоты и триптофан определяют физиологическую активность ряда ферментов пищеварительного тракта, окислительных ферментов в клетках и ряда гормонов. Триптофан участвует в обновлении белков плазмы крови. Тирозин используется для синтеза тироксина и адреналина.

Серусодержащие аминокислоты — цистин и метионин — считаются в обмене равноценными. Цистин активирует инсулин. Вместе с триптофаном участвует в синтезе желчных кислот, необходимых для всасывания ряда продуктов из кишечника. Цистин используется для синтеза глютациона. Метионин осуществляет процессы переметилирования. Этим путем образуются новые соединения — холин, креатин, адреналин, витамин ниацин (PP). Реакция переметилирования важнейшая в обмене веществ. Отсутствие в пище метионина приводит к нарушению обмена веществ, сопровождающемуся морфологическими и функциональными изменениями в организме. Наравне с холином метионин является основным фактором обмена жира.

Размер распада аминокислот в теле зависит от рода пищи и от уровня протеинового питания. Однако даже при безбелковом питании и полном голодании распад аминокислот не прекращается.

Неизбежный распад аминокислот объясняют тем, что из крови извлекаются некоторые аминокислоты для синтеза биологически важных соединений (например, аргинин для синтеза инсулина и креатина, тирозин для синтеза тироксина и адреналина, цистин — глютациона и т. д.). Этим извлечением отдельных аминокислот нарушается их набор и соответствие требованиям для обратного синтеза тканевых белков. Поэтому аминокислоты, получающиеся в результате разрушения тканевых белков у голодающих животных, также не могут быть использованы для синтеза тканей.

Аминокислоты, как поступившие из пищеварительного тракта, так и освободившиеся при распаде тканевых белков и неиспользованные для синтеза, подвергаются дальнейшим превращениям. Одна из форм последних — это распад аминокислот путем дезаминирования, путем отщепления аминогруппы. В результате дезаминирования аминокислот образуются аммиак и кетокислота.

Аммиак является токсическим соединением. В основном он выводится обезвреженным в форме мочевины. Важнейшая роль в образовании мочевины, как показали И. П. Павлов, М. В. Ненцкий и др., принадлежит печени. В печени образование мочевины проходит по так называемому орнитиновому циклу. В первую фазу образования мочевины по этому циклу орнитин присоединяет к себе по одной молекуле углекислоты и аммиака и превращается в цитруллин. Цитруллин присоединяет еще одну молекулу аммиака и превращается в аргинин. Аргинин под влиянием фермента аргиназы расщепляется на мочевину и орнитин. Орнитин снова вступает в этот цикл, и процесс повторяется.

Таким образом аммиак, который вследствие своего резко щелочного характера мог бы оказать вредное действие на организм, превращается в индифферентную мочевину, безболезненно циркулирующую в крови до момента ее выделения почками.

Но не всегда весь аммиак идет на образование мочевины. Если в организм поступает или в нем образуется избыток кислот, то аммиак служит для их нейтрализации и выделяется в моче в виде аммонийных солей этих кислот; при этом выделение мочевины уменьшается; наоборот, при избытке щелочей увеличивается выделение мочевины.

Если сравнить среднее количество элементов, составляющих мочевину, образующуюся за счет 100 частей протеина, то оказывается, что безазотистый остаток составляет его бóльшую часть (табл. 12).

Подобные же результаты получаются в случае образования других азотистых продуктов обмена, т. е. безазотистый остаток содержит бóльшую часть химической энергии исходного протеина.

Если к этому прибавить, что гидролиз и дезаминирование — процессы почти изотермические, станет ясным, что выделение определенного количества азота в моче не показывает полного разрушения соответствующего количества протеина.

Он прекращает свое существование как протеин, но его безазотистый остаток содержит вещества, химически близкие углеводам и жирам, которые, следовательно, подобно им могут разрушиться с образованием энергии.

Кроме того, как это уже указывалось, из безазотистого остатка протеинов возможно образование углеводов.

Таблица 12

Распределение химических элементов при дезаминировании

(в процентах)

Химические элементы	Протеин	Мочевина	Остаток
Углерод	53,0	6,86	46,14
Водород	7,0	2,29	4,71
Кислород	24,0	9,14	14,86
Азот	16,0	16,0	—
Итого:	100,0	34,29	65,71

Сложные белки, распадаясь в организме животных, дают в качестве конечного продукта обмена главным образом мочевую кислоту, выделяемую через почки.

При построении новых тканей необходим определенный набор разных аминокислот, чтобы мог произойти синтез протеинов этих тканей. Часть этих аминокислот не может быть построена клетками тела, и поэтому их присутствие в пище необходимо, другие же могут быть синтезированы из аммиака и кетокислот или путем переноса аминогрупп — переаминирования.

К незаменимым аминокислотам относят: лизин, триптофан, фенилалин, лейцин, изолейцин, треонин, метионин, валин, аргинин, гистидин. Считают, что незаменимость зависит от вида, возраста и функций животных. Так, растущие животные наиболее требовательны к поступлению незаменимых аминокислот; для взрослых животных при поддерживающем кормлении незаменима только часть перечисленных выше аминокислот. У лактирующих коров незаменимой аминокислотой считают один лизин.

Для восстановления тканей, разрушенных в процессе обмена, полный набор аминокислот не обязателен. Поэтому протеины, которые не в состоянии поддерживать рост животного из-за отсутствия в них достаточных количеств одной или нескольких необходимых аминокислот, вполне обеспечивают нормальное состояние взрослых животных.

Возможно, что расщепление молекулы структурного белка не влечет за собой глубоких изменений всех аминокислот, входивших в белок; часть таких аминокислот может вновь попасть в обменный фонд и вновь вступить на путь синтеза.

Этим объясняется ограниченная потребность взрослых животных в аминокислотах по сравнению с молодыми животными при росте у последних новых тканей. К тому же «способность» к переаминированию аминокислот у молодых животных ограничена.

Вопрос об аминокислотах, которые не могут быть синтезированы в теле и которые поэтому считаются незаменимыми, нельзя считать вполне выясненным. Большинство из известных до сих пор данных о незаменимости аминокислот получены в опытах на крысах и собаках. В дальнейшем было найдено, что для других видов животных эти данные не совпадают. Скармливая аммонийные соли, содержащие меченый азот, можно обнаружить этот азот во всех аминокислотах, кроме лизина. Этим доказывается возможность перестройки в теле почти всех аминокислот. Но для перестройки нужны кетокислоты, соответствующие незаменимым аминокислотам. Такие кетокислоты организм животного синтезировать неспособен. Поэтому поступление незаменимых аминокислот необходимо, хотя их разделение на заменимые и незаменимые в силу указанного выше специфичного отношения животных разных видов нужно считать условным.

Из аминокислот в теле животного строятся специфичные белки, каждый из которых своеобразен в химических и биологических свойствах. Огромное многообразие реакционных возможностей белковой молекулы объясняется разнообразием строения белка, различием сочетания структурных элементов молекулы. Это приводит к наличию в белковой молекуле самых различных свободных групп и радикалов.

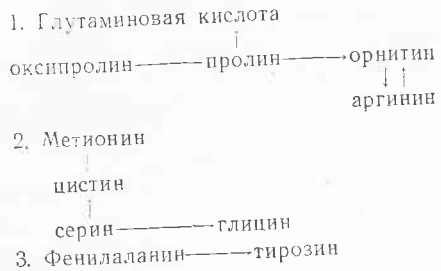
Подробное изучение аминокислотного состава различных белков привело к выводу, что аминокислотные остатки чередуются в молекуле белка в определенной последовательности, характерной для данного белка.

ПЕРЕАМИНИРОВАНИЕ АМИНОКИСЛОТ

Дезаминирование аминокислот является обратимым процессом, т. е. как из аминокислот получаются кетокислоты и аммиак, так и обратно—кетокислоты и аммиак могут дать аминокислоты. Кроме того, одна кислота в организме мо-

жет превращаться в другую. Такое превращение аминокислот было открыто нашими соотечественниками Брауншгейном и Крицман [1] и было названо реакцией «переаминирования». В изученной авторами реакции происходит перенос аминогруппы с альфа-аминокислоты (донатора) на альфа-кетокислоту (акцептор), как, например, перенос аминогруппы глутаминовой кислоты на пировиноградную кислоту, которая при этом превращается в аланин.

Превращения аминокислот друг в друга с участием углеводного скелета и аминогруппы [2]



В настоящее время установлено, что очень многие природные аминокислоты подвергаются переаминированию, но с различной скоростью.

Брауншгейн и Крицман нашли, что реакция переаминирования осуществляется в животных тканях (мышцах, печени, почках и в ряде органов) специфической ферментной системой (аминоферазами) и лишь в тех случаях, когда аминогруппа переносится с дикарбоновой альфа-аминокислоты на дикарбоновую альфа-кетокислоту. Реакция переаминирования широко распространена в биологических объектах.

Биологическое значение реакции переаминирования заключается в образовании новых веществ, необходимых для обновления живых структур. Как выясняется, способность к переаминированию аминокислот у молодых, развивающихся организмов слабее, чем у взрослых [3].

Этим, возможно, объясняется большее количество «незаменимых» аминокислот, требующихся растущим организмам, чем взрослым. Судя по биологическим пробам, ряд аминокислот, особенно циклических, не может быть получен в животном организме путем превращений или путем синтеза. Они должны быть ему доставлены с пищей в готовом виде. Л. И. Николаевой [4] открыто, что переаминирование аминокислот происходит в переживающих тканях скошенной и подвергшейся сушке травы. Регулируя процесс сушки травы, можно добиться увеличения жизненно важных аминокислот в составе протеина сена.

СИНТЕЗ БЕЛКА В ОРГАНИЗМЕ ЖИВОТНЫХ ИЗ НЕОРГАНИЧЕСКИХ И НЕПРОТЕИНОВЫХ ИСТОЧНИКОВ КОРМА

Как указывалось, протеин кормов включает в себя белок и амиды. Относительно амидов («азотистых небелковых веществ») кормов существовало мнение, что они не выполняют никаких функций, присущих белкам пищи в орга-

[1] А. Е. Брауншгейн. «Биохимия», 1939, № 4, стр. 667. А. Е. Брауншгейн. Переаминирование и интегрирующие функции дикарбоновых кислот в азотистом обмене. «Успехи современной биохимии», т. I, 1947.

[2] А. С. Коникова. Итоги и перспективы изучения белкового обмена изотопным методом. Сборник «Совещание по белку». Изд. АН СССР, 1948, стр. 225.

[3] Ж. Г. Шмерлинг. Переаминирование глутаминовой аминокислоты в тканях развивающегося эмбриона. «Биохимия», 1945, № 10, стр. 455—464.

[4] Л. И. Николаева. Изменение аминокислотного состава травы в процессе высушивания. Доклады ВАСХНИЛ, 1947, в. 7, стр. 30.

низме, и что некоторые из них в организме распадаются с выделением при этом энергии, а другие переходят в мочу либо отчасти измененными, либо совершенно неизмененными (Кельнер) [1]. Это заключение вызвало сомнение с тех пор, как была показана возможность замены белка пищи смесью аминокислот, прежде всего на том основании, что в число азотистых небелковых веществ в кормах входят аминокислоты, хотя бы как продукт автолиза белка пищи.

Однако вместо выяснения вопроса, что представляют собой по составу амиды корма, на протяжении ряда лет умножалось число опытов, целью которых было разрешить вопрос, имеют ли амиды пищевую ценность или нет. Многократное возвращение к этой проблеме объяснялось, во-первых, тем, что для повышения продуктивности животных часто в кормах недоставало белка и, во-вторых, тем, что опыты по выяснению пищевой роли амидов давали противоречивые результаты. В 1937 г. К. Кребсом [2] была сделана попытка дать сводку подавляющего числа опытов предшествующих лет. Эту попытку нельзя признать удачной, так как автор пользовался формальными принципами в своей критике, не разбирая условий проведения опытов по существу. О данной сводке можно было бы и не упоминать, если бы в ней не была ясно выражена несостоятельность методических подходов в опытах многих зарубежных авторов.

Поэтому нет ничего удивительного, что противоречивость результатов опытов, использованных Кребсом для сводки, привела его к подтверждению положений Кельнера о том, что амиды не имеют пищевой ценности. Это заключение не подтвердилось в ряде опытов советских исследователей.

А. Ф. Яговкин [3] в опыте на молочных коровах исследовал использование азотистых соединений небелкового характера из кормовой свеклы и установил, что уменьшение на $^1/_3$ суточной дачи переваримого белка с заменой его соответствующим количеством амидов свеклы позволяет сохранить живой вес, удой и жирность молока.

Автор отмечает, что он мог установить в своих опытах по балансу азота использование амидов только в рационах, бедных по белку, и не мог этого констатировать в рационах с притоком белка, равным требованиям норм. В его работе приведены данные среднесуточного использования белкового и амидного азота, представленные в недостаточно отчетливой форме.

Оставляя в стороне условность аналитических (определение белка в кале) и расчетных действий автора, необходимо отметить, что автор представил хорошие данные, подтверждающие использование коровами амидного азота кормовой свеклы.

В 1947 г. Г. В. Никольская [4] сообщила об опытах на молочном скоте, целью которых было показать возможность замены белка корма амидами. В этом опыте приведено сравнение продуктивности коров по периодам кормления, в которые чередовались разные уровни дачи белка. В периоды с низкими дачами белка коровам задавался силос из кормовой капусты, содержавший амиды в количестве, достаточном для восполнения недостатка белка. Опыт удался в том смысле, что при замене белка амидами удои поддерживались на уровне, соответствующем периоду белкового кормления. Опыт, несомненно, был бы более выразительным, если бы автор показал, что снижение доставки белка без возмещения его амидами приводило к падению удоев, что, вообще говоря, обычно наблюдается.

---

[1] О. Кельнер. См. сноску на стр. 291.

[2] K. Krebs. Tierernährung B IXH, 1, 394—507, 1937.

[3] А. Ф. Яговкин. Использование азотистых соединений небелкового характера молочными коровами. Труды Московского зоотехнического ин-та, т. III, 1936, стр. 255—284.

[4] Г. В. Никольская. Использование небелковых азотистых соединений силоса молочными коровами. Труды Молотовского с.-х. ин-та, т. XI, в. 1, 1947, стр. 125—147.

Относительно полезности аминокислот, доставляемых в пище в свободной форме, не связанными в молекуле белка, теперь не возникает никаких сомнений. Лабораторные животные содержатся как угодно долго на смеси аминокислот, совершенно не получая белка. При таком кормлении у них поддерживается азотистый баланс, они успешно растут и продуцируют. У сельскохозяйственных животных неоднократно наблюдалось повышение эффективности использования белков, недостаточных по некоторым аминокислотам, в том случае, когда такие недостающие аминокислоты вводились в качестве дополнителей к белку в свободном виде. А. П. Горбачева [1] показала, что небелковые азотистые соединения различных кормов, известные в кормлении под названием «амиды», в подавляющей своей части состоят из аминокислот, а на долю собственно амидов приходится только незначительная часть небелковых веществ протеина кормов. Поэтому указанное выше мнение о бесполезности «амидов» корма должно быть отвергнуто как несостоятельное. Исследования последних полутора-двух десятков лет еще более расширили представления о возможности использования животными различных форм соединений азота. Вопрос о замене протеина непротеиновыми и неорганическими соединениями азота поднимался давно. Однако производившиеся на этот счет исследования не давали определенного результата. Следует отметить, что в таких исследованиях часто не отличали проблемы амидов, т. е. небелковой части протеина, от проблемы использования соединений, обычно не встречающихся в кормовых продуктах, таких, как аммонийные соли органических и неорганических кислот и мочевина.

В последние годы в зарубежной печати появились работы, в которых описывались результаты успешного применения углекислого аммония и мочевины в качестве заменителей части протеина кормов жвачных животных. Наряду с тем в работах периода второй мировой войны, проводившихся в США и Англии [2], были подтверждены результаты более ранних исследований советских авторов.

Все приведенные здесь данные диаметрально противоположны выводам Кребса.

Если внимательнее рассмотреть условия, в которых были получены как положительные, так и отрицательные результаты в использовании небелкового азота, можно прийти к заключению, что прежде всего необходимо, чтобы корм, содержащий небелковый азот, попал в рубец и находился там некоторое время.

Из пищи, поедаемой жвачными, первые порции концентратов довольно скоро (через полчаса — час) переходят без жвачки в книжку и сычуг. Наоборот, корма объемистые, грубые попадают в книжку после жвачки. Содержимое сетки и рубца переходит в книжку после определенного процесса измельчения и набухания [3].

Если амиды и непротеиновые вещества являются частью концентрированных кормов, возможно, что они минуют рубец и, таким образом, не утилизируются его микрофлорой. Отсюда возможна утилизация только тех амидов, которые поступают с грубыми и объемистыми кормами, задерживающимися неизбежно в рубце.

Проф. Никитиным упомянутый вывод был сделан на основе опыта, в котором овсяная дерть, скармливавшаяся в опыте, вводилась отдельно в виде незначительного размера порции корма (100 *г*). Как себя ведут концентраты,

---

[1] А. П. Горбачева. См. сноску на стр. 353.
[2] Journ. Dairy Sci., *v.* 22, 23, 24; Journ. Dairy Res., *v.* 9. и Journ. Nutrit, *v.* 22.
[3] В. Н. Никитин. К физиологии сычужного пищеварения у жвачных. Сборник трудов Харьковского зоотехнического ин-та, 1940, т. III, стр. 5—342.

если они скармливаются в смеси кормов разных категорий, в цитируемой работе не исследовано.

На основании учета сычужной секреции проф. Никитин делает косвенный вывод, что поступление химуса из рубца в сетку, книжку и сычуг совершается более или менее равномерно, независимо от периода жвачки, безотносительно к категории корма.

Допустимо предположить, что и концентраты, скормленные в виде смеси с объемистыми кормами, надлежащее время задержатся в рубце. А так как механизм утилизации амидов в рубце идет через синтез их микроорганизмами рубца, то очевидно, что при неумелом (иногда применявшемся) скармливании концентратов, богатых амидами, последние могут ускользнуть от процессов бактериального синтеза.

С другой стороны, для успеха такого синтеза обязательно, чтобы в пище содержались углеводы и минеральные вещества, необходимые для развития микрофлоры.

В упомянутых опытах Яговкина, Никольской и других корма, богатые амидами, попадали в рубец, задерживались там некоторое время и содержали необходимые для развития микрофлоры углеводы. Корнеплоды имеют достаточное количество крахмала и сахаров, а другие корма часто скармливались совместно с углеводными добавками.

Несколько неясным остается вопрос об отсутствии положительного эффекта в использовании амидов бактериями в случае перегрузки организма белком пищи.

Затруднения вызываются отсутствием способа раздельного определения продуктов обмена белков пищевого и микробного происхождения. Можно предположить, однако, что и тогда синтез идет, но избыточный белок как пищевого, так и микробного происхождения разрушается в обмене и увеличивает содержание азота в моче. В этом случае синтез протеина может идти параллельно протеолизу протеина кормов в рубце. В результате этих параллельно идущих процессов эффект синтеза оказывается неуловимым.

Изложенные выше факты свидетельствуют, что небелковый азот может иметь пищевое значение для жвачных.

Это значение заранее определить нельзя, не зная, будут ли обеспечены условия задержки небелковых соединений в рубце, будет ли в наличии условие для развития микрофлоры рубца, осуществляющей синтез, и каков будет процент протеина во всем рационе.

ВЛИЯНИЕ РОДА КОРМОВ НА ОБМЕН ПРОТЕИНА

Соотношение между поступлением азота в пище и его выделением в кале и моче позволяет определить количественную сторону обмена, безусловно важную, но не исчерпывающую проблемы превращений азотистых веществ в организме. Как показали многочисленные исследования, обмен азотистых веществ в теле (независимо от количественных результатов) может резко различаться в качественном отношении, особенно в зависимости от того, какие корма доставляются животному. Интересные исследования по этому вопросу были произведены проф. С. А. Ивановым [1] еще в начале двадцатых годов нашего столетия.

В результате этих исследований установлено, что отдельные формы выделяемого в моче азота сильно колеблются. Так, овцы выделяют аммиак в суточной моче от 0,05 до 1,4 *г* (1,5—10,0% всего азота мочи) в зависимости от

[1] Проф. С. А. Иванов. Об азотистом обмене у домашних животных при различном кормлении, ч. II, 1924 (отд. оттиск).

рода кормов. Свиньи, кормившиеся сеном, выделяли до 20% азота в форме аммиака.

Количество гиппуровой кислоты возрастает в моче овец при сенном и соломенном кормлении, еще более при кормлении жмыхами и снижается при даче в корм гороха. В форме гиппуровой кислоты из организма выделяется бензойная кислота, поступающая в кормах. Предполагают, что выделение гиппуровой кислоты связано с поступлением в кормах лигнина, который, повидимому, служит источником образования бензойной кислоты.

В моче овец большие количества азота (86—89%) выделяются в мочевине при кормлении животных смешанным кормом, когда к сену или соломе прибавляют горох или жмыхи. Меньше (74%) азота мочевины выделяется при кормлении сеном и совсем мало (30%) при кормлении соломой. Уменьшение количества выделяемой мочевины означает, что в обмен вовлекались тканевые белки, конечный продукт обмена которых выделяется в иных формах. В моче свиней азот мочевины выделяется в больших количествах (до 88,9% всего суточного азота) при скармливании им зернового корма вместе с отрубями. При кормлении же свиней отрубями и сеном количество азота мочевины падает до 36,0% всего азота мочи.

Далее С. А. Иванов наблюдал, что как у овец, так и у свиней при кормлении горохом увеличивается выведение с мочой аминокислот, т. е. соединений, которые могли бы быть использованы в обмене.

Пуриновые тела в сравнительно значительном количестве (до 0,4 *г* их азота в сутки) выделяются в моче овец и в меньшем количестве (не больше 0,1 *г* их азота в сутки) в моче свиней.

При голодании количество пуриновых тел в моче овец возрастает.

Расшифровку изменений фракций мочевого азота дал проф. С. Я. Капланский [1]. Резкое снижение азота мочевины во всем азоте мочи до 50% и увеличение азота аминокислот до 8—10% вместо обычных 3—4% указывает на то, что процессы дезаминирования аминокислот, мочевинообразование и другие превращения аминокислот значительно нарушены.

Учитывая работы С. Я. Капланского и сотрудников, С. А. Иванова и наши по выяснению зависимости между кормлением и функциональным состоянием животных, можно считать, что при избыточном поступлении азотсодержащих веществ резко возрастает выделение азота мочевины в общем азоте мочи. При общем недостатке азотистых веществ снижается процент мочевинного азота, но возрастает азот пуриновых оснований. В том же случае, когда недостатком азотистого питания задеты ферментные системы, возрастает и процент азота аминокислот.

В ряде биохимических работ показано, что как процессы синтеза, так и состав белков сыворотки крови находятся в зависимости от питания, а размер образования альбуминов и глобулинов сыворотки зависит от вида кормов. Так, из 100 *г* белков говядины образуется 38 *г* белков плазмы, в том числе 21 *г* альбумина и 17 *г* глобулина; 100 *г* съеденного казеина дают 5 *г* альбумина и 7 *г* глобулина.

Образование белков плазмы, равно как и образование вообще тканевых белков организма, является проблемой, связанной не только с количеством, но и с родом поступающей пищи.

Из приведенных данных видно, что характер азотного обмена зависит от притока азота и характера баланса, а также от вида животных, от их состояния и от рода потребляемых кормов.

---

[1] С. Я. Капланский. О некоторых принципиальных вопросах определения пищевой и терапевтической ценности белка и аминокислот. Сборник «Белки в промышленности и сельском хозяйстве». Изд. АН СССР, 1952, стр. 206—219.

НАРУШЕНИЯ АЗОТНОГО ОБМЕНА

Обмен белков простых и сложных и обмен аминокислот нарушается при количественном недостатке протеина либо при неудовлетворительном наборе аминокислот, при избытке протеина и при нарушении условий витаминного питания. Последний случай будет рассмотрен ниже. Кроме того, причиной нарушения обмена азота может быть ненормальное функциональное состояние нервной системы как главного регуляторного механизма обмена вообще и белкового в частности.

Общий недостаток поступления протеина с пищей приводит к явлениям азотного голодания. Это отражается прежде всего на содержании плазменных белков: возникает гипопротеинемия, отмечавшаяся неоднократно Д. И. Гуревичем и нашими сотрудниками у дойных коров. При недостатках их кормления баланс азота становится отрицательным. Уменьшается процентное содержание мочевины в общем азоте мочи.

При недостатке протеина в корме и его качественном несоответствии снижается количество гемоглобина крови, прежде всего за счет снижения содержания глобина. Как показали исследования С. Я. Капланского с сотрудниками, при длительном азотном голоде нарушается синтез ферментов, в связи с чем снижается ферментативная функция печени и других органов. В моче начинает выделяться большое количество аминокислот, которые не могут быть нормально использованы из-за недостатка ферментов. В период азотного голодания расходуются белки крови, содержание которых уменьшается в полтора-два раза, белки печени, расходуемые до 40% нормального содержания, и наконец белки мышц и кожи. В общей потере белка тела на последний источник приходится до $^2/_3$.

Уменьшение белковых резервов организма приводит к снижению его резистентности.

Систематический избыток белка в корме может быть причиной токсических явлений.

Л. А. Черкес [1] с сотрудниками неоднократно констатировали токсикозы, вызываемые у лабораторных животных диетой, содержащей избыток белка. При этом чаще всего поражалась печень.

Предупредить протеинотоксикоз оказывалось возможным некоторым веществом, содержащимся в дрожжах. По предположениям исследователей, это вещество относится к группе витаминов В.

Вред от избыточного кормления белком, сопровождающийся поражением печени, наблюдается и у коров.

ВЗАИМООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ БЕЛКАМИ, УГЛЕВОДАМИ И ЖИРАМИ И ИХ ОБМЕН В ОРГАНИЗМЕ

Обмен веществ в организме протекает как единое целое, причем обмен любой группы веществ, например углеводов, теснейшим образом связан с обменом жиров и белков.

Интенсивность белкового или жирового обмена обусловливается интенсивностью углеводного и наоборот.

При рассмотрении превращения отдельных веществ в организме видно, что в качестве промежуточных продуктов обмена образуются одинаковые вещества; в то же время мы отмечали, что процессы распада и синтеза обратимы. Следовательно, вполне возможно превращение одних веществ в другие, так

[1] Л. А. Черкес. Фактор Z и протеиногенный токсикоз. «Вопросы питания», № 2, 1953, стр. 21—25.

как нет оснований полагать, что, допустим, пировиноградная кислота, полученная из аминокислоты, отличается чем-либо от пировиноградной кислоты, полученной из глюкозы, и если процесс образования пировиноградной кислоты обратим, то из нее с равным успехом можно получить как аминокислоту, так и глюкозу, независимо от того, из какого материала пировиноградная кислота была получена. Возможность образования таким образом углеводов из белков и наоборот [1] доказана как теоретически, так и рядом опытов на животных.

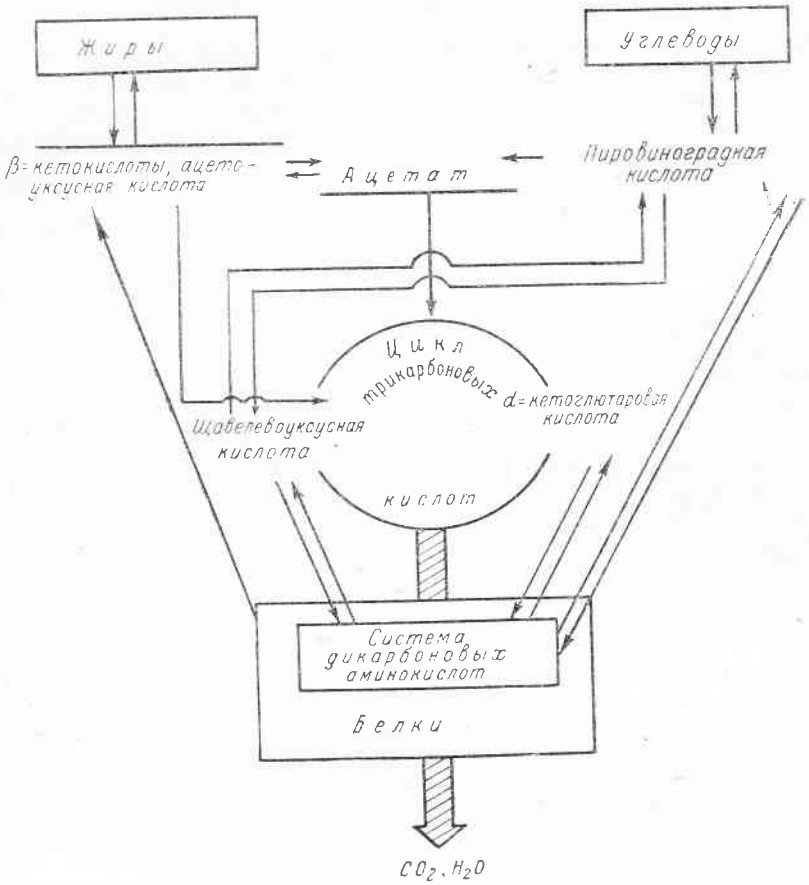


Рис. 2. Связь между обменом белков, жиров и углеводов (по Збарскому и др.).

Также является доказанным образование жиров из углеводов. Вполне возможно (рис. 2) образование углеводов из жиров, жиров из аминокислот или образование безазотистой части белков из жиров.

Последнее доказано путем опытов на животных.

Особое место в вопросе о взаимоотношениях органических веществ пищи нужно отвести комплексным соединениям [2].

В настоящее время известно о существовании комплексных соединений белков с белками, белков с углеводами, белков с липоидами, углеводов с ли-

[1] В последнем случае, конечно, при наличии аммиака.

[2] В. И. Товарницкий. Некоторые комплексы биологически важных веществ. «Успехи современной биологии», 1946, т. 21, в. 3, стр. 427—435.

ми. В исследованиях постепенно выясняется их важная и особая, специфическая, роль в организме.

В общих чертах химические свойства комплексов отличаются от свойств входящих в их состав слагающих. Изменяется их растворимость, осаждаемость, биологическая или ферментная активность, изоэлектрическая точка и другие свойства.

Примером изменения химических свойств вещества, находящегося в комплексе, является устойчивость полисахаридно-белкового комплекса, не осаждаемого трехлоруксусной кислотой, а между тем эта кислота является давно известным характерным реактивом на присутствие белков.

Несомненно, что изучение химии и физиологического значения комплексов осветит ряд новых и важных проблем во взаимоотношениях веществ в организме.

ГЛАВА V

ОБМЕН ЭНЕРГИИ

ПРЕВРАЩЕНИЕ ЭНЕРГИИ В ОРГАНИЗМЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ

Чтобы животное существовало, а организм проявлял свойственные ему функции, необходимо непрерывное течение процессов (смена состояний), сопровождающееся превращением веществ. Каждая живая клетка организма, даже находящаяся в состоянии «покоя», т. е. когда ее деятельность сводится к поддержанию своего существования, постоянно нуждается в присутствии веществ, используемых в указанных выше превращениях.

Если присутствие необходимых клетке веществ не обеспечивается, клетка умирает. В работе Д. Н. Насонова и В. Я. Александрова [1] эта непрерывная смена состояний, по крайней мере для белка содержимого клетки, теоретически представляется как проявление непрерывно идущего возвращения денатурирующегося белка в нативное состояние [2].

Неотъемлемым свойством материи является движение. В зависимости от формы движения материи мы различаем энергию механическую, тепловую, лучистую, химическую и т. д.

Энергия может переходить из одной формы в другую. В мире такие переходы совершаются беспрестанно и повсеместно. Все явления природы непременно сопровождаются превращениями энергии. Однако, когда исчезает некоторое количество одной формы энергии, появляется строго определенное эквивалентное количество другой, что является выражением закона сохранения энергии, всеобщего закона природы, приложимого и к живым существам. Изучение химических реакций показало, что превращения, происходящие при них, всегда сопровождаются выделением или потреблением энергии. Форма энергии, скрытая в веществах и «освобождающаяся» только при химических превращениях, называется химической энергией.

Биохимические реакции, протекающие в организме, сопровождаясь превращением энергии, дают некоторый тепловой эффект. При окислении углеводов, жиров, белков образуются углекислота и вода и выделяется некоторое количество тепла. При сжигании 1 *г* углеводы дают 4,1, жиры — 9,5 и белки — 5,7 *ккал* тепла. При полном окислении в организме до углекислоты и воды углеводы и жиры дают такое же количество тепловой энергии. Белки же в организме изменяются иначе. Здесь азотный остаток аминокислот превращается в мочевину и некоторые другие органические соединения, покидающие организм неокисленными с мочой. Один грамм мочевины имеет запас энергии

---

[1] Д. Н. Насонов и В. Я. Александров. Реакция живого вещества на внешние воздействия. Изд. АН СССР, 1940.

[2] Денатурация, по терминологии авторов, — коагуляция с невосстанавливающейся потерей гидрофильности, сопровождающейся физико-механическими изменениями молекул. (См. также сноску к стр. 43).

2,53 *ккал*. Поэтому в организме при окислении 1 *г* углеводов выделяется 4,1, жира — 9,5 и белка — 4,1 *ккал*.

Наоборот, при синтетических процессах продукты синтеза имеют больший запас энергии, чем вещества, использованные для синтеза. Эти продукты синтеза (белки, жиры и углеводы тела) откладываются в теле. Синтез вещества с большим содержанием энергии совершается при одновременном частичном разрушении веществ, почему синтетические процессы и совершаются с одновременным освобождением тепла. Тепло, образовавшееся при любом процессе, покидает организм.

Одно и то же питательное вещество, сжигается ли оно в калориметре или окисляется в организме, дает одинаковое количество тепловой энергии. Закон сохранения вещества и энергии оказался целиком приложимым к живым существам.

На основании закона сохранения энергии в последующем была развита так называемая «калорийная теория питания». Эта теория, разработанная Рубнером, сводила проблему питания к необходимости учета тепловых потерь организма и производимой им работы; обе эти величины, выраженные в эквивалентной калорической форме, нужно покрыть доставкой питательных веществ, имеющих в потенциальной форме запас калорий, соответствующий расходу из организма.

Изложенные физические принципы, оказавшиеся полезными в изучении вопросов питания, но не исчерпывающими их, должны быть дополнены проблемой выведения тепла, образующегося в организме. Простые подсчеты показывают, что если бы это тепло осталось невыведенным, то тело очень быстро перегрелось бы, чего в норме никогда не наблюдается.

ПИЩА КАК ИСТОЧНИК ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ

Пища доставляет материал для построения новых и возобновления изношенных тканей тела, а также служит источником энергии, необходимой для отправления жизненных функций организма и для производства работы.

Протеин кормов является наиболее изученным носителем этой двойственной функции пищи. Скормленный животному, он может разрушаться до углекислоты, воды, мочевины и других продуктов, далеко не содержащих той энергии, которая была заключена в исходном материале. Очевидно, здесь протеин выступал как источник энергии. С другой же стороны, мы знаем, что только протеин корма может быть источником образования протеинов тела.

Жиры представляют собой концентрированную форму запасов тепловой энергии; при их окислении в организме освобождаются большие количества энергии. Но в то же время жиры являются и существенной частью протоплазмы.

Углеводы, подобно жирам, являются носителями энергии, но в то же время присутствуют в крови и лимфе (глюкоза), используются при синтезе жира и белка тела и, кроме того, имеют специфические функции при окислении жиров. В отсутствие углеводов жиры разрушаются неполно и ненормально.

Входящие в состав кормовых средств минеральные вещества не являются источниками энергии, однако они не только доставляют структурный материал (образование скелета и т. д.), но и поддерживают условия (осмотическое давление, определенная реакция, ионная концентрация), необходимые для функций организма. И, наконец, вода, также не являясь источником энергии, имеет исключительную структурную важность. Вода составляет по весу больше половины тела животного, кроме того, большинство превращений и реакций организма протекает в водных растворах.

ТЕПЛОПРОДУКЦИЯ

Количество образующегося в организме тепла находится в прямой зависимости от количества окисленных веществ.

При некоторых состояниях размер окисления определяется условиями внешней среды, в частности температурой среды. Так, например, у собаки при голодании на 1 *кг* живого веса тела продуцировалось тепла: при температуре внешней среды 4,4° — 128 *ккал*, при 14,5° — 101, при 22,1° — 71, при 30,7° — 62 *ккал*.

Однако после некоторого уровня температуры среды теплообразование далее не понижается, а наоборот — начинает возрастать. Это значит, что в организме прекратилось теплообразование, возбуждаемое холодовым раздражением. В этих условиях уровень обмена определяется только затратами, связанными с непрерывно идущими процессами жизнедеятельности и обеспечивающими главным образом работу дыхательного аппарата, сердца, почек, печени и других тканей и органов. Такая минимальная работа связана с минимально необходимыми превращениями веществ в организме. Подобный обмен, совершающийся при полном покое и в атмосфере, не вызывающий теплового раздражения, называют «основным» обменом.

Усиление или ослабление теплообразования вызывается не только «температурным» (чаще всего «холодовым») раздражением, но также нервной, мышечной деятельностью и особенно питанием. Мышечная работа приводит к резкому увеличению расхода веществ в организме, их распаду, а следовательно, и к увеличению теплообразования. Животное, побуждаемое к мышечной деятельности, может осуществлять ее как с восстановлением разрушаемых тканей за счет питания, так и за счет безвозвратного распада, ведущего к истощению. Таким образом, теплообразование в связи с мышечной деятельностью не связано с условиями внешней среды. Однако оно требует соответственного усиления теплоотдачи. У интенсивно работающего организма наблюдается и учащенное дыхание (необходимое для большего снабжения организма кислородом и выведения избытка тепла), потение, даже временное повышение температуры наружных покровов и тела. Наблюдаются изменения теплопродукции в результате выработанного нервного рефлекса. Поэтому признают существование «нервной» фазы теплообмена (А. А. Слоним).

Питание также вызывает значительное повышение теплопродукции. Увеличение тепла, образующегося в теле питающегося животного, зависит как от состава пищи, так и от ее количества. Между количеством пищи и образующимся теплом существует прямая зависимость. Это повышение теплопроизводства не связано с состоянием внешней среды, по крайней мере до тех пор, пока организм в состоянии регулировать теплоотдачу имеющимися у него средствами.

Вот почему интенсивное откармливание животного удается в тех случаях, когда животному облегчают отдачу избытка тепла — ведут откорм в холодных сухих помещениях, в прохладное время. Такого же внимания к облегчению отдачи тепла требует и интенсивно выращиваемый молодняк, требуют его и высокоудойные коровы.

Помимо уровня питания, на величину теплопродукции влияет состав пищи. Если состав значительно уклоняется от обычной его нормы, как правило, наблюдается повышение теплопродукции (стр. 392).

Условия среды, хорошо соответствующие по теплоотдаче размеру образования тепла, в зоогигиене получили название «зон комфорта» с относительно более высокой температурой для животных, слабо питающихся и физически не работающих, и с более низкой температурой для интенсивно питающихся и интенсивно работающих.

Температура среды голодающих животных, при которой теплоотдача равна минимальной теплопродукции основного обмена, называется «критической» температурой. Это своеобразная зона комфорта голодающего животного.

ВЫВЕДЕНИЕ ТЕПЛА ИЗ ОРГАНИЗМА. ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ

Температура тела животных довольно стойко поддерживается на определенном уровне. Это явление носит название изотермии.

Однако это свойство развивается постепенно. У новорожденных животных оно развито слабо, и для предупреждения переохлаждения и перегревания необходимо некоторое время помогать им поддерживать свою температуру, помещая их в соответствующие температурные условия среды. Наблюдаются

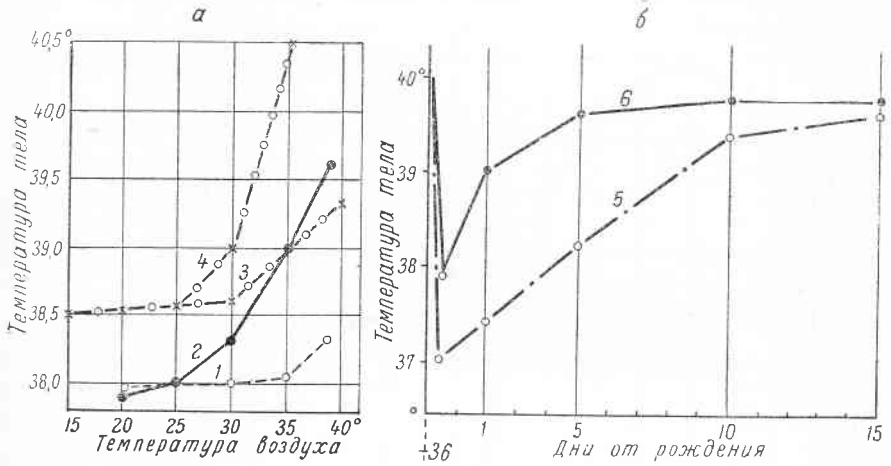


Рис. 3. Изменение температуры тела у взрослых животных (*а*) в зависимости от температуры окружающей среды, по данным Финдлея, и у новорожденных (*б*) — от возраста (по данным В. А. Буржене).

1 — взрослый крупный рогатый скот, приспособленный к жаркому климату; *2* — не приспособленный; *3* — телята при низкой влажности воздуха; *4* — при высокой; *5* — слабые поросята; *6* — крепкие.

некоторые, незначительные, колебания температуры тела и у взрослых животных в зависимости от внешних условий (рис. 3).

Поддерживать температуру тела животное может только при условии непрерывной теплопродукции и непрерывной же теплоотдачи, причем между ними должно устанавливаться при всяких новых внешних условиях соответствующее соотношение.

Такое соотношение устанавливается на основании способности организма регулировать оба процесса — теплопродукцию и теплоотдачу.

Тепло покидает организм теплоизлучением и теплопроведением, зависящим от разности температур поверхности тела животного и окружающей его среды. Потери тепла этим путем будут тем выше, чем больше разность температур тела и окружающей среды и чем больше поверхность тела животного.

Кроме того, тепло покидает организм через испарение воды как с поверхности тела, так и с выдыхаемыми животными парами воды, с нагретыми газами, мочой и калом.

Возможность выведения тепла через испарение в большой мере зависит от относительной влажности воздуха. В насыщенном водяными парами воздухе такая потеря тепла совершаться не может. Вот почему животные плохо

себя чувствуют даже при низких температурах воздуха, если он насыщен водяными парами; они не могут тогда освобождаться указанным путем от избытков тепла. Наоборот, они переносят довольно высокие температуры, если воздух достаточно сух.

Для величины потерь тепла имеет большое значение поверхность тела. При соответственно одинаковых условиях (равных температурах тела и одинаковых температурах среды) количество тепла, покидающего организм, на единицу поверхности одинаково. Этот факт, подмеченный в опытах, привел к формулированию так называемого «закона поверхности». Согласно этому «закону», тепло образуется и выделяется пропорционально поверхности тела животного.

Если относительно выделения тепла трудно возражать, так как «закон поверхности» в этом виде представляет собою общеизвестное физическое пра-

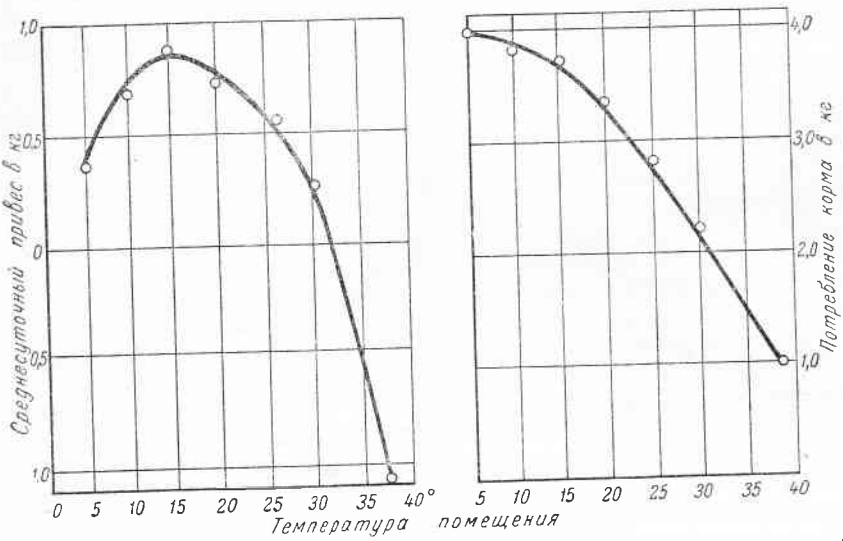


Рис. 4. Влияние температуры среды на потребление корма и среднесуточный привес у подсвинков (по Хейтману и Хьюзу).

вило охлаждения тел, то образование тепла подчинено «закону поверхности» только в случае, если потери от охлаждения больше теплопроизводства в организме.

Опыт показывает, что такой случай может быть при довольно высоких температурах среды у голодающих животных и при более низких температурах среды у животных, слабо питающихся.

В других случаях теплопроизводство в организме не зависит от поверхности тела. Чтобы организм не перегрелся или не переохладился (а как то, так и другое грозит глубокими расстройствами), приводится в действие регулирующий механизм. Регулируется как теплоотдача, так и теплообразование.

Теплоотдача регулируется изменением кровоснабжения кожи, потоотделением, изменением интенсивности дыхания (так называемая физическая регуляция). Теплообразование же регулируется изменением интенсивности обмена веществ. Так, при затруднениях в теплоотдаче у животных может снижаться аппетит, а в связи с меньшим поеданием кормов уменьшится теплообразование и тем облегчится регуляция температуры тела. В регуляции теплообмена участвуют нервная система и гуморальный механизм. В центральной нерв-

ной системе имеется «тепловой центр», т. е. группа нервных клеток, координирующих в организме процессы, обеспечивающие постоянство температуры тела. Кроме того, в регуляции температуры тела участвуют железы внутренней секреции, в частности щитовидная и надпочечные. В зависимости от температуры окружающей среды в кровь поступает различное количество гормонов этих желез, что приводит либо к изменению интенсивности обмена (тироксин щитовидной железы), либо к изменению интенсивности окисления и изменению просвета кожных кровеносных сосудов (адреналин надпочечных желез).

Нарушения терморегуляции приводят к отклонению температуры тела от нормы (переохлаждение — гипотермия, перегревание — тепловой удар, ознобление, лихорадка). Температура среды влияет на потребление корма животными и на их продуктивность (рис. 4).

ГЛАВА VI

ОБМЕН МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

МИНЕРАЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА В КОРМАХ И ТЕЛЕ ЖИВОТНЫХ. ВОДА И ЕЕ РОЛЬ

Минеральные (зо́льные) вещества как в кормах, так и в теле животных при анализе определяются в остатке после озоления, поэтому трудно судить о форме, в какой они входят в состав первоначального вещества. Общее их содержание в золе растений и животных дано в табл. 13.

Следует отметить, что состав золы животных отличается значительно бо́льшим постоянством, чем состав золы растений. Количество минеральных веществ в растительных продуктах зависит от вида растений, условий произрастания, их возраста и уборки. Кроме того, отдельные части растений существенно различаются как по общему содержанию минеральных веществ, так и по содержанию отдельных составляющих. Большинство грубых кормов и кормов животного происхождения содержит значительное количество кальция и относительно меньше фосфора, а зерновые корма и корнеплоды, наоборот, мало кальция и много фосфора. Помимо кальция и фосфора, в кормах содержатся и большей частью имеют важное физиологическое значение соединения калия, натрия, магния, хлора, серы, железа, меди, иода, марганца, кобальта, цинка и других элементов. Все элементы, встречающиеся в кормах, содержатся в теле животных, но часто в иных количествах и соотношениях.

Помимо количественного содержания отдельных элементов в золе кормов, по современным воззрениям, имеют значение в питании животных отношения некоторых элементов друг к другу и отношения суммы основных элементов к сумме кислотных.

К кислотным элементам относятся сера, хлор, фосфор, а к основным — калий, натрий, кальций и магний. Избыток как тех, так и других, особенно оснований, считается нежелательным.

В организме животных минеральные вещества содержатся главным образом в костях и зубах. В золе костей содержится около 85% фосфорнокислого кальция, около 10% углекислого кальция, 1,5% фосфорнокислого магния и около 0,3% фтористого кальция. Кальций и магний в небольшом количестве содержатся и в других тканях как в ионизированной, так и в связанной с белками форме.

Фосфор содержится не только в форме неорганических солей, но входит составной частью ряда сложных органических веществ и играет в жизненных процессах исключительно важную роль.

Натрий, калий и хлор содержатся преимущественно в ионизированной форме, во всех тканях. Натрий находится главным образом во внеклеточных жидкостях, а калий преобладает в клетках. Сера входит в состав почти всех белков и ряда соединений, играющих большую роль в обмене веществ (витамины, гормоны, глютацион и т. д.).

Таблица 13

Содержание минеральных элементов в золе растений и теле животных

Название	Процент золы в абсолютно сухом веществе	В 100 частях золы содержится:						
		K	Na	Ca	Mg	S	Cl	P
Растения								
Сено клеверное	7,313	25,2	0,9	16,9	4,0	2,6	3,5	2,5
Овес	3,709	12,4	5,0	3,0	3,5	5,8	2,1	11,7
Свекла кормовая	10,279	37,7	6,9	1,3	3,5	2,2	13,4	2,5
Животные								
Вол полуоткормленный	9,532	4,2	3,2	32,6	1,8	0,3	1,3	17,4
Овца полуоткормленная	6,173	5,5	3,4	31,4	1,7	0,4	1,6	17,0
Свинья жирная	2,901	8,4	4,4	27,7	1,9	0,7	2,6	17,4

Так как мало известно о форме, в которой минеральные вещества находятся в кормах, то немного можно сказать и об ее изменении в процессах пищеварения. Органические соединения минеральных веществ в желудочно-кишечном тракте подвергаются расщеплению.

Освобождаются соли или ионы. Соли и ионы, как образовавшиеся путем расщепления, так и присутствовавшие в корме, всасываются и поступают

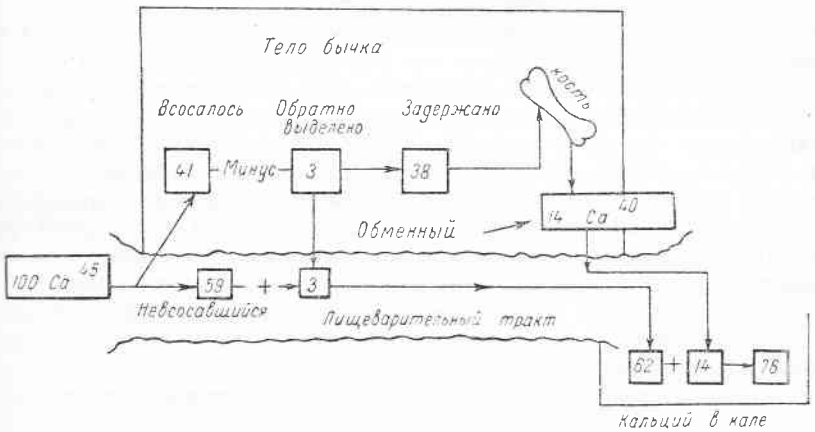


Рис. 5. Распределение в теле 100 весовых частей меченого кальция, поступившего в пищеварительный тракт 6-месячного бычка (по Гонзарду и др.).

в кровь и лимфу. Исключением является сера, часть фосфора и иод, которые всасываются в виде органических соединений.

Кишечник не способен ограничить поступление солей в организм. Такая соль, как NaCl, введенная через рот, всасывается в кишечнике в любом количестве. Жидкости, введенные в пищеварительный тракт, должны быстро стать изотоническими сыворотке крови. Для этого либо вода и соли переходят в кровь и лимфу, либо, наоборот, соли поступают в кишечник (рис. 5).

К минеральным веществам относят и воду, которая является основным растворителем и участником важных физиологических процессов организма. В организме различают конституционную воду тканей, циркулирующую и, наконец, запасную воду.

При этом вода удерживается в организме тремя способами: химически связанная (гидратационная), физическими силами в капиллярах (имбибицией) и через набухание коллоидов (гидросинтазия). Вода важна для организма своими физическими свойствами. Пропитанные ею ткани имеют твердо-жидкое состояние, эластичны, растяжимы, проницаемы для водных растворов. О роли воды в регуляции теплообмена указывалось на стр. 61. Вода как растворитель принимает участие решительно во всех реакциях организма. Но и своими химическими свойствами она также участвует в жизненных процессах. В реакциях синтеза и гидролиза, протекающих в организме, одним из участников реакции является вода. Значительная часть окислительных реакций происходит при помощи кислорода воды.

Наконец, воде принадлежит и физиологическое действие, в частности она вызывает специфическое раздражение пищеварительных желез, в результате которого происходит отделение активного желудочного сока (И. П. Павлов).

Вода поступает в организм животных с пищей, однако потребность животных в воде выше того, что может быть доставлено даже с таким богатым по содержанию воды кормом, как зеленая трава. Возмещается потребность питьевой водой.

ФУНКЦИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ТЕЛЕ

Минеральные вещества служат структурным материалом и входят в состав всех клеток и тканей тела. Структурное их значение наиболее ярко выражается в опоре тела — скелете. Доставка минеральных веществ в корме необходима во время роста скелета.

Но, кроме этой функции, минеральные вещества тела несут и ряд других, не менее важных.

Клетки различных тканей получают свое питание из окружающей их лимфы, от которой они отделены полупроницаемой перегородкой — клеточными оболочками. Для поддержания нормального состояния протоплазмы необходимо, чтобы в клетках, их среде, лимфе и крови было примерно постоянное осмотическое давление. Осмотическое давление жидкостей определяется молярной концентрацией растворенных в них веществ. Соли в этой функции играют большую роль как осмотически активные вещества. Поддержание осмотического давления необходимо для обеспечения обмена веществ между клетками и омывающими их жидкостями. Осмотическое давление крови составляет около 8 *атм*, и это давление поддерживается главным образом содержащимися в ней минеральными солями.

Регулируется же содержание минеральных веществ в крови деятельностью почек, через которые удаляется их избыток.

Деятельность клеток в значительной степени зависит от соответствующей концентрации различных ионов в окружающей их среде. Некоторые ионы обладают специфическим влиянием, как, например, действие ионов натрия на мышечную деятельность или ионов водорода на активность птиалина и пепсина (последний в противоположность первому особенно активен в присутствии H-ионов), ионов OH на активность трипсина. Соли оказывают сильное влияние на коллоиды организма. При этом действие отдельных анионов и катионов специфично, чем и определяется явление физиологического антагонизма действия ионов.

Чрезвычайно важную роль в поддержании нормального состояния организма играют так называемые «буфера».

Особенно важную роль играют буфера в крови, где благодаря их присутствию поддерживается с чрезвычайным постоянством почти нейтральная реакция (pH 7,36). Значение этого явления понятно, так как всякий, даже незна-

чительный сдвиг реакции крови вызывал бы нарушение нормальной деятельности организма. Наибольшее значение в организме в качестве буферов имеют белки, а также бикарбонат и фосфаты натрия и калия.

Отдельные минеральные вещества играют специфическую роль, как, например, железо в крови, иод в щитовидной железе и т. п. (стр. 68). Минеральные вещества пищи необходимы для нормального роста и развития микроорганизмов пищеварительного тракта.

СУДЬБА МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ТЕЛЕ И ИХ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ С ДРУГИМИ ВЕЩЕСТВАМИ ПИЩИ В ОБМЕНЕ

Хотя минеральные вещества имеют громадное значение в жизни организма, о ходе их обмена в теле известно сравнительно мало.

Сера является составной частью многих веществ, играющих важную роль в питании и обмене. К числу таких веществ относится глютацион ($C_{10}H_{17}N_3O_6S$), присутствующий почти во всех клетках и являющийся участником окислительных процессов организма, инсулин — гормон поджелудочной железы и другие.

Сера поступает в организм главным образом органически связанной, в частности в аминокислотах, метионине и цистине. Насколько организм может использовать неорганическую серу для построения органических ее соединений, судить трудно, хотя меченую серу, заданную через рот, обнаруживали в составе органических соединений тела. Сера органических соединений в процессе их разрушения может отщепиться, окислиться в серную кислоту и выделиться в моче в виде сульфатов или эфиро-серных кислот. Частично сера выделяется в моче в неокисленном виде.

Фосфор поступает в тело в форме как органических, так и неорганических соединений. Усваивается он в виде натриевых и калиевых солей и в форме фосфорсодержащих органических соединений, а выделяется с мочой и через кишечник с калом. Фосфор принимает участие в межуточном обмене ряда органических веществ (фосфорилирование имеет большое значение в химизме мышечного сокращения и в обмене жиров и углеводов). В теле значительная часть фосфора отлагается в виде неорганических соединений в костях. В меньшем количестве фосфор содержится в органических соединениях тела, выделяется в молоке; при этом, очевидно, для построения их может быть использован фосфор неорганических соединений.

Хлор поступает с кормом обычно в виде хлоридов. В большинстве случаев поступающего с кормами хлора бывает недостаточно для организма, и его приток пополняется дачей поваренной соли. В организме хлор откладывается главным образом в виде хлористого натрия. Избыточное введение хлора приводит к накоплению хлористого натрия в коже, которая, таким образом, считается депо хлора в организме. Хлор выделяется с мочой, калом и частично с потом. В организме он используется для образования соляной кислоты, необходимой для желудочного пищеварения.

Калий и натрий содержатся во всех обычных кормах; они необходимы для организма в качестве электролитов, в частности для поддержания нормальной возбудимости мышечной ткани, причем по отношению к ней они являются антагонистами: натрий возбуждает, а калий угнетает ее деятельность. Выделяются в моче и с потом. Некоторые соединения натрия (например, сернокислый натрий) плохо всасываются и в случае введения в кишечник в крепких растворах вызывают диффузию воды из крови в полость кишечника и действуют как слабительное.

Кальций и магний входят в состав скелета и как составная часть каждой клетки, необходимая для их нормальной жизнедеятельности. Они действуют

успокаивающим образом на клеточные элементы, возбужденные действием натрия. В то же время они являются и антагонистами: магний действует на нервы угнетающе, а кальций это действие устраняет. Избыточное поступление кальциевых солей приводит к усилению окисления органических веществ. У растущих животных усиленное поступление магния вызывает ускоренный рост и в то же время задерживает отложение кальция.

Отложение кальция и фосфора в организме зависит от их взаимного соотношения, а также от снабжения организма витамином D (стр. 77). Кальций выделяется не только почками, но и через стенки толстых кишок, причем степень выделения через тот или другой орган зависит от содержания в пище фосфорной кислоты. При большом ее поступлении бо́льшая часть кальция выделяется в кале, при малом — через почки. При щелочной растительной пище кальций выделяется большей частью с калом, при кислой — с мочой.

Железо содержится главным образом в гемоглобине крови. В состав пищи оно входит преимущественно в виде органических соединений. Всасывается в кровь в виде солей или ионов и отлагается в значительной степени в печени, а не отложившееся разносится по телу и поступает в клетки. Наибольшая часть железа выделяется стенками толстых кишок, меньшая — через почки.

Остальные минеральные вещества играют, повидимому, специфическую, по всей вероятности каталитического характера, роль.

Эти элементы получили название «микроэлементов». В питании их называют «микропитательными» элементами. Такое название связано с тем, что они встречаются в организме в крайне небольших количествах и составляют миллионные доли веса организма. Сейчас в организме обнаружено до трех десятков элементов, относимых к микроэлементам. Хотя присутствие в некоторых организмах микроэлементов открыто довольно давно (марганец обнаружен в 1785 г., фтор в 1807, иод в 1811 г. и т. д.), выяснение их значения для жизни организмов относится к открытиям последних 30—40 лет. Установлено, что неорганический иод, поступающий в организм, переходит в органическое соединение — тироксин (гормон, вырабатываемый щитовидной железой). Марганец необходим для регенерации гемоглобина и как катализатор окислительных процессов; медь и кобальт — для образования гемоглобина, цинк — для процессов оплодотворения и развития плода. Роль некоторых из микроэлементов не ясна.

М. Я. Школьник предложил гипотезу, согласно которой большая или меньшая необходимость того или иного микроэлемента при определенных внешних условиях обусловливается диаметрально противоположным действием такого микроэлемента на коллоидно-химические свойства плазмы по сравнению с действием внешних условий. Важность минеральных веществ для животных и их тесное взаимоотношение с другими веществами пищи видны из того факта, что питание животных пищей, лишенной минеральных веществ, приводит их к гибели.

НАРУШЕНИЕ ОБМЕНА МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

Недостаточное поступление в организм минеральных веществ или нарушение регуляции водно-солевого обмена вызывают расстройство обмена и тяжелые заболевания. Так, например, недостаток кальция и фосфора (порознь и вместе), неправильное их соотношение, особенно при недостаточном количестве витамина D в рационе может быть причиной рахита, остеомаляции, остеофиброза, остеопороза, а у лактирующих животных и причиной обеднения молока кальцием. При недостатке в пище, а тем более в питьевой воде, иода

развивается эндемический зоб. Недостаточное поступление с пищей солей железа, меди и кобальта может быть причиной пищевой анемии. Недостаток в [redacted]е магния, приводящий к разрушению некоторых структурных тканей [redacted]ма, после исчерпания этого резерва ведет к нарушению обмена углеводов и фосфора. Магний играет роль коэнзима [1] в реакциях обмена названных соединений.

С пищеварительными соками выделяется большое количество солей. В нормальных условиях они всасываются обратно в пищеварительном тракте. При поносах соки выбрасываются из организма, что приводит к быстрой потере солей из организма. Общий же дефицит солей может быть причиной гибели животных.

[1] Коэнзим (кофермент) представляет собой определенную группу фермента, действующую в соединении с коллоидным носителем (апоферментом) — белком.

ГЛАВА VII

ВИТАМИНЫ И ОБМЕН

ВИТАМИНЫ, ИХ ПРИРОДА И ИЗМЕНЕНИЯ В ОРГАНИЗМЕ ЖИВОТНЫХ

Первые указания на необходимость существования каких-то веществ питания, кроме известных — протеина, жира, углеводов и солей, встречаются в работах русских исследователей. Так, в 1881 г. Лунин в опытах на мышах установил, что «очевидно в естественной пище — такой как молоко, должны присутствовать в малых количествах, кроме известных главных пищевых ингредиентов, еще и неизвестные вещества, необходимые для жизни».

Значительно обширнее и обстоятельнее этот вопрос освещался в работах В. В. Пашутина и его учеников.

Виктор Васильевич Пашутин, академик, профессор Военно-медицинской академии, родился 16 января 1845 г., умер 20 января 1901 г. Ему принадлежит создание курса «Общей экспериментальной патологии (патологической физиологии)». Ученик И. М. Сеченова В. В. Пашутин создал школу физиологов-патологов, оставивших богатое научное наследство. Пашутину, одному из первых в России, принадлежит широкое использование респирационной камеры в физиологических исследованиях, конструкция которой была создана им же. В его научных трудах приведено много фактов частичного голодания, вызывавшегося недостатком в пище специфических («дополнительных») факторов питания, значительно позднее признанных под общим названием витаминов.

В. В. Пашутин придавал исключительное значение научному и систематическому изучению голодания. Считается, что к этим работам он приступил в 1887 г., и уже после его смерти найдена была рукопись «Учение о голодании и болезнях, приписываемых голоданию», представлявшая систематический обзор его собственных работ, работ его учеников и обширного литературного материала. На основании систематического разбора известных до того фактов с самой тщательной критикой автор приходит к твердому заключению [1], что такие расстройства как цынга, рахит, остеомаляция представляют собой отдельные формы голодания (теперь бы сказали — явления, вызываемые недостатком в пище некоторых факторов).

В 1914 г. польским ученым К. Функом была сформулирована гипотеза, согласно которой набор необходимых для животных питательных веществ, включавших до тех пор белки, жиры, углеводы и минеральные соли, должен быть дополнен новой группой веществ, а именно — в пищу должны входить еще и витамины. Под витаминами понимаются органические соединения, имеющие высокую биологическую активность в весьма малых дозах,

[1] В. В. Пашутин. Курс общей и экспериментальной патологии (патологической физиологии), т. II, ч. 1, СПб, 1902, стр. 1726.

необходимые для жизнедеятельности и поступающие в организм с пищей либо в готовом к использованию виде, либо в форме предшественников, преобразующихся в активные вещества уже в организме животных.

Наука о витаминах, выросшая за последнее 40-летие, достигла больших успехов. Изучение витаминов позволило разгадать такой важный вопрос, как строение клеточных ферментов, приблизило нас к пониманию сущности ряда биологических процессов, раскрыло тайны ряда заболеваний. Сейчас мы уже можем использовать наши знания по витаминологии для достижения лучших успехов в размножении и выращивании животных, для увеличения их производительности и для получения продуктов животноводства, обогащенных витаминами.

Витамины широко распространены в растительном мире. В клетках растений они синтезируются и накапливаются в варьирующих количествах. Сосредоточенность витаминов в частях растений зависит от вида и сорта растений, вегетационного периода, почвы, климата, зрелости и т. п. Содержание витаминов в растениях и растительных продуктах связано также с продолжительностью и способом хранения растений.

Многие из витаминов должны поступать в тело животных обязательно с пищей, так как в организме животных они не синтезируются. Правда, в сказанном имеется некоторая условность. Так, например, в растительном мире распространены каротины — желтые пигменты; при попадании в клетки стенки кишечника каротин превращается в активную форму, известную над названием витамина А. Подобным же образом из соответствующих предшественников, доставляемых с пищей, бактерии пищеварительного тракта животных могут синтезировать некоторые члены комплекса витаминов В (табл. 14). Таким образом, правильнее представить себе, что с пищей должны быть доставлены животным либо витамины, либо их предшественники.

Многие из выясненных витаминов химически изучены [1], некоторые из них удалось получить синтетически. Наиболее важные и изученные витамины приведены в табл. 14 с указанием их основных физико-химических свойств.

Относительно жирорастворимых витаминов (и это, повидимому, относится ко всем витаминам, т. е. A, D, E и K) известно, что для их всасывания из кишечника необходимо работоспособное состояние той части пищеварительной системы, которая участвует в переваривании жира. В частности, для всасывания необходима желчь. Не выяснено, подвергаются ли витамины каким-либо изменениям в кишечнике при всасывании. Каротины из растительных продуктов всасываются плохо; для их лучшего всасывания необходим жир пищи. Для всасывания растворов каротина опять-таки необходима желчь, а также липаза панкреатического сока. Но каротин всасывается хуже, его всасывание подвержено большим колебаниям, чем всасывание витамина А. Экспериментальное введение с пищей вазелинового и парафинового масел нарушает всасывание жирорастворимых витаминов и каротина, и последние выделяются с маслом в испражнениях. Нарушения функций тонких кишок, наблюдаемые при авитаминозах В, отрицательно отражаются на всасывании витамина А, а возможно, и других жирорастворимых витаминов.

Некоторая часть вводимых с пищей жирорастворимых витаминов и каротина разрушается в пищеварительном тракте. Размер всасывания почти совпадает с поступлением в тех случаях, если витамины доставляются в количествах, близких к минимальным потребностям. Некоторая же, в данном случае незначительная часть витаминов, не разрушающихся и не всосавшихся, выделяется

[1] В. И. Букин. Химическая природа витаминов. Сборник «Синтез органического вещества и роль витаминов в растении». Изд. АН СССР, 1940, стр. 117—134.

Таблица 14

Характеристика важнейших витаминов

Обозначение и химическое название	Принятое обозначение действия на организм	Эмпирическая формула	Растворяется		Разрушается под действием						
			в жире и жирорастворителях	в воде	нагревания и варки	нагревания в кислой среде	нагревания в щелочной среде	света	кислорода воздуха	окислителей	прогорклого жира
A_1 и A_2 (аксерофтол)	Антиксерофтальмическое	$C_{20}H_{29}OH$	+	−	−	+	−	−	+	+	+
B_1 (тиамин или аневрин)	Антиневрическое	$C_{12}H_{18}N_4Cl_2O$ (хлористая соль)	−	+	±	−	+	−	−	−	
B_2 (рибофлавин)	Фактор роста	$C_{17}H_{20}N_4O_6$	−	+	−	−	±	+	−	−	
B_3 (пантотеновая кислота)	Антидерматитное (у цыплят)	$C_8H_{25}O_5$	−	+							
B_5 (никотиновая кислота)	Антипеллагрическое	$C_6H_5NO_2$	−	+	−	−	−	−	−	−	
B_6 (пиродиксин)	Антидерматитное	$C_8H_{11}O_3$	−	+	−	−	−	+	−	−	
Холин	Предупреждает жировую фильтрацию печени	$C_5H_{15}NO_2$	−	+	−		+				
C (аскорбиновая кислота)	Антискорбутное	$C_6H_8O_6$	−	+	+	−	+	−	+	−	
D_2 (кальциферол)	Антирахитическое	$C_{28}H_{43}O$	+	−	−	−	−	−	−	−	
E (α-токоферол)	Антидистрофическое (антистерильное)	$C_{29}H_{50}O_2$	+	−	−	−	−				+
K (замещенный 1, 4-нафтохинон)	Антигеморрагическое	$C_{31}H_{46}O_2$	+	−							

в кале. Однако при введении больших доз в кале выделяется значительная часть, размер которой обратно пропорционален дефициту организма в соответствующем витамине или его предшественнике. Всосавшиеся витамины кровью и лимфой приносятся к печени и грудному протоку.

Витамин А (A_1, A_2, A_3), называемый аксерофтолом, антиксерофтальтическим витамином, жирорастворимым фактором роста и антиинфекционным витамином, первично накапливается в печени, меньшее количество его всегда имеется в почках, иногда в легких. Все другие ткани организма содержат только следы витамина А. Превращение каротина ($C_{40}H_{56}$) в витамин А с помощью фермента каротиназы, по современным данным, происходит в стенке кишечника[1]. Существует мнение, что способность превращать каротин в витамин А развивается у сельскохозяйственных животных с возрастом, а новорожденным животным обязательна доставка готового витамина А. При значительном введении витамина А и каротина в печени накапливаются значительные резервы витамина А, причем у взрослых животных они всегда больше, чем у новорожденных животных.

Витамин D—антирахитический (D_2, D_3 и др.—кальциферол). Относительно этого витамина известно, что, кроме его активной формы, поступающей с некоторыми пищевыми продуктами, в организме (в коже) содержится и его провитамин (необлученный 7-дегидрохолестерин). Провитамин D, содержащийся в коже животных, под воздействием ультрафиолетовых лучей солнечного света активируется, затем адсорбируется и утилизируется организмом. Витамина D содержится много в печени и в крови. Предполагают, что в некоторой части он разрушается в организме, однако неизвестно, где и как это разрушение происходит.

Витамин Е (альфа-токоферол) больше всего скопляется в жировой и мышечной тканях животных. Если после периода оптимальной доставки этого витамина следует период питания с недостатком витамина Е, то последствия недостаточности проявляются спустя довольно длительный срок, что указывает на постепенность его расходования из запасов в теле, созданных в период насыщения.

Витамин К (K_1 — филлохинон, антигеморрагический витамин, K_2, K_3 — менадион) обнаружен в больших количествах у животных в печени, кровяной плазме, поджелудочной железе, красном костном мозгу и селезенке. Витамин К пищи всасывается из кишечника и каким-то, еще неизвестным способом, утилизируется печенью, в результате чего поддерживается нормальная концентрация протромбина в крови. Для свертывания крови необходим тромбин, получающийся из протромбина.

Ни один из жирорастворимых витаминов в моче не выделяется даже в тех случаях, когда с пищей вводится их значительный избыток. Нормальное разложение витаминов происходит, повидимому, путем окисления, и, возможно, продукты окисления выделяются с мочой. Появление жирорастворимых витаминов в моче обнаруживается при инфекциях и расстройствах проницаемости органов выделительной системы. Подозревается возможность частичной экскреции витамина D в толстые кишки.

Таким образом, поступающие с пищей или преобразованные в организме жирорастворимые витамины участвуют в обменных реакциях, частично разрушаются и насыщают организм (главным образом печень), создавая в теле запасы.

Хотя и существует мнение, что нельзя указать определенных депо, в которых бы создавались значительные запасы витаминов, но последние ис-

[1] Т. Гудвин. Сравнительная биохимия каротиноидов. Изд. иностранной литературы, 1954.

следования убеждают в том, что под запасами следует понимать уровень содержания и степень насыщенности животных тканей витаминами.

Применение люминесцентного анализа к изучению витаминов [1] показывает, что по мере уменьшения уровня витамина А в плазме крови печень регулирует этот уровень, хотя признаки А-витаминной недостаточности обычно появляются до полного исчерпания запасов витамина А из печени.

Относительно витаминов комплекса В и витамина С можно думать, что они, как растворимые в воде, всасываются в водном растворе по типу простой диффузии, так как всосавшееся количество пропорционально концентрации витаминов в кишечнике. Невсосавшаяся часть покидает пищеварительный тракт с калом.

В то же время для витамина B_{12} указывается, что он не может всосаться из пищеварительного тракта, если желудочный сок не содержит высокомолекулярного вещества (внутреннего противоанемического фактора Кастла). Из тракта всасывается комплексное соединение этого вещества с витамином B_{12}.

Тиамин (витамин B_1, аневрин, антиневритический витамин) является для животного организма в значительной степени экзогенным фактором: организм неспособен его синтезировать. Но в пищеварительном тракте некоторых животных, особенно у жвачных, тиамин синтезируется, как полагают, бактерией Flavobacterium vitarumen в рубце и Bact. coli в кишечнике. Всасывание происходит в тонких кишках. Для полноты всасывания необходимо достаточное количество соляной кислоты в желудке. Всосавшийся тиамин переходит в ткани и органы, а избыток выводится с мочой. Кроме того, тиамин теряется с потом.

Витамин B_1 циркулирует в плазме в виде свободного нефосфорилированного тиамина, легко проникает в клетки и переходит в тканевую жидкость. Для проявления физиологического действия тиамина как специфического катализатора необходимо его превращение в пирофосфорный эфир (кокарбоксилазу), что происходит во многих животных тканях, но главным образом в печени. Когда бывает необходимо пополнить вновь витамином B_1, кокарбоксилаза подвергается в печени гидролизу.

Организм неспособен в какой-либо степени запасать витамин B_1; наибольшее накапливание этого витамина наблюдается в печени. Повидимому, организм нуждается в его систематической доставке.

Рибофлавин (витамин B_2, водорастворимый фактор роста) должен доставляться животным с пищей. Он всасывается из кишечника, и для его всасывания, как и для витамина B_1, повидимому, необходима соляная кислота желудочного сока.

Витамин B_2 содержится в каждой клетке организма, что служит косвенным доказательством его биологического значения. Он встречается по крайней мере в трех формах: в виде свободного флавина, в соединении с фосфатами, в соединении с белками и фосфором в виде желтого фермента. Рибофлавин является активной частью желтого окислительного фермента, участника окислительно-восстановительных процессов в организме. Рибофлавин синтезируется микрофлорой в рубце жвачных.

Методами люминесцентного анализа было определено сравнительное содержание рибофлавина в органах животных при различных условиях. Ниже приведены полученные результаты, причем перечень органов приведен так, что каждый предыдущий орган является более обогащенным рибофлавином, чем последующий.

---

[1] В. М. Бергольц. «Успехи современной биологии», т. 24, в. 1, 1947, стр. 1—20.

В норме	После уменьшения поступления рибофлавина в пище	После увеличения рибофлавина в пище
1. Печень	1. Почки	1. Печень
2. Почки	2. Печень	2. Почки
3. Надпочечники	3. Надпочечники	3. Надпочечники
4. Сердечная мышца	4. Сердечная мышца	4. Селезенка
5. Мозг	5. Мозг	5. Сердечная мышца
6. Селезенка	6. Легкие	6. Легкие
7. Легкие	7. Селезенка	7. Мозг

Из этого сопоставления видно, что печень и селезенка являются органами, в которых создаются резервы витамина. В резервировании витамина, повидимому участвуют также и легкие.

Если пища содержит значительное количество рибофлавина, то он выделяется в моче в форме урофлавина — пигмента, причем выделение в моче возрастает по мере увеличения притока. Когда же с пищей вводится рибофлавина меньше, наступает повышенная задержка его в организме, и выделение в моче резко уменьшается. При этом наблюдается, что организм цепко держится за свои запасы рибофлавина, так как даже при гибели животных на почве его недостатка в печени, сердце и других органах содержится около $^1/_3$ нормального количества этого витамина.

Никотиновая кислота (B_5 — антипеллагрический фактор) в нормальных условиях легко всасывается из кишечника. Всасывание нарушается только в случаях заболеваний желудочно-кишечного тракта. Так как печень богаче других органов по содержанию никотиновой кислоты, можно думать, что печень является и местом ее накопления. Никотиновая кислота накапливается в животном организме в форме амида никотиновой кислоты ($C_6H_4NONH_2$). Никотиновая кислота и ее производные являются строительным материалом для образования коэнзимов I и II, играющих важную роль в биологических окислениях. Никотиновая кислота выделяется с мочой, частью неизмененной, а частью в форме тригонеллина ($C_7H_7NO_2$). Количество никотиновой кислоты, выделяемой в разной форме в моче, зависит от количества ее введения с пищей и от характера пищи.

Пиридоксин (витамин B_6 — адермин) по химическому строению родствен никотиновой кислоте. Предполагается, что он важен для утилизации ненасыщенных жирных кислот, а также и для белкового обмена и участвует в образовании окислительно-восстановительных систем в организме. Известно, что он нормально выделяется с мочой.

По современным данным [1], пиридоксин необходим цыплятам, индейкам, крысам, собакам, свиньям, а также и человеку. Он поступает в организм с пищей и в организме превращается в «псевдопиридоксин» — соединение гораздо более активное, чем сам пиридоксин. Однако псевдопиридоксин не является конечным продуктом обмена пиродоксина, так как из всего поглощенного пиридоксина в моче обнаруживается 7—8% в форме «псевдопиридоксина», 85% в форме пиридоксиновой кислоты и 4—4,5% в виде неизмененного пиридоксина.

Пантотеновая кислота (витамин B_3, фактор, предохраняющий от поседения шерсти) широко представлена во всех животных тканях; особенно ею богата печень, выделяется она в моче. Есть указания, что пантотеновая кислота тесно группируется в тканях животных с такими витаминами, как тиамин, рибофлавин и никотиновая кислота.

Холин [2] частично синтезируется в организме за счет наличия некоторых

[1] А. В. Труфанов. Витамины группы B_6 и участие их в энзиматических реакциях. «Успехи современной биологии», т. 25, в. 1, 1948, стр. 19—26.

[2] С. М. Лейтес. Липотропные и липогенные пищевые факторы. «Успехи современной биологии», т. 22, в. 2, 1946, стр. 231—246.

соединений (метионина, эксиэтиламина и др.), которые могут быть использованы для такого синтеза. Однако во всех случаях, когда жир доставляется с пищей или образуется в организме за счет других веществ пищи, синтезируемого холина бывает недостаточно, и он должен поступать с пищей.

Избыточное введение холина не сопровождается увеличением его содержания в печени, почках и плазме. Азот же мочи увеличивается соответственно введенному азоту холина.

Витамин B_{12} (антианемический). В печени животных обнаружено вещество, регулирующее кроветворение и обладающее лечебным действием при злокачественной анемии у людей. Это вещество, химическое строение которого не вполне выяснено, получило название витамина B_{12}. В его молекуле содержится 4,5% кобальта. Из известных витаминов это первый, в молекуле которого обнаружен металл. Кроме того, в молекуле витамина B_{12} содержатся фосфор и азот.

Выяснена большая роль витамина B_{12} в обмене белков и значение его для растущих животных. Выяснено также, что этот витамин синтезируется в рубце взрослых жвачных, но что он должен поступать с пищей свиньям, а иногда и молодняку жвачных.

Источником витамина B_{12} являются печень, дрожжи, мицелий грибков и ряд продуктов животного происхождения.

Витамин С (аскорбиновая кислота) в щелочной среде быстро разрушается, особенно в естественных продуктах. Считается, что свободный витамин С, введенный жвачным, разрушается в рубце. Предполагают, что сельскохозяйственные животные снабжаются витамином С за счет синтеза в его организме, причем синтез происходит в клетках тела. По последним данным, витамин С может синтезироваться в тонком отделе кишечника, но для этого синтеза совершенно необходимо присутствие в пище марганца. Известно, однако, что в организме сельскохозяйственных животных возможен недостаток этого витамина, на почве которого развиваются некоторые нарушения (например в репродукции).

Последствия этой недостаточности исправляют введением витамина С (жвачным подкожно, а лошадям через рот). Для животных с простым желудком введение витамина С с пищей необходимо, хотя для свиней оспаривается.

По имеющимся данным, витамин С пищи избирательно всасывается тканями пищеварительного тракта, главным образом в тонких кишках.

Разрушение витамина С некоторыми бактериями кишечника можно предупредить небольшими дачами глюкозы с пищей. Возможно, что в организме создаются запасы витамина С, так как даже для тех животных, у которых синтез витамина маловероятен, необходим значительный срок содержания на безвитаминной пище, прежде чем проявятся признаки его недостаточности.

Витамин С практически содержится во всех тканях и жидкостях организма. У молодых особей его содержание выше, чем у взрослых. При заболеваниях желудочно-кишечного тракта, в частности при поносах, всасывание из кишечника уменьшается, и организм обедняется витамином С. Выделяется витамин С с калом, мочой и потом. Выделение с мочой зависит от уровня содержания витамина С в крови.

Помимо описанных витаминов, известны многие другие. Физиологическое значение части из них бесспорно для человека и животных, других еще представляется сомнительным. Среди первых витаминов нужно назвать витамин B_c (фолиевая кислота), витамин Н (фактор жирового обмена кожи), H_1 (р-аминобензойная кислота), инозит, витамин F и витамин Р. Другие же, около 20, мало изученные витамины здесь не приводятся. С ними можно ознакомиться в специальной литературе.

В исследованиях последнего времени обнаружено много соединений и веществ, которые в живом организме могут погашать биологическую актив-

ность витаминов или препятствовать ее проявлению. Действие таких веществ различно. Одни из них замещают место витамина в белковом комплексе и там задерживают действие витаминов; их называют ингибиторами. Другие могут подавить реактивность клеток в отношении соответствующего витамина. Эти вещества названы депрессорами. Третьи сами по себе могут вызвать признаки, напоминающие авитаминозное состояние. Они вредно действуют на организм, несмотря на присутствие активного витамина. Их называют псевдоингибиторами. К ним, в частности, относятся продукты окисления жирных кислот. Наконец, известны и антагонисты, которые устраняют действие витамина путем специфического с ним взаимодействия. К числу ингибиторов относится «авидин», содержащийся в белке сырых яиц (ингибитор биотина — одного из витаминов группы В). В зернах кукурузы содержится ингибитор никотиновой кислоты. В сырой рыбе находится фермент тиаминаза, разрушающий тиамин. Скармливание больших количеств сырого карпа лисицам было причиной B_1-авитаминоза, хотя в рационе содержался витамин B_1 в требуемом количестве [1]. Вообще говоря, выясняется, что некоторые вещества, находящиеся в естественных кормах, обладают ингибиторным, антивитаминным действием, которое может быть устранено только повышенным количеством витаминов, вводимых с пищей.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ВИТАМИНОВ

Несмотря на то, что достижения науки о витаминах (витаминологии) огромны, важнейшие проблемы механизма действия витаминов еще далеко не разрешены. Очень часто вопрос о недостаточностях витаминного питания приковывает к себе наше внимание по далеко зашедшим последствиям, представляющим собою не простую причинную связь, а сложное сочетание целой цепи явлений. Вот почему, вероятно, специфические действия отдельных витаминов проявляются в довольно однообразных признаках, например в снижении или потере аппетита, задержке роста и т. д.

Только глубокое проникновение в процессы, происходящие при явлениях витаминной недостаточности, приводит к обнаружению более специфических зависимостей, но бóльшая их часть носит все-таки эмпирический характер, так как признаки расстройств, вызываемых недостатком витаминов, во многих случаях неспецифичны.

Наиболее изученные и важнейшие для питания животных витамины в организме выполняют роль катализаторов клеточного обмена, регулятора его, а в некоторых случаях, возможно, и роль компонентов отдельных структурных образований. Таким образом, недостаток или отсутствие витаминов приводит к нарушениям, которые можно определить в общей форме как частные случаи нарушения нормального обмена веществ, развивающиеся впоследствии в болезненные состояния и расстройства.

Из специфических действий витамина А должно быть отмечено его отношение к зрительному пурпуру. Недостаток витамина А приводит к снижению остроты зрения (ночной слепоте — гемералопии). Вторым специфическим влиянием является замена специализированных форм эпителиальных клеток другими формами (метаплазия эпителия), что влечет за собой понижение местной сопротивляемости оболочек к проникновению инфекции. Повидимому, витамин А благоприятствует размножению, оказывает влияние на рост костей и имеет отношение к функции почек. Такое же физиологическое значение принадлежит и каротину.

Витамин D, судя по явлениям, наблюдающимся при его недостаточности, тесно связан с минеральным обменом. Недостаток его наиболее характерно

[1] Цит. по Б. И. Збарскому и др. Биологическая химия. Медгиз, 1954, стр. 206.

проявляется при рахите молодняка и остеомаляции взрослых. Влияние витамина D до некоторой степени регулируется уровнем введения с пищей кальция и фосфора. Витамин D облегчает всасывание кальция и фосфора и контролирует связывание кальция и фосфора, приносимых кровью к тканям. Витамин D поддерживает щелочно-кислотное равновесие крови, активирует действие некоторых гормонов, содействует излечению туберкулеза и имеет антиинфекционные свойства.

Витамин E представлялся на первых стадиях изучения веществом, специфично необходимым для нормальной функции половой системы животных. Но после опубликования большого количества работ, показавших, что недостаток витамина E ведет не только к бесплодию, но и к поражению нервной и мышечной систем и других органов и тканей животных, точка зрения о специфическом значении этого витамина для репродукции была оставлена. Все же наиболее ранними признаками недостатка витамина E являются морфологические и функциональные нарушения в половой системе.

Есть основание думать, что витамин E связан с жировым обменом и ему принадлежит обеспечение нормального химизма при усвоении и использовании липоидов [1].

Витамину E принадлежит антиокислительное действие. В этом нас убеждает, во-первых, то, что введение в организм животных продуктов окисления жиров производит такое же действие, как и авитаминоз E, и, во-вторых, то, что жир тела животных, выращенных на пище, лишенной витамина E, ненормально быстро окисляется кислородом воздуха. При этом витамин E не нейтрализует вредного действия продуктов окисления жиров, а предупреждает образование таких продуктов в организме. Если такие токсические вещества образуются в теле из-за недостатка витамина E, то его введение прекращает образование токсинов и излечивает бесплодие.

К специфическим следствиям недостатка витамина E относятся: мышечная дистрофия, повреждения плацентарных тканей и всего полового механизма самок. Недостаток витамина E в период лактации приводит к уменьшению выделения молока. У самцов наблюдается стерильность и дегенерация тестикул. Половое влечение некоторое время сохраняется, а затем пропадает.

Витамин K поддерживает нормальную концентрацию протромбина в плазме крови либо входя в состав протромбина как химическая составляющая, либо поддерживая в активном состоянии ткани, образующие протромбин. Повышает свертываемость крови.

Витамин B_1, по современным представлениям, входит в состав кокарбоксилазы — пирофосфата тиамина ($C_{12}H_{18}N_4Cl_2P_2O_7$), одного из участников ферментных превращений углеводов и белков в организме. С одной стороны, он несомненно участвует в процессах клеточного окисления, а с другой, и в процессах превращения углеводов в жиры.

При недостатке витамина B_1 наблюдается накопление пировиноградной кислоты в жидкостях и тканях организма («пировиноградный ацидоз») как специфическое биохимическое нарушение при B_1-авитаминозе. В результате накопления промежуточных токсических продуктов неполного углеводного обмена в мозговой ткани наблюдаются неврологические признаки B_1-авитаминоза.

Подтверждением роли витамина B_1 в углеводном обмене является также наблюдение, что при пище, богатой жиром, нуждаемость организма в витамине уменьшается.

---

[1] Б. А. Кудряшов. Витамин E и механизм его действия. Ученые записки Московского гос. университета, т. 32, стр. 1, 1940. «Успехи современной биологии», 1937, 6, стр. 318.

При синтезе жира из углеводов или их метаболитов, помимо тиамина, необходимы рибофлавин и пантотеновая кислота [1]. Последние усиливают действие тиамина.

Витамин B_1 необходим для нормальной работы желудочно-кишечной мускулатуры, для нормального всасывания пищи и, прежде всего, жиров. Замечено, что витамин B_1 удерживает снижение живого веса животных раньше других подобных пищевых факторов. При недостатке B_1 наблюдается снижение кислотносекреторных показателей желудочной секреции.

Витамин B_2 является активной частью желтого окислительного фермента, участника окислительно-восстановительных процессов в организме. Последствия недостаточности витамина B_2, повидимому, зависят от клеточной асфиксии (удушения).

Витамин B_2 способствует окислению углеводов, аминокислот, молочной кислоты и альдегидов. Участвует в обмене белков. Как светочувствительный и встречающийся в сетчатке глаза различных животных, витамин B_2, повидимому, играет роль в функции сетчатки. Участвует в питании и обмене сердечной мышцы и играет важную роль в обмене жира (см. выше). Никотиновая кислота (витамин B_5) участвует в регуляции деятельности нервной системы, желудочно-кишечного тракта, кожных покровов. Входит в состав ряда ферментов. Она необходима для стимуляции деятельности костного мозга, желудочной секреции и для нормальной моторики желудочно-кишечного тракта.

Пиридоксин (витамин B_6) подобно рибофлавину и никотиновой кислоте образует часть окислительных систем в организме. Его физиологические функции связаны с утилизацией ненасыщенных жирных кислот пищи, с белковым обменом и с синтезом жира из аминокислот.

При участии пиридоксина триптофан превращается в организме в никотиновую кислоту: у крыс, мышей, свиней и лошадей возможна замена никотиновой кислоты пиридоксином с триптофаном.

При недостатке пиридоксина в моче животных наблюдается выделение ксантуреновой кислоты, образующей зеленый пигмент с железоаммиачными квасцами. Ксантуреновая кислота не выделяется, если пищевой протеин не содержит триптофана.

Пиридоксин является коэнзимом, катализирующим биологические реакции переаминирования.

Недостаток пиридоксина может быть причиной расстройств белкового обмена в организме (нарушения в построении белков организма животных и превращений аминокислот тирозина, триптофана и других).

Пантотеновая кислота (витамин B_3) участвует в окислении пировиноградной кислоты, образовании гликогена; допустимо, что она участвует в обмене белков, несомненно связана с водным и солевым обменом и с обменом жира. Недостаток пантотеновой кислоты влечет за собой жировое перерождение печени. Функции пантотеновой кислоты тесно связаны с функциями рибофлавина. Содержание в крови обоих изменяется параллельно. Является коферментом ацетилазы.

Холин, по имеющимся данным, предупреждает жировую инфильтрацию печени. Механизм липотропного действия холина заключается, повидимому, в том, что пищевой холин, участвуя в синтезе фосфолипоидов, активирует выход жира из печени и доставку жира к жировым депо. Холин является фактором метилирования. Стимулирует перистальтику.

По некоторым данным, холин оказывается фактором, поддерживающим нормальную структуру клеток почек.

[1] С. М. Лейтес. См. вторую сноску к стр. 75.

Витамин B_{12} [1] участвует в обмене азотистых веществ и белков; при недостатке этого витамина наблюдается снижение прироста веса у молодняка. Ему принадлежит предупреждение пернициозной анемии. Установлена связь между витамином B_{12} и процессом переноса метильных групп. Предполагается, что витамин участвует в ферментативной системе, посредством которой синтезируются нуклеозиды из пуринов.

Витамин С (аскорбиновая кислота) принимает участие в клеточном дыхании как катализатор, регулирует ассимиляционные и диссимиляционные процессы в клетке и играет большую роль как защитный фактор.

Витамин С участвует в обмене аминокислот. При отсутствии витамина С нарушается целостность кожной и хрящевой тканей и выработка дентина зубов, увеличивается проницаемость сосудистых стенок. Витамин С считается необходимым для успешного заживления ран, для развития соединительной ткани, для ускорения заживления костных переломов и ускорения кальцификации. Считают, что он способствует созреванию эритроцитов, излечению некоторых форм пищевой анемии, нормальному усвоению железа. Он обладает антиинфекционным и антитоксическим действием, стимулирует образование антител и детоксикацию организма при отравлениях. Наконец, замечено, что витамин С ускоряет исчезновение молочной кислоты, накапливающейся в организме при выполнении физической работы.

Физиологическое значение витамина B_c (фолиевой кислоты) заключается в участии в образовании эритроцитов, предохранении животных от злокачественной анемии и в способствовании яйценоскости птицы. Витамин Н (биотин) способствует усвоению белков и жиров и участвует в обмене липоидов. Витамин H_1 (р-аминобензойная кислота) предохраняет от поседения волос. Инозит предохраняет животных от потери волос (облысения) и от жировой интоксикации печени. Витамин F (комплекс арахидоновой и линоленовой кислот) участвует в регулировании жирового обмена в мышцах, поддерживает нормальное состояние кожных покровов. Витамин Р повышает устойчивость стенок капилляров, участвует в окислительно-восстановительных процессах, повышает использование организмом витамина С.

Как видно из описания физиологических функций витаминов, основной из этих функций является участие витаминов в ферментных системах организма. Многие витамины входят в состав ферментов в качестве простетической группы. Молекула фермента представляет собой соединение простетической группы со специфическим белком. Несколько примеров участия витаминов в ферментах приведены в табл. 15.

Таблица 15

Ферменты, в образовании которых участвуют витамины

Обозначение и название фермента	Фермент, в который входит витамин	Действие фермента
B_1 — тиамин	Карбоксилаза	Расщепление пировиноградной кислоты
B_2 — рибофлавин	Желтый фермент	Окисление — восстановление
B_3 — пантотеновая кислота	Ацетилаза	Ацетилирование
B_5 — никотиновая кислота	Дегидрогеназа	Дегидрирование многих соединений
B_6 — пиридоксин	Тирозин-декарбоксилаза	Декарбоксилирование тирозина
	Трансамилаза	Переаминирование аминокислот

[1] Биохимия и физиология витаминов, в. 6, под ред. Н. М. Сисакяна и др. Изд. иностранной литературы, 1953, стр. 157.

Ряд витаминов (A, C, D, E, H) соединяется в организме с белком, но роль таких комплексов в обмене веществ еще окончательно не выяснена. Известно, что соединение витамина А с белком представляет собой зрительный пурпур — родопсин.

Во многих случаях ферментное действие с участием витаминов изучено в направлении окисления и гидролиза, но весьма вероятно, это действие обратимо и может идти в направлении синтеза.

Синтетические процессы в существовании любого животного играют не меньшую роль, чем гидролитические. Для сельскохозяйственных же животных они приобретают исключительное значение, так как эти животные содержатся человеком прежде всего ради максимальной продукции субстанций их тела (мясо, сало, шерсть, кожа) или его производных (молоко, яйца).

Несомненно, что в процессах синтеза витаминам принадлежит огромная роль, что подтверждается результатами зоотехнической практики.

ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ВИТАМИНОВ И ДРУГИХ ВЕЩЕСТВ ПИЩИ В ОБМЕНЕ

Трудно дать исчерпывающую характеристику тех взаимодействий, в которые вступают элементы питания друг с другом и с организмом животного. Однако совершенно очевидно, что любой из элементов питания не может рассматриваться изолированно в своем действии при питании. Существование взаимодействий можно показать на отдельных примерах. Так, витамин B_1 связан с обменом углеводов. Требования к притоку этого витамина возрастают по мере увеличения притока углеводов. Наоборот, замена углеводов пищи жиром делает ненужной доставку витамина B_1.

Однако потребность в витамине B_1 связана не только с размером поступления углеводов. Она скорее связана с объемом тех превращений, которые углеводы претерпевают в организме. Так, при интенсивной мышечной работе углеводы претерпевают сложный путь превращений, в соответствии с чем необходимость витамина B_1 при такой работе больше, чем при таком же получении углеводов, когда этой интенсивной мышечной работы не происходит [1].

О взаимоотношениях в обмене между кальцием, фосфором и витамином D указывалось раньше. Здесь также можно наблюдать отклонения от нормы, вызванные внешним воздействием, а не изменениями в доставке одного из этих элементов питания. В одном из опытов с ягнятами рацион, содержащий достаточное количество витамина D и прочих элементов питания, был рассчитан так, чтобы поддерживать только вес животных без прироста. При таком режиме животные за 240 дней опыта не показали каких-либо отклонений от нормы в здоровье и состоянии. Другим подопытным группам ягнят скармливалась такая же пища, как и первой группе, в равных с ней количествах, но второй группе добавлялся крахмал, а третьей жир. В этих группах наблюдался прирост веса, но к 210—240-му дню развивались симптомы рахита, причем отдельные животные из этих групп даже погибали. Как видно из этого примера, нарушение в состоянии было вызвано не изменением притока кальция и фосфора, считающихся тесно связанными в обмене с витамином D, а изменением размера и скорости роста, что, вероятно, было связано со скоростью и размером обменного обращения тех же самых веществ в организме и привело к явлениям D-витаминной недостаточности.

При опытах по экспериментальному А-гиповитаминозу у подопытных животных было замечено появление С-авитаминоза. Эти наблюдения были позднее подтверждены, что свидетельствует о наличии синергизма (совместного

[1] Barborka C. J. a oth. J. Amer. Med. Assoc., v. 122, p. 717—720, 1943.

в одном и том же направлении действия) между витаминами А и С. Подобное совместное действие было показано и между витаминами B_1 и С. В последних опытах удалось показать возможность устранения и предупреждения появления признаков недостаточности витамина B_1 применением повышенных доз витамина С. Взаимоотношения между витаминами проявляются и в том факте, что витамины комплекса В (тиамин, рибофлавин, никотиновая и пантотеновая кислоты) в тканях животного организма сгруппированы вместе и довольно тесно связаны друг с другом.

Этот тесно связанный комплекс участвует в обмене углеводов (B_1 и никотиновая кислота), жиров (B_2 и пантотеновая кислота) и белков (никотиновая кислота), т. е. всех трех групп органических питательных веществ.

Известно о взаимодействии между витаминами и действием гормонов. Установлено, что щитовидная железа стимулирует превращение каротина в витамин А, а витамин А уменьшает усиливающее обмен действие тироксина. Отсутствие витамина А обусловливает изменения в поджелудочной и вилочковой железах.

Витамин С также является антагонистом тироксина. Но витамин С участвует в обмене углеводов через усиление действия инсулина и на сахар крови. Приведенные примеры показывают, как многообразны взаимоотношения между веществами, участвующими в обмене, в частности между витаминами.

О связи условий витаминного питания с использованием органических веществ пищи подробнее говорится в пятой части книги.

ГЛАВА VIII

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ОБМЕН ВЕЩЕСТВ

СВЯЗЬ МЕЖДУ ФАКТОРАМИ СРЕДЫ И ОТВЕТНЫМИ РЕАКЦИЯМИ ЖИВОТНЫХ

Взаимоотношения организма с внешней средой устанавливаются на основе безусловных (врожденных) и условных (приобретенных) рефлексов. Ответные реакции животных представляют собой вероятное поведение в ответ на те или иные внешние, главным образом пищевые, раздражители. Законность ожидания таких средних, или, как они названы, «вероятных», ответов обосновывается доказанной исторически сложившейся причинностью явлений в животном организме. Такая причинность и позволяет сопоставлять то или иное изменение питания с внешним проявлением деятельности животного, не упоминая о регулирующей роли нервной системы и коры головного мозга. Однако последнее допустимо в среднем. Но как только нужно будет объяснить или понять ответные реакции в каком-либо конкретном случае, относящемся к определенному животному, так функциональное состояние его нервной системы не должно забываться. В этом случае должно быть принято во внимание разработанное И. П. Павловым в последние годы его жизни учение о типах нервной системы. Тип по Павлову — прирожденный вид нервной деятельности животного, «но так как животное со дня рождения подвергается разнообразнейшим влияниям окружающей обстановки, на которые оно неизбежно должно отвечать определенными деятельностями, часто закрепляющимися на всю жизнь, то окончательная наличная нервная деятельность животного есть сплав из черт типа и изменений, обусловленных внешней средой» [1].

За последние годы в ряде работ на сельскохозяйственных животных показано, что в результате разных условий воспитания смолоду удается вырастить животных, которые во взрослом состоянии на одни и те же условия кормления реагируют по-разному. Эти результаты могут быть объяснены только с позиций павловской физиологии как следствия направленного влияния на нервную систему животных. В ответных реакциях таких животных и сказывается влияние на обмен нервной системы, сложившейся по-разному.

Зоотехники еще мало учитывают нервную деятельность животных при решении зоотехнических задач. Предстоят большие усилия для формирования животных с нервной системой, достаточной чувствительной в одних отношениях, обусловливающих их полезную деятельность, и устойчивой в других отношениях, хотя бы в отношении сохранения качеств таких животных. Эта большая задача будет успешно решена коллективным трудом производственников и ученых-физиологов, зоотехников и биохимиков.

---

[1] И. П. Павлов. Полное собрание трудов, т. III, стр. 567, 1949.

Функциональное состояние нервной системы может оказать влияние на процессы питания и обмен не только в результате сложившегося в онтогенезе типа нервной системы. Изменения в условиях жизни животных по сравнению с обычными могут вызвать изменения в обмене, не поддающиеся расшифровке только с биохимических позиций. Так, например, в физиологических исследованиях показано, что болевые раздражения животных вызывают у них временное прекращение секреции пищеварительных соков, что может повлечь за собою ухудшение переваримости и использования пищи, хотя эта пища не будет отличаться от пищи, до того хорошо переваривавшейся и используемой.

На роль нервной системы в обмене веществ указывает и тот, ставший теперь широко известным, факт, что каждому сорту кормов отвечает своя работа желез и что каждый корм животное переделывает «на свой лад» уже в начале тонкого кишечника. Химус имеет вполне определенный химический состав, специфичный для данного животного. На оперированных животных делались попытки изменить физико-химические свойства их специфического химуса; при этом всегда отмечалось прекращение, и притом на довольно долгий срок, нормальной пищеварительной деятельности. Это прекращение сопровождалось отказом от поедания кормов и рядом других признаков, свидетельствующих о вмешательстве нервной системы в функции организма в целом, вызванном нарушением нормальных условий в одной из его частей. Поэтому и описываемые ниже следствия несбалансированного питания следует понимать как результат торможения со стороны нервной системы животных.

Ухудшение аппетита, снижение переваримости и использования кормов в новой обстановке в связи с нарушением установленного режима ухода, содержания, доения и т. д. также являются проявлением взаимосвязей между факторами внешней среды через органы чувств и кору головного мозга с функциями организма и обменом веществ в нем.

Таким образом, определенному раздражителю соответствует определенная ответная реакция в том случае, если животное находится в соответствующем функциональном состоянии.

Факторами, оказывающими влияние на течение и результаты обмена в практике эксплуатации сельскохозяйственных животных могут оказаться количество пищи и ее состав, порядок и техника скармливания кормов, питье, температура, влажность и световое состояние мест содержания животных. На ответные реакции животных влияют и факторы, соответствующие указанному выше функциональному состоянию животных, такие как породная принадлежность, условия воспитания, общее состояние организма, обусловленное предыдущей эксплуатацией, и прочие факторы, определяющие индивидуальные особенности животных.

Влияние перечисленных факторов на обмен может отражаться на приеме пищи (аппетите), на размере и скорости переваривания пищи, на всасывании питательных веществ, на ассимиляции, на выведении твердых, жидких и газообразных выделений, на функциональном состоянии и на таких важных состояниях и функциях животных, как здоровье, продуктивность, воспроизводство, эффективность использования пищи и т. д.

Влияние условий кормления на многие стороны физиологической и хозяйственно полезной деятельности животных имеет большое производственное значение. Подробному разбору этого вопроса посвящена пятая часть книги.

ПОЛНОЕ И ЧАСТИЧНОЕ ГОЛОДАНИЕ ЖИВОТНЫХ

Для существования животных необходимо, чтобы расходуемые ими вещества и энергия пополнялись пищей. Если расход веществ из организма не пополняется совершенно, т. е. пища не поступает, то имеет место полное голо-

дание; если пища поступает, но ее недостаточно для покрытия всего размера расходов,—неполное голодание. Наконец, в тех случаях, когда в общем достаточная пища не имеет некоторых составных частей или этих частей недостаточно, налицо частичное голодание.

Любой из перечисленных видов голодания не приводит к немедленному прекращению существования организма.

При прекращении дачи пищи животное может еще некоторое время продолжать жить за счет расходования тканей своего тела. При этом характер обмена, особенно у травоядных, резко меняется и приобретает черты, характерные для обмена у плотоядных. Доставление воды животному, не получающему пищи, удлиняет срок его жизни сравнительно с находящимся на полном голодании. В моче выделяются продукты обмена, количество которых постепенно уменьшается. Так, собака в первый день голодания выделяла 6,96 *г*, в 5-й — 4,44, в 11-й — 3,86, в 21-й — 3,42, в 40-й — 2,34 и в 55-й — 2,05 *г* азота. Таким образом, создается впечатление возрастающей экономии организма. Продолжается продукция тепла за счет окисления тканей животного, причем это тепло идет на поддержание температуры тела. В выдыхаемом воздухе выделяется CO_2. Изучение условий газового обмена при голодании показывает, что в организме распадаются как белки, так и безазотистые вещества: в первое время голодания происходит распад гликогена и жира, а позднее, после исчерпания запасов гликогена, — только жира. Относительное участие в распаде протеина и жира у голодающих животных определяется степенью упитанности их в момент начала голодания. По мере исчерпания запасов жира доля разрушаемого белка увеличивается.

Баланс как азота, так и углерода и минеральных веществ при голодании всегда *отрицателен*.

Влияние размера животного на потери питательных веществ при голодании, а также влияние окружающей температуры на размер обмена выражаются в следующем: 1) на расходе при голодании сказывается функциональное состояние нервной системы животного и условия, предшествовавшие голоданию; 2) чем крупнее животное, тем выше его потери при голодании; 3) с понижением температуры окружающей среды потери возрастают; 4) критическая температура для голодающих животных лежит выше 20°; 5) потери при голодании сильнее связаны с поверхностью тела, чем с живым весом.

При полном прекращении поступления пищи в организм происходят следующие изменения обмена веществ. Вначале происходит как бы приспособление организма к голоданию. В пищеварительном тракте сохраняются пищевые остатки, но их влияние на обмен систематически и быстро убывает. Анализы тела голодающих животных указывают на несколько иной порядок использования веществ, чем это было указано выше. Казалось бы, что в первую очередь должны быть израсходованы углеводы тела; однако углеводы в эти первые дни голодания убывают мало, вернее они пополняются за счет других веществ тела, а их количество поддерживается на уровне, близком к норме. В данный приспособительный период расходуются больше всего резервные белки тела, меньше жиры, и, наконец, всего меньше снижается уровень содержания углеводов. Газообмен уменьшен. Понижается деятельность легких и сердца. Пищеварительная система сохраняет свою секреторную деятельность, а моторная деятельность даже увеличивается. С этим связывают мучительное чувство голода. Работоспособность в первые дни голода не понижается.

Спустя несколько дней, организм уже полностью приспособлен к возможно длительному существованию без пищи. Мышечная деятельность сокращается, температура тела понижается. Углеводы и белки расходуются экономно, основные траты приходятся на долю жира, постепенно нарастает ацидоз. При наличии достаточных запасов жира расход белка незначителен, и голодание

может продолжаться довольно долго. Животное интенсивно теряет в весе, причем потери происходят главным образом за счет жира тела и скелетной мускулатуры. Последняя атрофируется и постепенно перерождается. В то же время такие важные органы, как сердце и мозг, не убывают в весе и не подвергаются перерождению. Когда значительная часть запасного жира и тканевых белков будет израсходована, наступает последняя, предсмертная стадия голодания. Наблюдается мышечная слабость, угнетение центральной нервной системы. Быстро нарастает распад белков тканей. Гибель наступает ранее исчерпания запасов жира и белка. В организме скопляются токсические продукты распада белка, наблюдается ацидоз, связанный с накоплением ацетоновых тел, сердечная слабость и смерть от паралича дыхания.

Полное голодание в процессе нормальной эксплуатации животных не будет иметь места. Описание его картины приведено здесь только с целью сравнения с явлениями, сопровождающими питание. Однако в некоторых случаях, в частности при откорме, животных выдерживают на кратковременном полном голодании.

Неполное голодание представляет собой недоедание, которое встречается при временном недостатке кормов, особенно при неурожае, временной задержке доставки кормов из мест их хранения. При недоедании наблюдаются те же признаки, что и при голодании, но проявляющиеся более медленно.

Потеря в весе, ослабление мышечной деятельности и изменения в центральной нервной системе сопровождаются иногда голодным отеком. Чем меньше размер недоедания, тем дольше оно может продолжаться без глубоких нарушений в организме. После периода недоедания, если он не привел к глубоким нарушениям, возможно довольно быстрое восстановление за счет достаточного притока пищи.

В руководствах по кормлению сельскохозяйственных животных рекомендуется стремиться к систематическому снабжению животных оптимальным количеством пищи, хотя и считается терпимым чередование несколько недостаточного питания с последующими периодами обильного питания. Насколько нам известно, экспериментальных доказательств преимуществ равномерного питания, как и недопустимости чередующегося питания, нет. Однако следует упомянуть, что в применении к человеку такое чередующееся по уровню доставки пищи питание в ряде случаев считается необходимым. Эффективно ритмичное чередование в некоторых случаях кормления животных (стр. 223).

Примером частичного голодания могут быть опыты на безазотном рационе или опыты на авитаминозной пище. Первые ставятся с целью учета потерь азота при обеспечении животного материалом для всех жизненных процессов, не требующих белка в пище. Вторые опыты проводятся с целью определения потребности животных в витаминах. При кормлении животных безазотной пищей всегда наблюдается выделение азота в моче (и в небольших количествах — в кале, тоже тканевого происхождения), что доказывает незаменимость белка другими питательными веществами.

Заболевание и гибель животных при авитаминозном питании служит указанием как на потребность в витаминах, так и на необходимость всестороннего питания животных.

Подробнее явления и последствия частичного голодания будут описаны ниже.

ДОСТАТОЧНОЕ И ОБИЛЬНОЕ ПИТАНИЕ

Рациональное кормление основано на изучении обмена веществ и энергии в организме и представляет собой доставку в кормах таких пищевых веществ, которые покрывают полностью потребности животных. Если бы потребности

животных зависели только от состояния и функций организма, то задача сводилась бы к определению таких потребностей и к установлению, в каких кормах содержится необходимое и достаточное количество требующихся питательных веществ. Однако вопрос осложняется тем, что потребности в отдельных элементах питания зависят не только от животного и его состояния, но и от количества и рода пищи.

Питание, соответствующее расходу веществ, и следовательно, полностью и во всех отношениях возмещающее расход, называется достаточным, или уравновешенным. При этом подразумевается, что расход веществ из организма обусловлен факторами существования, содержания и эксплуатации животных. Проще всего подобное состояние представить себе на примере работающей лошади. Размер выполняемой работы определяет расход веществ из тела. С другой стороны, теперь совершенно точно известно, что доставка животному пищи сверх потребностей, определяемых его состоянием и расходами в данный момент, может повлечь за собой либо повышение его продуктивности (роста, работы и т. д.), либо приводит к накоплению запасов в теле в форме восстановления ранее израсходованных веществ, либо к отложению новых тканей, в частности жира (повышение упитанности, откармливание). Такое питание является избыточным.

В практике кормления сельскохозяйственных животных необходимо либо уравновешенное, либо избыточное питание, как приводящее к получению продуктов животноводства.

Задачами как достаточного, так и избыточного питания являются не только получение продукции, но одновременно сохранение здоровья животных и проявление прочих необходимых и свойственных им функций. По словам Ч. Дарвина, из всех причин, обусловливающих изменчивость организмов, самую важную составляет избыток пищи.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПИТАНИЯ НА ОБМЕН

Количество и качество принятой животным пищи оказывает сильное влияние на характер и интенсивность процессов обмена.

Так, например, в опыте Г. Митчелла [1] с быками при изменении только количества задаваемой пищи, в то время как корма оставались одними и теми же и их соотношение в рационе сохранялось постоянным, наблюдалось типичное для подобных случаев кормления изменение обмена. С увеличением притока корма возрастало количество энергии переваримых веществ, энергии в кале, моче и метане. Возрастала теплопродукция. Если при низких уровнях кормления дефицит энергии покрывался за счет потерь ее из тела, то при возросших уровнях кормления появлялись отложения в теле, причем количество отложений увеличивалось с большей скоростью, чем возрастали прочие элементы обмена веществ. Относительное увеличение энергии в отложениях находит свое объяснение в более медленном увеличении теплопродукции.

На рис. 6 эти результаты представлены в процентах к валовому содержанию энергии в корме. Из этого рисунка видно, что процент потерь энергии с непереваренными остатками (калом), мочой и метаном в сумме практически был одинаковым при всех уровнях кормления (выраженных в тысячах калорий энергии переваримых веществ на 1 *ц* живого веса). Процент потерь энергии в форме тепла (теплопродукция) убывает, а процент энергии, эквивалентной отложениям в теле, возрастает. Таким образом, при возрастании притока пищи

---

[1] H. H. Mitchell a oth. Jornal of agric. Res. 1932, *v.* 45, № 3, 163—191.

постоянного состава увеличивается выделение всех продуктов обмена, но с разной скоростью, в связи с чем процент эквивалентной им энергии в большей или меньшей степени изменяется. Сумма всех потерь убывает, а энергия, эквивалентная продукции, возрастает.

Судя по величине отложения энергии в теле, наиболее эффективным оказался самый высокий уровень кормления. Это заключение верно для рационов, хорошо сбалансированных с пищевыми потребностями животных.

На этом основании в производстве стремятся кормить животных до полного удовлетворения аппетита, если, конечно, такое кормление оправдывается продуктивностью.

Если изменение уровня кормления одновременно сопровождается сменой состава кормов в рационе или меняется состав рациона, а уровень кормления остается прежним, характер и интенсивность обмена изменяются, но иначе, чем это было в рассмотренном выше примере. Изменения в обмене при смене качества кормления как без, так и с изменением уровня кормления могут привести к изменениям поедаемости пищи, переваримости питательных веществ, выделения продуктов обмена в моче, выделения метана, к изменениям величины теплопродукции и т. д. При некоторых условиях питания изменяются биохимический состав крови, состав продукции животных, ход физиологических процессов в организме.

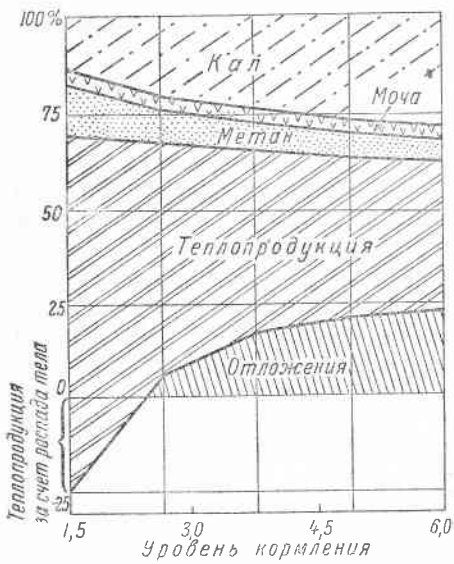


Рис. 6. Распределение энергии при обмене у бычков в процентах к поступившей с пищей в зависимости от уровня кормления (уровень кормления в тысячах килокалорий энергии переваримых веществ на 1 *ц* живого веса). Составлено по данным опубликованных в литературе опытов.

Многие примеры таких изменений приводятся в последующих главах, особенно в пятой части книги.

Здесь в качестве примера рассмотрим данные К. Л. Минакова (Вологодская опытная станция), изучавшего изменения потерь в моче в зависимости от качественного состава рационов молочных коров. К. Л. Минаков определял потери в моче у коров по количеству кислорода, необходимого для полного окисления органических веществ мочи (по вакату O_2). Этим путем косвенно может быть определена калорийность мочи. Далее Минаков определил так называемый «коэффициент окисляемости» рационов. Коэффициентом окисляемости названо число граммов переваримого сухого вещества рациона, эквивалентное 1 *г* вакат-кислорода мочи. Следовательно, этот коэффициент показывает, на сколько граммов сухого вещества рациона приходится такое количество органических веществ в моче, для окисления которого потребуется 1 *г* кислорода. Чем больше величина коэффициента окисляемости, тем, следовательно, меньше выделяется в моче неокисленных продуктов, тем полнее питательные вещества используются в обмене. На рис. 7 приведена диаграмма, заимствованная из работы К. Л. Минакова. На этой диаграмме видно, что молочные коровы выделяют в моче разное количество неокисленных продуктов в зависимости от характера состава рациона. С изменением качества кормления наиболее широко изменяется величина тепловых потерь, что отра-

жается и на размере продуктивности животных. Разбору этого вопроса посвящен следующий раздел главы.

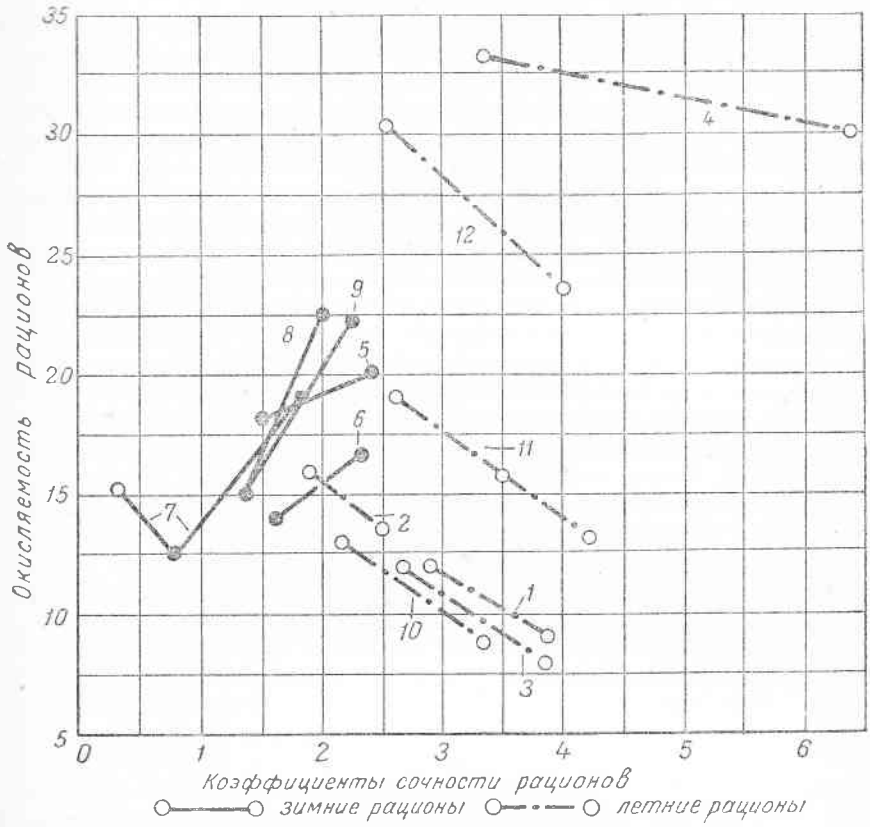


Рис. 7. Соотношения между окисляемостью органического вещества и сочностью рационов, по К. Л. Минакову.

Цифрами обозначены номера опытов.

ВЛИЯНИЕ ПИТАНИЯ НА ВЕЛИЧИНУ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ — «СПЕЦИФИЧЕСКИ ДИНАМИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ПИЩИ»

Уровень и качество кормления оказывают влияние на величину тепловых потерь (теплопродукцию) животных. Выше (стр. 87) указывалось на опыт Г. Митчелла с быками. В этом опыте теплопродукция возрастала по мере увеличения потребления быками сухого вещества кормов. Если при потреблении в сутки 2,3 *кг* сухого вещества суточная теплопродукция была равна 9755 *ккал*, то при потреблении 6,8 *кг* она равнялась 14 420 *ккал*, а при потреблении 11,2 *кг* достигала 18 912 *ккал*. В опытах В. М. Попова со свиньями наблюдалась подобная же зависимость [1]: при суточном потреблении 1412 *г* сухого вещества корма суточная теплопродукция была 2560 *ккал*, при 1659 *г* — 2931 *ккал*, при 2555 *г* — 4199 *ккал*.

[1] В. М. Попов. Продуктивная ценность кормов и новые принципы обоснования кормовых норм для растущих свиней. Записки Пушкинской зоотехнической лаборатории, в. 19, 1939.

Подобных опытов имеется много, и считается совершенно твердо установленным, что количество поедаемого животным корма прямо связано с размером теплопродукции.

Качество пищевого рациона, если под изменением качества подразумевать изменение химического состава пищи, также оказывает влияние на размер теплопродукции.

Как недостаток протеина в пище, так и его избыток, недостаток и избыток некоторых минеральных веществ и витаминов приводят к возрастанию теплопродукции и тепловых потерь.

Так, например, если потери в тепловой форме для случая кормления животных пищей, содержавшей 4—8% протеина (от сухого вещества), принять за 100%, то при пище, содержавшей 18—30% протеина, эти потери будут равны 40%, а при пище, содержавшей 42—54% протеина, потери возрастут до 125—150%. Лишение животных натрия, фосфора, железа и меди, а также избыток кальция увеличивают теплопродукцию.

На основании наблюдений (подобных приведенным) создалось представление о «специфически динамическом действии пищи», под которым понимается увеличение теплопродукции в результате приема пищи. Согласно этому представлению, отдельные пищевые вещества, и среди них особенно белок, способны возбуждать обмен. Этому утверждению противоречат факты уменьшения теплопродукции по мере увеличения притока питательных веществ, например белка (см. выше), до некоторого уровня, который можно принять за оптимальный. Как указывалось выше, прибавка белка не всегда вызывает увеличение обмена. Если белок прибавляется в дополнение к диете, недостаточной по этому веществу, обмен снижается. Наоборот, при увеличении дачи белка сверх некоторого оптимума обмен возрастает. Имеются и другие примеры, не согласующиеся с понятием о специфическом динамическом действии пищи. Было предложено очень много объяснений специфически динамического действия. Заметим, что специфически динамическое действие, т. е. повышение теплопродукции в связи с актом питания, проявляется тем слабее, чем ниже температура окружающего воздуха. Это замечание станет понятным в связи со сказанным на стр. 61. При низких температурах теплообразование, вызывавшееся холодовым раздражением, прекращается как только в организме начинает появляться тепло, достаточное для согревания тела, образующееся в связи с какими-либо другими процессами, в частности с процессом использования поступившей пищи.

Введение понятия о специфическом динамическом действии пищи принадлежит Рубнеру. На основании своих опытов на собаках он установил, что дача 100 *ккал* в виде протеина увеличивает обмен на 30,9, в виде жира на 12,7 и в виде тростникового сахара на 5,8 *ккал*. Из этого было заключено, что при определении расхода энергии по основному обмену в 100 *ккал* для восполнения этого расхода необходимо задать в мясе 140, или в жире 114, или в сахаре 106 *ккал*.

В последнее время специфическому динамическому действию углеводов приписывается большее значение, чем жиров, а некоторые исследователи считают, что ему вовсе нельзя приписывать постоянного значения для одного и того же вещества. Однако никто не оспаривает его наличия.

Повышение обмена при приеме пищи, повидимому, вызвано не одним, а несколькими факторами из числа кратко рассмотренных ниже.

1. Принятие пищи — акт еды — приводит к возбуждению и усилению обменных процессов рефлекторным путем; неизбежность такого усиления была показана (Р. П. Ольнянская) в опытах с мнимым кормлением (стр. 93).

2. Принятие пищи заключает в себе некоторое количество мускульной работы (измельчение, смешивание и продвижение пищи по пищеварительному

тракту). Эти затраты, очевидно, зависят от грубости корма. Помимо того, принятие пищи совершается с беспокойством и с излишними движениями. Этот фактор, будучи неучтенным, может сильно исказить картину обмена.

3. Переваривание пищи приводит в действие пищеварительные железы. Последние должны затратить некоторое количество энергии для производства компонентов своих соков. Правда, это положение не во всех случаях оправдывается. В отдельных исследованиях нельзя было отметить продукцию тепла в результате деятельности слюнных желез.

4. После переваривания, всасывания и перенесения кровью в ткани продукты переваривания подвергаются различным превращениям. Эти превращения также сопровождаются выделением тепла. Если бы эти превращения в результате действия энзимов являлись всегда гидролизом, обратимым в зависимости от условий, то количество освобождающегося тепла было бы незначительно. Так, при гидролизе крахмала до глюкозы только 0,8% энергии крахмала освобождается в виде тепла. Превращения же, помимо гидролиза, обязательно связаны и с усилением синтеза веществ.

5. У жвачных животных происходит сильное бактериальное разрушение пищи в преджелудках. При этом образуются летучие кислоты (табл. 16), угле-

Таблица 16

Распределение (в процентах) свободных летучих жирных кислот, присутствующих в рубце овец 2 часа спустя после кормления
(из К. Л. Блэкстера)

Кислоты	Злаковое сено	Люцерновое сено	Сено и зерно кукурузы	Сено, льняное семя и кровяная мука
Уксусная	59	70	37	75
Пропионовая	35	19	48	15
Масляная	15	11	12	9
Высшие	не обнар.	не обнар.	3	не обнар.

кислота (CO_2), метан (CH_4) и следы водорода (H_2). Найдено, что из 100 *г* переваримых углеводов образуется около 4,5 *г* CH_4, а образование 1 *г* CH_4 сопровождается освобождением 6,07 *ккал*. Таким образом, на 100 *г* углеводов выделяется 27,31 *ккал* тепла. Если углеводы скармливаются в форме глюкозы, тепловая ценность которой на 1 *г* составляет 3,75 *кал*, то на 100 *г* всасываемой глюкозы освобождается 7,21 *ккал* тепла. При расщеплении целлюлозы потери тепла составляют около 6%. Распределение энергии целлюлозы в результате ее брожения в рубце (по К. Л. Блэкстеру) таково:

Количество использованной целлюлозы	100	*ккал*
Образование летучих кислот — муравьиной	0,1	»
уксусной	18,5	»
пропионовой	57,5	»
масляной	1,6	»
Образовано метана	7,9	»
Прирост микроорганизмов	8,0	»
Потери в тепловой форме	6,0	»

Наибольшее образование метана происходит у жвачных, меньше — у лошадей, совсем мало — у свиней, а у плотоядных образование метана настолько незначительно, что им можно пренебречь. Бактериальное разложение протеинов в толстых кишках, несомненно, сопровождается выделением тепла, но размер его неизвестен.

6. Увеличение концентрации питательных веществ в крови и лимфе является стимулом повышения обмена в клетках. Доказательства этого положения приводили Леск и др. (см. ниже).

Из числа теорий, приводимых с целью объяснить специфическое динамическое действие, укажем на следующее.

1. Теория Цунтца («работа переваривания»). Согласно этой теории, увеличение обмена после принятия пищи связано исключительно с увеличением деятельности пищеварительного тракта. Доводы в пользу теории таковы: специфическое динамическое действие проявляется вскоре после приема пищи и в такой срок (30 минут), за который действие абсорбированных веществ еще не могло бы проявиться. К тому же некоторые вещества не приводили к повышению теплопродукции, будучи введены в кровь, но давали эффект, попадая в тело через рот.

Точность опытов вызывает у современных исследователей сомнения; теория не объясняет разницы в специфическом динамическом действии протеинов и других веществ. Некоторыми опытами опровергается и сама теория. Агар-агар [1], либиховский экстракт и другие вещества, увеличивающие кишечную сокращаемость и выделение пищеварительных соков, не влияют на размер теплообмена. В то же время у жвачных теплопродукция, связанная с бактериальной деятельностью в желудке, безусловно значительна.

2. Теория Рубнера. Рубнер, изучая влияние принятой пищи на обмен, пришел к заключению, что работа переваривания имеет малое влияние на увеличение теплопродукции, но что первоначальное расщепление и окисление питательных веществ во время обмена (еще до окончательной их утилизации) являются основной причиной этого влияния. По его мнению, избыточное тепло, выделяемое организмом после скармливания протеина, появляется вследствие превращения адсорбированных продуктов переваривания и расщепления их, сопровождающегося выделением из тела азотистых продуктов распада. С другой стороны, всосавшиеся продукты распада оказывают раздражение на клетки тела и тем приводят к повышению в них процессов распада.

3. Теория Леска [2]. Свою теорию Леск построил на опытах, проведенных на собаках. В этих опытах сделана попытка доказать несостоятельность теории Цунтца и Рубнера и подтвердить положение, что главным фактором, определяющим размер специфического динамического действия, является стимуляция клеточного обмена потоком питательных веществ из желудочно-кишечного тракта.

Введение пищевых средств в организм животного, по Леску, повышает концентрацию пищевых соков в крови и лимфе, в результате чего происходит повышенное окисление избыточно присутствующих в соках продуктов переваривания. Повышенное окисление проявляется в повышении теплопродукции животного, которое должно рассматривать как неизбежное следствие введения пищи в организм. Эту теплопродукцию в балансе энергии рассматривают как потери термической энергии корма. Потери зависят как от рода скормленных веществ, так и от их количества. Чем больше корма введено в организм, тем выше концентрация соков и тем больше потери в теплопродукции.

К сожалению, еще нет обстоятельного ответа на вопрос большой практической важности: как изменяется «специфическое динамическое действие» при скармливании не отдельных веществ, а их комплекса — пищи. Конечно, мысль об арифметическом суммировании этого действия отдельных питательных веществ, встречающаяся у американских авторов, неверна. Она представляет собою стремление представить явление органической природы в форме механического сложения отдельных, изученных в опытах моментов.

---

[1] В опыте на человеке.

[2] Поддерживается и другими американскими авторами.

Кроме рассмотренного «немедленного» специфического динамического действия веществ, в опытах отмечено, что протеин может оказывать и «последействие». Так, в опытах с собакой у Леска на смешанном рационе наблюдался обмен в 16 *ккал* в час. После этого собака 8 дней кормилась мясом. На 2-й день после возвращения к стандартному рациону обмен составлял 19,7 *ккал* и затем по дням падал таким образом: 18,3; 17,3; 18,2 и 17,6 *ккал* (на 6-й день). Спустя 2 недели после прекращения дачи мяса, обмен держался на 17,1 *ккал*, т. е. значительно выше первоначального уровня при том же стандартном рационе.

Объяснения специфического динамического действия американскими авторами неудовлетворительны, во-первых, потому, что явление повышения обмена они сводят к механическому представлению о концентрации веществ, и, во-вторых, потому, что наблюдаемые результаты противоречат факту повышения теплопродукции при одном и том же уровне питания, при одном и том же составе органической части пищи, но при колебаниях доставки минеральных солей и витаминов. Мы считаем, что американские авторы не представили доводов, согласно которым можно совершенно отвергнуть возможность повышения обмена по причинам, выдвинутым Цунтцем, с одной стороны, и Рубнером, с другой.

Советским исследователям принадлежит изучение нового факта, значительно дополняющего наши представления о повышении теплопродукции в результате питания[1]. Мы имеем в виду опыты с мнимым кормлением, при котором пища заглатывается животным, но сейчас же выпадает обратно через отверстие, сделанное в пищеводе.

Мнимое кормление ведет к рефлекторному возбуждению большей части пищеварительных желез, без участия гуморальных раздражений.

Исследования Ольнянской в 1941 г. с мнимым кормлением собак мясом указывают на значительное (около 30%) повышение обмена, приходящееся на первые 2 часа и повторяющее общий ход изменений, наблюдаемых при специфическом динамическом действии пищи.

Таким образом, повышение обмена вызвано не только «действием пищи», но и выработавшимися временными (условнорефлекторными) связями в организме (факт, раньше совершенно не принимавшийся во внимание).

Любой процесс, происходящий в организме животного, может быть отождествлен с работой, которая рано или поздно переходит в тепло. Примером такой работы может быть хотя бы гидролиз протеинов, жиров и углеводов, один из первичных процессов в организме, катализируемый ферментами и сопровождающийся тепловым эффектом, хотя и незначительным.

Так, тепловой эффект диастатического распада гликогена составляет только 5—10 *кал* для 1 *г* глюкозы. При распаде глюкозы на две молекулы молочной кислоты тепловой эффект составляет на 1 *г* сахара 130 *кал*. Окислительные процессы, идущие под действием ферментов, в противоположность гидролитическим, дают гораздо больший тепловой эффект. Полное окисление глюкозы до углекислоты и воды, согласно термохимическому уравнению — $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 = 6CO_2 + 6H_2O + 673$ *ккал*, что дает тепловой эффект 3734 *кал* на 1 *г* глюкозы.

Приведем несколько примеров расходования энергии в организме для биофизических процессов.

Так, например, секреция клетками желудка 0,5-процентной HCl (0,14 н.) из крови при pH 7,3 требует выполнения вероятной осмотической работы на грамм-молекулу HCl приблизительно 9000 *кал*.

---

[1] К. М. Быков. Новые пути в изучении деятельности внутренних органов. Физиологический журнал СССР, 1945, т. 32, № 1, стр. 14—27.

Когда почки секретируют мочевину от концентрации 0,03% в крови до 2% в моче, они также, вероятно, выполняют осмотическую работу, приблизительно эквивалентную 2500 *кал* на грамм-молекулу.

Во время всех процессов, сопровождающихся выделением тепла, происходят изменения с уменьшением количества веществ, содержащихся в клетках организма.

Нетрудно показать, и это широко известно из фактов голодания организма, что через некоторое время организм использовал бы все имеющиеся в его распоряжении возможности, если бы не происходило постоянного возобновления через приток (поступление) веществ в пище.

Взгляды на процессы питания со времени Либиха (1842 г.) не подверглись значительным изменениям, если не считать того, что принципы питания должны касаться не только пищевого белка. Либих считал, что живые молекулы, из которых складываются элементарные части организма, непрерывно разлагаются и вновь создаются [1] при жизненном процессе, и пищевой белок, чтобы разрушиться, должен предварительно войти в состав организма. Эта формулировка, несомненно, правильней предложенной Фойтом (1860), поддерживавшейся некоторыми и позднее, согласно которой живое вещество стойко, а все, не превратившееся в живую протоплазму, разрушается и сгорает.

Питательные вещества всегда и неизбежно, прежде чем войти в состав организма, подвергаются более или менее значительным превращениям.

Так как вещества пищи, прежде чем быть израсходованными в процессах организма, должны войти сами в состав его клеток, то очевидно, что работа, связанная с восприятием пищи, должна совершаться за счет запасов клетки, за счет ее работоспособности. Таким образом, организм, чтобы иметь возможность использовать поступающую пищу, идущую на восстановление потенциала его клеток, должен заранее располагать запасами, за счет которых происходит часть процессов, определяющих питание.

Принятие пищи требует некоторого количества работы мускулов: для измельчения пищи, смешивания с пищеварительными соками, перемещения пищеварительной кашицы по пищеварительному тракту. Эти процессы сопровождаются затратой мышечной работы, размер которой может быть довольно значителен.

Работа жевания и жвачки у коровы на 1 *кг* сена требует свыше 100 *ккал*.

У лошади на килограмм различной пищи поглощалось различное количество кислорода, которое может служить косвенным показателем расхода энергии.

Основное использование поступивших пищевых веществ в клетку — всегда ферментный синтез (ассимиляция). Продукт ферментного синтеза в живой клетке имеет бо́льшую теплоту сгорания, чем веществ, послуживших материалом для их синтеза.

В. А. Благовещенский [2] установил, что на один моль продукта синтеза необходимо было бы добавить: для синтеза сахарозы 4,5, мальтозы — 4,7 и гиппуровой кислоты 7,2 *кал*.

Откуда может быть почерпнута эта дополнительная для синтеза энергия? Предполагаемых источников может быть несколько. Наиболее распространено мнение, что такая дополнительная энергия получается за счет окислительных экзотермических реакций, посторонних реакциям синтеза, не сопряженных с ней.

---

[1] Это теперь подтверждено экспериментально Насоновым, Александровым, а также Шонхеймером.

[2] В. А. Благовещенский. Роль окислительно-восстановительных систем при фотосинтезе. Сборник «Синтез органических веществ и роль витаминов в растении». Изд. АН СССР, 1940.

Доказано, что такими реакциями не могут быть реакции окисления любых веществ кислородом воздуха, а в основе этих окислительных процессов лежит какая-то система, связанная со структурой живой клетки.

Предполагают, что такой организованной системой является дыхание. Это предположение кажется вероятным, так как усиление синтеза сопровождается усилением потребления кислорода и выделения углекислоты.

Однако оставалось неясным, требуется ли для синтеза специфически возбужденное дыхание или может попутно использоваться энергия нормально идущих окислительных процессов.

Для понимания регулирования отдельных ферментных синтезов введено представление о наличии особых для каждого фермента или группы их своих окислительно-восстановительных систем, являющихся поставщиками энергии. В противовес этим широко распространенным взглядам, удавалось осуществить синтезы in vitro, не снабжая эти реакции энергией. При этом в отдельных случаях получали значительные выходы синтезированной продукции.

Все эти вопросы разрешаются и притом совершенно в иной плоскости работами В. О. Таусона (1933—1940). На основании многолетних собственных исследований, проводившихся на микроорганизмах, Таусон совершенно отрицает необходимость при синтетических процессах передачи энергии от одной реакции к другой.

Поскольку такая передача положена многими в основу баланса энергии живой клетки, представим схему модели одного из процессов, рисующую распространенную трактовку явления и трактовку Таусона. Эта схема заимствована из работ Таусона (1940 г.) [1]. Первая схема — схема эндотермического превращения — соответствует общераспространенным представлениям об эндотермичности синтетических процессов и о значении дыхания, как источника энергии для них. Вторая схема — схема экзотермического превращения, — основана на развиваемом Таусоном положении, что реакция синтеза в живой клетке протекает с некоторым тепловым эффектом.

Обе схемы представляют собой один и тот же процесс — превращение молочной кислоты в глюкозу. Это превращение происходит при ресинтезе глюкозы в клетках мышц и преобразовании глюкозы в клетках микроорганизмов, когда углеводы создаются за счет молочной кислоты питательной среды, если молочная кислота является для них единственным источником углеводного питания.

По первой схеме одна молекула молочной кислоты окисляется полностью, выделяющаяся при этом энергия частично поглощается при реакции восстановления молочной кислоты до глюкозы.

Схема I (Мейергофа—Эйлера)

1) $\underset{\text{молочная кислота}}{CH_3CHOHCOOH} + 3O_2 = 3CO_2 + 3H_2O + 325{,}9$ *ккал*
(кислород = углекислота + вода + тепло)

2) $2CH_3CHOHCOOH = C_6H_{12}O_6 - 22{,}2$ *ккал*

$\underset{\text{3 молекулы молочной кислоты}}{3CH_3CHOHCOOH} + \underset{\text{3 молекулы кислорода}}{3O_2} = \underset{\text{1 молекула глюкозы}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{3 молекулы углекислоты}}{3CO_2} + \underset{\text{3 молекулы воды}}{3H_2O} + 303{,}7$ *ккал*
(тепло)

[1] В. О. Таусон. Энергетика синтетических процессов в клетке. «Советская наука», в. 9, 1940. Он же. Основные положения растительной биоэнергетики. Изд. АН СССР, 1950.

Схема II (Таусона)

1) $3CH_3CHONCOOH + 1^1/_2O_2 = 3CH_3COCOOH + 3H_2O + 141{,}9$ *ккал*
молочная кислота + кислород = пировиноградная кислота + вода + тепло

2) $3CH_3COCOOH \rightarrow 3CH_3CHO + 3CO_2$
пировиноградная кислота → ацетальдегид + углекислота

3) $3CH_3CHO + 1^1/_2O_2 = 3CH_2OHCHO + 144{,}3$ *ккал*
ацетальдегид + кислород = гликолевый альдегид + тепло

4) $3CH_2OHCHO \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 17{,}5$ *ккал*
гликолевый альдегид → глюкоза + тепло

$3CH_3CHONCOOH + 3O_2 = C_6H_{12}O_6 + 3CO_2 +$
3 молекулы молочной кислоты + 3 молекулы кислорода = 1 молекула глюкозы + 3 молекулы углекислоты +

$+ 3H_2O + 303{,}7$ *ккал*
+ 3 молекулы воды + тепло

Помимо того, что не ясны механизмы этого восстановления и переноса энергии от первой, экзотермической, реакции ко второй, эндотермической, не связанной с первой, возникают вопросы, требующие того, чтобы их отметить.

Чем объясняется, например, что для восстановления молочной кислоты до глюкозы должна окисляться какая-то, как бы обреченная часть молочной же кислоты и дать энергию для восстановления других, избранных молекул.

Чем объяснить, что энергия, освобождающаяся при окислении части молочной кислоты, используется не нацело, а только в соотношениях, представленных в схеме, т. е. 22,2 *ккал* из 325,9 или максимум, как это нашел Мейергоф, 44,4 *ккал*, а если выражать в процентах, то 6,8% или максимум 13,6%.

Вторая схема принципиально отлична от первой. Здесь полного окисления части исходного вещества нет. Все три молекулы молочной кислоты испытывают одинаковое превращение; сначала они окисляются за счет подводимого с кровью кислорода, давая три молекулы пировиноградной кислоты (реакция I). Под действием карбоксилазы от пировиноградной кислоты отщепляются 3 молекулы углекислоты (реакция II). Получающиеся при этом 3 молекулы ацетальдегида, окисляясь кислородом в гликолевый альдегид (реакция III), дают путем альдольной конденсации глюкозу (реакция IV).

Приведенные в обеих схемах реакции суммарно выражаются одним и тем же термохимическим уравнением и, однако, во II схеме все отдельные реакции протекают экзотермически, с освобождением энергии, не требуя притока энергии извне от несвязанного с ними окислительного (дыхательного) процесса.

Мы не обсуждаем прочих схем, приведенных в работах Таусона, также поясняющих другие реакции, протекающие в живой клетке по тому же принципу экзотермических процессов.

Предложенный Таусоном принцип экзотермичности синтетических процессов в живой клетке является специфическим для биологических процессов выражением второго закона термодинамики — закона энтропии. Концепция Таусона снимает поставленные выше вопросы. Нет ни обреченных на окисление, ни избранных для синтеза молекул, ни каких-то особых окисляемых веществ. В процессах синтеза участвует весь материал, используемый для этой цели в клетках.

Понятен относительный размер утилизации энергии для синтеза, он вытекает из начального и конечного состояния вещества и зависит от характера и длины пути, по которому идет синтез.

Концепция Таусона разъясняет наблюдаемый факт неизбежного повышения потери энергии в тепловой форме у животных, поглотивших пищу, так как питательные вещества при этом обязательно перестраиваются в клетках, и такая перестройка неизбежно приводит к потере части вещества, к усилению потребления кислорода, к усилению выделения углекислоты, к появлению избытка тепловой энергии. Таким образом, основной процесс, протекающий в организме с веществами экзогенного питания, — процесс синтеза, включающий в себя как ассимиляцию, так и отложение запасов (гликоген, сахар) и образование производных организма (например, молока), должен неизбежно протекать с дополнительным выделением освобождающейся при этом энергии в тепловой форме.

Существуют экспериментальные доказательства, что в случае использования веществ тела в обмене, в частности при эндогенном питании, т. е. при общем или частичном недостатке пищи, не происходит простого переноса веществ из одной ткани в другую, а имеет место перестройка веществ клетки в питательные вещества, циркулирующие в крови, причем такая перестройка сопровождается потерей энергии.

Таким образом, все виды внутриклеточных превращений (синтез, перестройка, полное или частичное окисление веществ) влекут за собой освобождение части энергии в тепловой форме и увеличивают теплопродукцию животного. Увеличивает теплопродукцию и мышечная работа вообще, и, в частности, связанная с пережевыванием и перемещением пищи по пищеварительному тракту.

Увеличивают теплопродукцию и процессы переваривания в пищеварительном тракте.

Несомненно, что повышение теплопродукции в результате питания представляет собой тепловой эффект суммы всех работ, производимых организмом в связи с поступлением и превращениями веществ пищи, и такое повышение нет оснований считать особым специфическим динамическим действием пищи.

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ КОРМЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

ГЛАВА IX

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОПЫТОВ ПО КОРМЛЕНИЮ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОПЫТОВ ПО КОРМЛЕНИЮ ЖИВОТНЫХ

Производство продуктов животноводства, увеличение численности и усовершенствование качеств животных как задачи практической зоотехнической работы требуют применения обоснованных технических приемов содержания, разведения и кормления животных. Из имеющихся практических и научных данных должны быть отобраны те, которые наиболее подходят для конкретных условий каждого хозяйства. Очень часто при этом выясняется необходимость экспериментального изучения и научного обоснования как частных, так и общих вопросов зоотехнического производства. Для использования имеющихся данных и для проведения экспериментов зоотехник должен знать основные пути, способы или методы изучения кормления сельскохозяйственных животных, а также иметь представление о методиках или правилах выполнения таких исследований.

Как указано, основной задачей зоотехнического производства является получение требуемого количества необходимых продуктов животноводства при одновременном усовершенствовании качеств животных и повышении производительности труда.

Продуктивность и качества животных обусловливаются взаимодействующими: 1) природой животных — их наследственностью и ее изменчивостью, 2) факторами среды — условиями роста, развития и жизни животного под контролем и при участии труда человека. В этих факторах выдающаяся роль принадлежит кормам и системе кормления животных.

Указанная выше основная задача разрешается в сочетании и в зависимости от частных задач, которые заключаются: 1) в рациональном использовании остатков и отходов сельскохозяйственного производства, годных в корм животным; 2) в производстве кормов, отвечающих по своему качеству и свойствам потребностям животных разных видов и уровней производительности; их сохранении и подготовке к скармливанию; 3) в выяснении и разработке теоретических основ и практических приемов кормления для направленного изменения животных, усовершенствования существующих и создания новых пород высокопродуктивных животных, соответствующих условиям отдельных зон Союза ССР, а также для повышения устойчивости и жизненности животных, их ускоренного воспроизводства, улучшения качества продукции, повышения продуктивности (молочной, мясной, шерстной, яичной и т. п.).

Разрешение как основной, так и дополнительных задач требует проведения опытов и исследований по кормлению животных с подробным учетом: 1) свойств

в качестве кормов; 2) условий, в которых находятся животные в производстве и во время исследования, 3) свойств животных и их изменений в результате опытного кормления, 4) технических приемов кормления животных, 5) процессов обмена, происходящих в теле животных при исследуемом кормлении, 6) зоотехнической и экономической эффективности результатов кормления животных в конкретных условиях производимого исследования.

Подробное рассмотрение всех деталей условий проведения исследований не входит в нашу задачу.

В этой части будет дано краткое описание некоторых способов и приемов изучения кормления, знание которых необходимо для критического разбора основных проблем кормления сельскохозяйственных животных.

МЕТОДИКИ ЗООТЕХНИЧЕСКИХ ОПЫТОВ ПО КОРМЛЕНИЮ

Опыты по кормлению животных проводятся по принципу сравнения, с одной стороны, условий кормления, а, с другой — получаемых при этом результатов. Прочие условия, как и начальное состояние животных, условия содержания и ухода и т. д., должны быть тожественными. Сравнивать изучаемое кормление и полученные результаты можно либо с заранее принятым стандартом, либо с данными другого опыта, проводимого параллельно, который в таких случаях часто называется контролем, или опытом на контрольной группе животных.

Получение достоверных результатов, пригодных для практического применения, зависит от правильного выбора метода опыта и правильной методики его проведения. В исследованиях по кормлению животных сравнение между контролем и опытом осуществляется по методу групп, по методу периодов или по комбинированному методу групп и периодов. Метод групп, иногда называемый методом «парных животных», требует возможно тщательного подбора тожественных животных, хотя бы попарно, с распределением одного из пары в опытную группу, а второго в контрольную.

Признаки, по которым подбираются тожественные животные, зависят от представлений, в какой мере они могут повлиять на исход опыта. Если имеются основания думать, что на исходе опыта скажется породность животных, их возраст и происхождение, то в тожественные пары подбирают не только однопородных и одновозрастных животных, но сестер или братьев, а иногда даже близнецов. При таком тщательном подборе тожественных подопытных животных возрастает роль испытуемых в опыте факторов, но зато уменьшаются основания распространять полученные в опыте результаты на подобное животное, не удовлетворяющее хоть одному из условий, по которому производился подбор пар при организации опыта.

При методе групп колебания условий среды (температуры, влажности, естественного освещения и т. д.) оказывают одновременное влияние на животных как опытной, так и контрольной групп, что является положительной стороной этого метода.

При методе периодов сравниваются условия кормления и результаты за два следующие один за другим периода. В этом случае свойства животных остаются одинаковыми в оба периода, однако состояние животных может различаться. Так, например, первый период опыта может приходиться на более раннюю фазу роста, чем второй. Поэтому при методе периодов прибегают ко всякого рода поправкам, чтобы устранить влияние изменения состояния.

Вместо поправок иногда пользуются так называемым методом обратного замещения. В этом случае сочетают метод групп с методом периодов и проводят исследование по такой схеме:

	Первый период	Второй период
I группа	Рацион А	Рацион Б
II группа	Рацион Б	Рацион А

Решающим в этом опыте является второй период. Если окажется, что в I группе перевод животных с рациона А на рацион Б приводит к снижению контролируемых показателей, а во II группе перевод с рациона Б на рацион А к их увеличению, то считается, что рацион А имеет преимущества перед рационом Б. Иногда в этом способе вводят и третий период, являющийся повторением первого.

Наблюдаемая разница в ответных реакциях животных при постановке опытов по кормлению относится за счет различий в кормлении. Необходимо уяснить себе, как следует понимать такие различия в кормлении и разницу в ответных реакциях.

Представим себе, что рацион А отличается от рациона Б набором кормов и содержанием протеина. В то же время рационы А и Б сходны по содержанию кормовых единиц, клетчатки, кальция, фосфора и каротина. В результате сравнения скармливания таких двух рационов при любом методе постановки опыта было выяснено, что при рационе А, в котором содержалось больше протеина, удой был на некоторую величину больше, чем на рационе Б.

Как истолковать такой результат? Можно ли считать, что белок имеет стимулирующее влияние на молокопродукцию; нужно ли считать, что рацион А оказался весь целиком лучше отвечающим потребностям лактирующего животного, чем рацион Б; наконец, допустимо ли думать, что в рационе Б не хватало только белка, а структура кормов и многие из неконтролированных факторов состава рационов, которыми они, конечно, различались, не влияли на конечный результат опыта? В толковании результатов опытов полного согласия часто не бывает, и это объясняется различием во взглядах исследователей. Читающему работы всегда следует обращать внимание, как автор трактует результаты опытов.

Сторонник представлений о независимом самостоятельном влиянии отдельных питательных веществ одного направления истолкует результат как доказательство стимулирующего действия белка.

Результатом подобных взглядов является утверждение, что клетчатка пищи оказывает всегда отрицательное влияние на продуктивность животных и размер этого влияния прямо пропорционален количеству клетчатки. Витамины и некоторые другие вещества, наоборот, всегда оказывают положительное влияние.

Сторонники представлений, что значение отдельных питательных веществ самостоятельно и независимо, но действие их на животных взаимосвязано в количественном отношении, придут к заключению, что рацион А отличается от рациона Б только содержанием белка, и было бы достаточно увеличить количество белка, чтобы рацион Б был таким же, как и рацион А.

Наконец, сторонники представлений, что наблюдаемая ответная реакция представляет собой взаимодействие животного с рационом в целом, прочитают результаты этого опыта как доказательство лучшего соответствия потребностям животных всего рациона А по сравнению с рационом Б.

Таким образом, нужно разрешить вопрос, правильно ли разницу в кормлении считать причиной разницы в ответных реакциях и можно ли эту причину абстрагировать и считать, что при любых условиях она обязательно вызовет такое же следствие?

На этот вопрос можно ответить только отрицательно. Повышение продуктивности или другой какой-либо ответ животного представляет собой проявление процесса, сущность которого в этом явлении не вскрывается. Безусловно,

между причиной и следствием существует внутренняя закономерная связь. Но в то же время взаимодействие между причиной и следствием нельзя рассматривать в отрыве от конкретных условий, в которых происходит это взаимодействие.

Поэтому нельзя утверждать, что белок вызывает повышение продуктивности, а следует считать, что там, где его добавка восполнит имевшийся до того недостаток и улучшит сбалансированность кормления с потребностями, будет наблюдаться соответственное повышение продуктивности.

Последнее толкование результата полнее отражает истинное положение вещей, и потому оно правильное, в противовес первому, ошибочному.

В соответствии с различным толкованием опытов допускаются и различные методики их проведения.

В исследовательской работе по кормлению большое распространение получила так называемая методика дифференциального опыта. Сущность этой методики заключается в том, что в опыте сравнивается основной фоновый рацион с другим опытным рационом и разница между свойствами рационов считается адекватной разнице в ответных реакциях животных.

Опытный рацион может отличаться от основного прежде всего тем, что к основному рациону просто добавляется какой-либо корм или даже питательное вещество. Иногда разница в ответной реакции на двух рационах считается относящейся только к корму или питательному веществу. Такая методика, собственно, и называется дифференциальной, или методикой разности.

Опытный рацион может отличаться и тем, что взамен какого-либо корма основного рациона или взамен пропорциональной части всех кормов основного рациона в опытный рацион вводится исследуемый корм или корма.

Такая методика, представляя собою частный случай дифференциальной, называется методикой замещения. Если при кормлении на опытном рационе ответные реакции не изменяются, то считают, что введенные в него корма равноценны с удаленной частью кормов рациона, если же ответные реакции изменятся, то считают, что в ответные реакции, соответствующие удаленной части основного рациона, должны быть внесены поправки, равные наблюдаемым изменениям.

Совершенно очевидно, что дифференциальная методика принципиально ошибочна, так как при этой методике разница в кормлении признается адекватной разнице в ответных реакциях вне учета тех условий, в которых этот опыт проводился.

Методика дифференциального опыта допустима только в тех случаях, если известны и учитываются закономерные связи и взаимодействия между причиной и следствием, и в том случае, если такие связи будут обеспечены при практическом использовании полученного результата.

Так, например, в данное время мы знаем, каким путем избегнуть значительного взаимовлияния кормов в рационе при изучении переваримости. Для этого, во-первых, нельзя допускать резкого уклонения от нормы в составах питательных веществ рациона, во-вторых, необходимо, чтобы основной рацион уже содержал некоторое количество того корма, переваримость которого мы желаем изучать. При выполнении этих двух условий можно исследовать переваримость питательных веществ, пользуясь дифференциальной методикой. Это будет так называемое косвенное определение переваримости. Допустимость такого приема подтверждается тем, что при указанных выше ограничениях условий опыта мы не получим мнимых (отрицательных или выше 100%) коэффициентов переваримости для исследуемого корма.

В то же время нельзя исключать того, что взаимодействие в меньшей степени все же будет сказываться. Чтобы его влияние если не исключить, то во всяком случае уменьшить, следует переваримость отдельных кормов изу-

чать в составе разнообразных рационов, но главным образом таких, в составе которых испытуемый корм будет скармливаться на практике.

Определить ответные реакции, адекватные отдельному корму, введенному в рацион, при существующих знаниях и методических средствах возможно только в частных случаях. Доказательства этих ограничений будут приведены в четвертой части книги.

Опыты по кормлению должны проводиться в определенные сроки и достаточной продолжительности. Срок важен потому, что влияние кормления на животное зависит от его функционального состояния. Если имеется в виду повлиять кормлением на развитие той или иной функции у растущего животного, то лучше всего воздействовать в период формирования этой функции, в период развития соответствующего органа. Повысить лактацию путем усиленного кормления удается тогда, когда еще не сказывается влияние новой стельности, тормозящей функцию лактации, и т. д. Достаточная продолжительность опытов необходима потому, что действие корма и соответствующие ответные реакции животного с течением времени изменяются. Например, при недостатке в пище какого-либо фактора признаки, связанные с этим недостатком, проявляются только по мере того, как в организме будут иссякать запасы, компенсирующие такой недостаток.

При выборе продолжительности применения изучаемого кормления нужно руководствоваться данными практики. Срок и продолжительность опыта должны возможно точнее совпадать с таковыми же в практических условиях.

УЧЕТ РЕЗУЛЬТАТОВ ОПЫТОВ

При проведении опытов результаты кормления животных оцениваются по ответным реакциям, по их характеру и величине. Из возможного многообразия ответных реакций следует избирать такие, которые, с одной стороны, имели бы производственное значение, а с другой — точнее характеризовали условия питания и его последствия при данном кормлении.

Перечислим некоторые из учитываемых показателей. Прежде всего устанавливается количество поедаемой животными пищи. Этот показатель интересен в том отношении, что для повышения продуктивности бывает необходимо добиться большей поедаемости кормов.

Учитывается переваримость питательных веществ как рационов в целом, так и отдельных кормов. Этот показатель позволяет судить об использовании органических веществ пищи. Он зависит от ряда факторов, рассматриваемых ниже.

В научно-хозяйственных опытах, проводимых без применения специальной аппаратуры, определяют динамику живого веса. Независимо от точности определения веса этот показатель неопределенен. Сохранение живого веса постоянным еще не означает, что в организме не происходят различные изменения, такие, например, как прирост тканей при одновременном уменьшении в организме воды или содержимого желудочно-кишечного тракта и наоборот. Однако при большом числе подопытных животных, при длительном сроке опытов и при учете признаков упитанности показатель живого веса приобретает значительно бо́льшую определенность.

Точнее состояние баланса веществ в теле определяется в балансовых опытах. Балансовые опыты проводятся на основе определения поступления питательных веществ и выделения конечных продуктов обмена всех видов. Если результаты балансов нулевые, т. е. поступающие элементы пищи равны выделяемым в продуктах обмена, то есть основания утверждать, что в результате кормления количественных материальных изменений в теле животного не происходит.

Большое значение имеет определение продуктивности животных. Приблизительное представление о продуктивности животных дают определения прироста живого веса у растущих и откармливаемых животных, величина удоя молока у лактирующих, настриги шерсти у шерстных овец или количество произведенной работы рабочими животными. Неточности такого измерения продуктивности объясняются тем, что в составе тела животных могут происходить указанные выше изменения, значение которых уменьшается по мере увеличения продолжительности срока опыта.

Точнее общая продуктивность животных может быть измерена, если наряду с учетом внешних признаков продуктивности проводится и балансовый опыт. В случае выращивания или откорма результаты баланса определяют общий размер продуктивности. В случае молочной, шерстной и рабочей продуктивности по результатам баланса вносятся в основную продуктивность поправки. При положительном балансе результаты его переводятся в соответствующие показатели и прибавляются к основной продуктивности, а при отрицательном балансе тем же способом вычитаются.

Для суждения о действии кормления во времени бывает полезно изучать динамику продуктивности. Так, например, наблюдая за изменением молочной продуктивности, удается показать, что при одних рационах удои лучше удерживаются от снижения, чем при других.

В ряде случаев исследуют специфическое влияние кормления на такие функции и состояния животных, как половое созревание (возраст прихода самок в первый раз в охоту), качество спермы, ритмичность и выраженность течки, оплодотворяемость и т. д. Исследуют качество продукции в зависимости от кормления, например состав молока, его витаминность, кислотность, появление необычных веществ — таких, как кетоновые тела. Исследуют мясо и сало откармливаемых животных, состав жирных кислот, рефракцию, состав и качество шерсти и т.п. Так как выяснено, что кормление может оказывать влияние не только на продуктивность животных, их воспроизводство и качество продукции, но и на физиологическое состояние, опыты по кормлению начали сопровождать исследованием крови и более глубоким биохимическим исследованием мочи.

Содержание в крови витамина А служит косвенным показателем его запасов в теле, а каротина в крови жвачных и лошадей — показателем снабжения этих животных каротином [1]. Содержание в крови или в сыворотке кальция, фосфора, щелочной фосфатазы, резервная щелочность крови и рентгенография отдельных костей скелета используются для характеристики состояния кальциево-фосфорных депо и условий минерального питания животных. Содержание в крови иода, связанного с белком, служит косвенным показателем активности щитовидной железы, а активность ее связана с продуктивностью животных.

Определение содержания в печени убитых животных витамина А, меди и кобальта используется для контроля снабжения животных соответствующими веществами и элементами пищи.

Подробное исследование мочи на содержание аммиака, мочевины, аминокислот, пуриновых оснований, креатина и креатинина, исследование на содержание кетоновых тел, витаминов и т. д. позволяет значительно дополнить представления об условиях питания организма при том или ином кормлении животных.

Широкое изучение биохимиками промежуточного обмена, т. е. обмена, совершающегося в органах и тканях животных, значительно углубило пред-

[1] У свиней каротин в организме не накапливается, независимо от его содержания в пище.

ставления о процессах питания при разном кормлении. Из методов изучения промежуточного обмена в кормлении начал применяться метод меченых веществ. Этот метод заключается в том, что вместе с пищей скармливается синтезированное вещество, в молекулы которого вводятся атомы радиоактивных или тяжелых изотопов, обычно не встречающиеся среди природных элементов. Затем эти элементы ищут в тканях, органах или в продуктах обмена подопытных животных и на этом основании судят о превращениях меченого вещества в организме.

Работы с мечеными веществами внесли много нового в наши представления о путях превращений веществ в организме, о роли питания и кормления в этих процессах.

Опыты по кормлению в основном приводят к разрешению вопросов о потребностях животных в кормах и питательных веществах, о питательности рационов кормов и полноценности кормления.

ПОНЯТИЕ О ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВАХ И КОРМОВЫХ СРЕДСТВАХ

Химические соединения, служащие для питания животных, чрезвычайно разнообразны. Такие соединения называются питательными на том основании, что они необходимы для нормального течения обмена в организме животных. Примерное объединение таких соединений в группы возможно на основании их состава и свойств, а также их значения в питании и обмене веществ.

В кормлении различают два понятия — кормовое средство и питательное вещество. Под кормовыми средствами понимаются различные сельскохозяйственные продукты, служащие для питания сельскохозяйственных животных. Под питательными же веществами понимаются более или менее однородные по своему составу и свойствам группы химических соединений, характеризующиеся питательными свойствами. Питательные вещества входят в состав кормовых средств.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРМОВ

Исследование кормов является важным условием организации правильного кормления, особенно высокопродуктивных животных. Исследование кормов необходимо как для познания свойств кормов, так и для выяснения тожества применяемых кормов с теми образцами, которые были до этого изучены.

В каждом корме должны определяться характерные для него, важные и необходимые для сельскохозяйственных животных питательные вещества, а также те вещества, содержание которых нежелательно или недопустимо, как вредных для животных. Для проведения опытов на животных в кормах определяют и такие элементы и соединения, которые служат средством к выяснению условий питания и в то же время имеют меньшее отношение к специфической характеристике корма. К таким относится, например, определение углерода в кормах, позволяющее составить баланс органических веществ в организме животного.

Для исследования кормов должны быть взяты средние образцы с соблюдением установленных правил. Должна быть выяснена ботаническая характеристика корма; если возможно, то место и условия произрастания, место и условия заготовки и хранения, дата закладки на хранение.

Кроме того, о корме должны быть известны сведения, требуемые по соответствующему государственному стандарту на этот корм.

Корма должны исследоваться на химический состав. Подробное и возможно точное знание химического состава кормов является хорошей основой

для проектирования правильного кормления. Химический состав кормов определяется в соответствии со схемами зоотехнического анализа.

До последнего времени анализ кормов проводился по схеме, которая удовлетворяла главным образом требованию вычисления их питательности в крахмальных эквивалентах Кельнера (и в овсяных кормовых единицах). Эта схема не позволяла определять специфические свойства кормов, важные для питания животных.

Для практических целей нет необходимости все корма анализировать по общей схеме. Некоторые из кормов являются специфическими источниками отдельных питательных веществ. Доставка таких веществ в этих кормах определяет полноценность кормления, и их нужно определять именно в этих кормах, в то время как в других, обычно этих питательных веществ в заметных количествах не содержащих, определять не следует.

Сказанное относится к каротину, который доставляется в сене, силосе, траве и почти или вовсе не содержится в прочих кормах, к сырой клетчатке, содержание которои в корне-клубнеплодах и в зерновых кормах относительно мало, и т. д.

Иногда отдельные корма с сильно варьирующим химическим составом приходится исследовать на некоторые вещества из-за возможного их отсутствия или недостатка. Сказанное относится прежде всего к техническим отходам, а также и к другим кормам, собранным в засушливое лето, или убранным в дождливую погоду, или хранившимся в плохих условиях.

Наконец, в некоторых кормах могут содержаться специфические вредные продукты (алкалоиды, глюкозиды и т. д.). Такие корма следует анализировать на содержание этих вредных веществ. В практике кормления большую помощь могут оказать данные химического состава кормов, имеющиеся в сводках проф. М. Ф. Томме, И. С. Попова и др.

Однако при пользовании табличными данными необходимо считаться с возможными отклонениями в показателях, сильно изменяющихся прежде всего по содержанию влаги и каротина. Так, например, в одном из наших опытов были получены такие показатели для рациона:

	Кормовых единиц	Каротина (*мг*)
по табличным данным	13,54	182
по табличным данным, исправленным в соответствии с фактическим содержанием влаги	10,72	131
по анализу кормов и опыту переваримости веществ	10,72	45

Несовпадение данных таблиц с фактическими свойствами кормов может также вызываться разницей в качестве кормов, облиственности сена и травы, степени зрелости растений и т. д. Так как содержание разных питательных веществ в кормах одного и того же наименования хорошо коррелирует, для ориентировочной характеристики кормов бывает достаточно определить некоторые из веществ: во всех кормах влагу и протеин, в сене, силосе и траве дополнительно — кальций и каротин.

Одновременно с химической характеристикой кормов следует проводить и органолептическую оценку [1]. Эта оценка заключается в определении качества кормов по внешним признакам — цвету, запаху, вкусу и т. д.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОДУКТОВ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ

Биохимические исследования крови, кала и мочи, как содержащих промежуточные (кровь) и конечные продукты обмена, помогают косвенной характеристике течения обмена в организме животных.

[1] В. В. Чубинский. Хозяйственная оценка кормов. Сельхозгиз, 1951.

В последнее время, в связи с быстрым развитием биологической науки в Советском Союзе, все более выявляется та огромная роль, какую играет углубленное изучение физиологических и биохимических процессов при разрешении проблемы правильного кормления животных.

Итоги многочисленных исследований в области биохимии, физиологии питания и обмена, а также практическая работа по кормлению животных свидетельствуют об огромном значении учета функционального состояния животных как одного из основных критериев правильного кормления животных. К числу средств оценки состояния животных относятся исследования крови, кала и мочи. При исследованиях с учетом морфологических показателей крови, биохимических — крови и экскретов накапливаются материалы, позволяющие подробнее выяснять взаимосвязи между внешней средой животных и изменениями в организме.

Е. А. Нестерова, обобщая многочисленные исследования, рекомендует определять в крови: гемоглобин, неорганический фосфор, кальций, белок сыворотки, резервную щелочность, фосфатазу и сгусток[1]. Многочисленными исследованиями установлено, что все эти показатели в большей или меньшей степени могут изменяться при нарушениях обмена, вызванных неправильным или недостаточным белковым, витаминным и минеральным питанием.

Она же рекомендует определять в моче белок, ацетоновые тела, реакцию по лакмусу, pH, буферность, аммиак, общий азот, креатин и креатинин, мочевину, фосфор, гиппуровую кислоту, кальций, вакат-кислород. Обоснование к выбору тех или иных показателей было дано при описании обмена питательных веществ; так, например, реакция pH мочи, количество аммиака и его процент в азоте мочи служат признаками состояния кислотно-щелочных отношений в организме. Фракции азота мочи помогают расшифровать состояние азотного обмена.

Кал приходится исследовать на присутствие гельминтов. Биохимический анализ кала имеет важное значение при изучении процессов обмена и при проведении балансовых опытов.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНЫХ

О влиянии кормления на качество продуктов животноводства известно давно. Проф. Е. А. Богдановым были разработаны подробные указания, какие из кормов действуют положительно и какие отрицательно на качество молока, мяса и сала откармливаемых животных. Доктор с.-х. наук В. М. Попов показал, что, изменяя состав кормовых рационов, можно добиться различного содержания мяса и жира в приросте у свиней.

Во многих работах показана зависимость состава и качества молока от кормления. Так, например, известно, что содержание в молоке витамина А, кальция, железа и белка связано с условиями кормления. В отдельных случаях кормления коров возрастает кислотность молока, появляется «сычужная вялость» молока, уменьшается содержание в нем других витаминов, кроме витамина А, возрастает количество небелковых азотистых веществ (мочевины) мочевой кислоты, аммиака и т. д.), появляются в молоке кетоновые тела и т. д.

Менее определенна связь между кормлением и содержанием в молоке жира, однако снижение содержания жира в молоке при неправильном кормлении встречается часто.

Качество продукции должно быть поставлено в число критериев оценки правильного кормления. Е. А. Нестерова рекомендует определять в мясе и

[1] Е. А. Нестерова. Химические исследования при оценке питательности рационов и кормов. «Советская зоотехния», 1952, № 5.

сале протеин, жир, влагу; в мясе — коллаген и эластин, а в чистом жире мяса и сала — константы; в молоке — жир, белок, сахар, кальций, фосфор, витамины А и С, каротин, кислотность, вместо общего белка в молоке можно определять казеин.

При изучении кормления следует выяснять не только, как оно действует на качество продукции, но и добиваться, чтобы основные показатели качества соответствовали требуемым. Кормление, при котором такие показатели достигаются, следует считать удовлетворительным, а кормление, при котором качество ухудшается, — неудовлетворительным, подлежащим исправлению.

Оценивая качество продукции, следует принимать показатели, вошедшие в общесоюзные стандарты.

При изучении кормления молочных коров в средней пробе консервированного молока за 2—3 суток определяют жир, общий протеин (казеин и альбумин), небелковый азот, молочный сахар, золу, кальций, фосфор, хлор, витамин А и др. В свежевыдоенном молоке определяют кислотность, витамин С и плотность.

Опыты с откармливаемыми животными должны быть доведены до забоя и разделки туш с учетом сортности туши и определением жира, белка, воды, золы из проб, взятых в соответствии с указаниями стандарта.

Опыт с шерстными овцами должен быть доведен до стрижки и определено качество собранной шерсти.

Для других животных выбираются соответствующие показатели и сроки их учета.

Вопрос об удовлетворительности изучаемого кормления разрешается положительно в том случае, если показатели качества продукции, зависящие от кормления, будут удовлетворять требованиям стандартов или особых условий, разработанных для оценки кормления.

ГЛАВА X

ПЕРЕВАРИМОСТЬ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

ПЕРЕВАРИМОСТЬ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ КОРМОВ

Съеденная животными пища в пищеварительном тракте подвергается изменениям, о которых сообщалось в первой части книги. Основными из этих превращений являются ее переваримость под действием пищеварительных соков и брожение под действием микрофлоры.

По мере передвижения по толстому кишечнику пищевая кашица обезвоживается, процессы переваривания и всасывания в основном прекращаются и оставшаяся масса — кал выделяется из кишечника. В кале содержатся непереваримые части пищи, а также вещества, выделяемые организмом через кишечник.

Кроме остатков не переваренной и не всосавшейся пищи, в кале содержатся остатки пищеварительных соков, микробов, клетки эпителия слизистой оболочки кишечника и такие вещества, выделяемые стенками кишечника, как соли кальция и железа. Из перечисления возможных компонентов, входящих в состав кала, видно, что он содержит не только непереваренную пищу. Однако при изучении кормления включениями в кал, попадающими из организма, пренебрегают и считают, что по соотношению количества веществ, поступивших с пищей, с количеством одноименных веществ, выделенных в кале, можно судить о количестве веществ, переварившихся из пищи.

Такие исследования носят название определения переваримости питательных веществ кормов. Переваримости в кормлении придается большое значение. Как показывает название, присвоенное этому явлению, речь как будто идет о способности кормов перевариваться в пищеварительном тракте животных. На самом же деле, это явление обусловливается не только свойствами кормов, но и свойствами животных, приспособленностью их пищеварительной системы переваривать данный корм или смесь кормов.

Поэтому наблюдаемый эффект представляет собой результат взаимодействия между свойствами организма и свойствами корма, т. е. результат переваривания и переваримости корма.

Упрощенное толкование этого явления в кормлении объясняется прежде всего тем, что процесс переваривания вне физиологических опытов на оперированных животных не может быть выяснен.

И. П. Павлов [1], основываясь на опытах по потере азота в моче при качественно различном питании, пришел к заключению, что повышенное выделение азота с мочой показывает на увеличение «платы» со стороны организма в виде работы пищеварительного канала при поедании той пищи, для перева-

---

[1] И. П. Павлов. Лекции о работе главных пищеварительных желез. Лекция 8. Полное собрание трудов, т. II. Изд. АН СССР, 1946.

ривания которой нужна большая работа желез. Развивая это положение дальше, И. П. Павлов указал, что для суждения о питательной ценности пищи недостаточно знать, что переварилось в пищеварительном тракте и вошло в соки организма, а следует знать, какая часть вошедшего в соки организма представляет собой избыток сверх затрат на функцию пищеварительного тракта при переваривании данной пищи. И. П. Павлов предложил называть удобоваримой ту пищу, которая переваривается с малой затратой работы желез, и неудобоваримой, малопитательной — ту пищу, которая вся или большей частью идет на пополнение затраченного организмом для пищеварения.

Речь здесь, конечно, идет о тех затратах, которые связаны с образованием и секретированием соков, так как в своей подавляющей части соки для организма не теряются, а вновь всасываются в пищеварительном тракте и только небольшая их часть выводится с калом.

В соответствии со смыслом указаний, сделанных И. П. Павловым, полезное значение пищи для организма определяется тем, насколько она будет достаточна для обеспечения не только одного пищеварительного процесса, но и других жизненных функций организма.

В применении к продуктивным сельскохозяйственным животным указание И. П. Павлова означает, что при возможно обильном питании распределение поступившей с рационом усвояемой энергии должно быть возможно рациональным. При обеспечении нормального течения всех необходимых физиологических функций организма животного возможно большая часть пищевой энергии должна преобразовываться в полезную продукцию животных. Условия такого рационального распределения пищевой энергии рассмотрены ниже, при обсуждении проблемы полноценного кормления сельскохозяйственных животных.

Совершенно очевидно, что всосаться в организм и пойти на восстановление каких бы то ни было трат из него может только переварившаяся часть пищи. Поэтому определение переваримости необходимо.

Переваримость питательных веществ кормов в зоотехническом смысле, как это уже выяснено выше, есть понятие до известной степени схематическое и не вполне идентичное физиологическому перевариванию. По схемам переваривания мы видели, что переварившийся жир, протеин или углевод уже не представляет собой сложных компонентов пищи, а только продукты их расщепления, такие как глицерин, аминокислоты, глюкоза и т. п.

Зоотехники, определяя переваримость кормов как разность между веществом в корме и тем же веществом в кале, для упрощения говорят о количестве «переваримого жира», «переваримого протеина» и т. д., как если бы в результате процессов переваривания эти вещества не изменялись и в первоначальном виде всасывались. Условность такого обозначения очевидна.

Прием определения переваримости, принятый в зоотехнии, имеет свою слабую сторону не только в том, что к непереваримым остаткам относят вещества тела, например остатки пищеварительных соков, эпителей стенок желудочно-кишечного тракта и т. п., но и в том, что к перевариваемым веществам относятся вещества, разрушаемые микрофлорой пищеварительного тракта. И в этом отношении переваримость в зоотехническом смысле не может вполне отожествляться с действительным конечным результатом процессов переваривания. Известная «грубость», или, вернее, схематичность приемов, принятых в зоотехнии, хотя и не дает представления о деталях процессов, происходящих в теле животных, но зато представляет большие удобства для определения их количественного конечного эффекта.

Значение определения переваримости питательных веществ заключается прежде всего в том, что на основании переваримых веществ возможно подойти к определению питательности рационов и главных кормов.

Однако знание физиологической сущности процессов, которая главным образом характеризует качественную сторону их, необходимо, так как оно помогает правильному оперированию с количественными понятиями, принятыми зоотехниками. Игнорирование или незнание качественной стороны ведет к ошибочным представлениям, как это, например, было в отношении брожения пищи в рубце. Таким образом, эти два метода (физиологический и зоотехнический) являются дополняющими друг друга. Так, например, из зоотехнических исследований мы знаем, что количественная сторона процессов переваривания зависит от состава и свойства кормов, из которых каждый представляет особую совокупность питательных веществ. Физиологическими же опытами доказано, что каждому роду пищи независимо от съеденного количества присущи определенный ход отделения, содержания фермента и кислотности желудочного сока, а также определенное количество поджелудочного и других соков с определенным содержанием в них ферментов (табл. 17).

Таблица 17

Отделение желудочного сока из изолированного желудочка собаки (по Хижину) [1]

Показатели	При еде		
	200 *г* сырого мяса	200 *г* хлеба	600 *мл* молока
Количество сока в *мл*	40,5	33,6	33,9
Переваривающая сила [2] по Метту, в *мм*	3,65	6,64	3,25
Количество сока по периодам [3]: I период	61,5	60,6	32,6
II период	26,7	25,4	46,7
III период	8,8	14,1	19,7
Кислотность в процентах HCl пропорционально количеству сока	0,561	0,471	0,493
Появление 1-й капли сока	через 8 минут	через $6^1/_4$ минуты	через 9 минут

МЕТОДИКА ИСКУССТВЕННОГО ПЕРЕВАРИВАНИЯ

Переваримость кормов определяется или в опытах с животными, или лабораторным методом искусственного переваривания. Вследствие относительно высокой стоимости и большой продолжительности опытов с животными второй прием привлекал внимание многих исследователей. На нем мы остановимся в первую очередь.

Методика искусственного переваривания изучалась главным образом для азотистых веществ кормов. Попытки найти методику для искусственного переваривания безазотистых веществ пока не увенчались успехом. Методика заключается в следующем: обезжиренную (или содержащую не свыше 3% жира) навеску корма обрабатывают желудочным или панкреатическим соками при температуре 37—40°. Затем определяют азот в непереварившемся остатке. По этому результату и ранее определенному содержанию азота в необработанном (начальном) корме вычисляют переваримость азотистых веществ.

[1] Б. П. Бабкин. Внешняя секреция пищеварительных желез. ГИЗ, 1927, стр. 129.

[2] Переваривающую силу по Метту определяют следующим образом; стеклянный капилляр наполняют яичным куриным белком, который свертывается при 95°. Отрезок такого капилляра кладут в исследуемый сок и выдерживают 10 часов в термостате при 38°. О крепости сока судят по длине (в миллиметрах) растворившихся белковых столбиков.

[3] Каждый период составлял одну треть времени от общей продолжительности наблюдения. Количество сока указано в процентах.

Как показали многократные исследования, методика искусственного переваривания дает основание установить, сколько в кормовом веществе содержится азотистых веществ, способных перевариться в условиях опыта [1].

Хотя описанный прием удобнее и проще, чем опыты на животных, И. П. Павлов решительно возражает против замены изучения переваривания в опытах на животных искусственным перевариванием [2]. Применяя метод искусственного переваривания, мы стандартизируем прием не только в части выполнения, но и в применении реагирующих с пищей соков. В организме же железой выделяется сок различного состава и крепости и в различном количестве в зависимости от количества и качества поедаемых кормов (табл. 18).

Таблица 18

Изменение состава пищеварительных соков в зависимости от рода поедаемой пищи

Количество пищи, эквивалентной по содержанию азота	Желудочный сок			Панкреатический сок		
	количество (*мл*)	концентрация	абсол. колич. фермент. единиц	количество (*мл*)	концентрация	абсол колич. фермент. единиц
Мяса 100 *г*	27	16	430	144	10,6	1502
Хлеба 250 *г*	42	38	1600	151	13,1	1978
Молока 600 *мл*	34	10	340	48	22,6	1085

Примечание. Концентрацией сока называется квадрат числа миллиметров растворенных яичноальбуминных цилиндриков (по Метту); абсолютным количеством ферментных единиц называется произведение концентрации на число миллилитров выделенного сока.

Кроме того, как количество, так и переваривающая сила изменяются с течением времени от начала выделения сока. Кривые выделения имеют своеобразный характер, зависящий от количества и качества пищи. Максимумы кривых достигаются в разное время. Все эти доводы достаточно убедительны, чтобы считать методы искусственного переваривания неточными. В тех случаях, когда должны быть учтены все явления, вызванные пребыванием пищи в тракте животного (а это-то главным образом нам и бывает нужно), следует обращаться к опытам непосредственно на животных.

ПРЯМОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕВАРИМОСТИ В ОПЫТАХ С ЖИВОТНЫМИ

В этом случае тщательно взятую среднюю пробу кормов изучаемого рациона или отдельного корма предварительно подвергают зоотехническому анализу: определяют содержание воды, азота, протеина, белка, эфирного экстракта (сырого жира), клетчатки или целлюлозы и лигнина, золы и безазотистых экстрактивных веществ или фракции углеводов. По количеству азота, считая в среднем, что в протеине и белке его содержится 16%, вычисляют содержание протеина и белка умножением найденного азота на коэффициент 6,25 (6,25 = 100 : 16). Безазотистые экстрактивные вещества обычно вычисляют по разности, полученной в результате вычитания процентов воды, протеина, жира, клетчатки и золы из 100.

Анализированные корма или корм скармливается животному некоторое время, продолжительность которого устанавливается в зависимости от целей

[1] Коэффициенты переваримости, полученные этим путем, бывают выше, чем наблюденные у животных, так как в число непереваренных остатков у последних включаются продукты обмена.

[2] И. П. Павлов. См. сноску на стр. 108.

опыта и вида животного. Во вторую половину этого срока (собственно опытный период) собирают кал, выделяемый животным, составляют из него по суткам пропорциональную среднюю пробу, которую также анализируют.

Переваримые вещества вычисляют как разность, полученную при вычитании из среднего суточного потребления и среднего выделения в каловых массах.

Количество съеденной за сутки пищи в различных опытах может сильно колебаться в зависимости как от размеров животного, так и от целей опыта. Поэтому принято вычислять не абсолютные количества переваримых веществ, а их проценты, известные под названием коэффициентов переваримости.

Под коэффициентом переваримости понимают отношение разности между содержанием питательного вещества в корме и содержанием его в кале к тому же веществу в корме, умноженное на 100. Если принять, что A — содержание питательных веществ в корме, B — содержание питательных веществ в кале, то коэффициент переваримости будет:

$$K = \frac{(A - B) \times 100}{A}.$$

Пример. Определение коэффициентов переваримости молока (из наших опытов). В опыте по переваримости теленку скармливалось в среднем за сутки 6960 *г* молока, а выделял он в сутки 158 *г* кала (табл. 19).

Таблица 19

Химический состав молока и кала у теленка

(в процентах)

Показатели	Вся вода	Протеин	Белок	Жир	Углеводы	Зола
Состав молока	87,49	3,00	3,00	3,47	5,40	0,65
Состав кала в абсолютно сухом состоянии	70,87	50,06	35,38	13,82	19,33	13,43

По предыдущим указаниям вычисляем переваримость протеина. Корма съедено 6960 *г*. В корме содержалось протеина 3,0%, т. е. животное получало в сутки с кормом (6960 × 3) : : 100=208,80 *г* протеина.

Сухого кала выделялось 46,03 *г*[1]. В кале содержалось протеина 50,06%, т. е. (46,03 × × 50,06) : 100 = 23,04 *г* протеина выделялось в так называемом непереваренном виде.

Следовательно, переварилось 208,80 — 23,04=185,76 *г* протеина. Коэффициент переваримости протеина равен (185,76 × 100) : 208,80 = 88,71 ≈ 89.

Вычисляя подобным образом, найдем, что коэффициент переваримости органического вещества молока равен 95,36%, а коэффициенты переваримости прочих питательных веществ равны: жира — 97,36 и молочного сахара — 97,63%.

КОСВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕВАРИМОСТИ В ОПЫТАХ С ЖИВОТНЫМИ

Прямым путем, описанным выше, можно определить переваримость только в тех случаях, когда изучаемый корм можно скармливать один, без каких-либо добавок. Так, на жвачных возможно определить переваримость сена, соломы, смеси нескольких кормов без их разделения и т. п., но совершенно невозможно определить переваримость льняного жмыха или какого-нибудь другого концентрированного корма. Вместо прямого определения условились поступать таким образом. Опыт разбивают на два периода. В первом

[1] В примере дано количество кала в свежем состоянии, а состав его отнесен к абсолютно сухому состоянию. В этом случае надо и количество кала перечислить к абсолютно сухому весу по следующей пропорции: 100 *г* свежего кала содержат 100 — 70,87 (вода) = 29,13 *г* сухого вещества, а 158 *г* того же кала содержат (29,13 × 158) : 100 = 46,03 *г* сухого вещества.

периоде определяют переваримость основного рациона, состоящего из одного или нескольких кормов; во втором периоде или заменяют часть основного рациона испытуемым кормом, или же испытуемый корм задают сверх основного рациона.

Затем вычисляют количество переваримых питательных веществ, полученных животным в первом и во втором периодах, и по разности между результатами этих двух периодов, приняв в расчет количества основного рациона в обоих периодах и считая переваримость основного рациона постоянной, вычисляют переваримость испытуемого корма.

Пример. Теленку в наших опытах скармливалось в первом периоде молоко, во втором периоде молоко и пшеничные отруби. Результаты наблюдений приводятся в табл. 20 и 21.

Таблица 20

Состав кормов в рационе теленка

Корм	Давалось в сутки (*г*)	Содержание в процентах						
		воды	протеина	белка	жира	клетчатки	безазот. экстракт. веществ	золы
Молоко, I период . .	8600	87,14	3,13	3,13	3,72	—	5,32	0,69
Молоко, II период . .	8700	87,35	3,45	3,45	3,59	—	4,87	0,74
Отруби пшеничные, II период	200	16,87	18,94	16,38	5,78	9,88	59,54	5,86

Состав отрубей перечислен на абсолютно сухое вещество.

Таблица 21

Количество и состав кала у теленка

По периодам	Выделялось за сутки		В абсолютно сухом веществе кала содержалось в процентах					
	свежего кала (*г*)	воды в кале (процент)	протеина	белка	жира	клетчатки	безазот. экстракт. веществ	золы
I	253	69,07	42,50	35,06	9,19	—	31,52	13,45
II	479	76,89	21,56	18,56	6,72	17,56	42,80	11,37

Вычисляем коэффициент переваримости безазотистых экстрактивных веществ (далее обозначаем б. э. в.) в отрубях.

I период. Съедено б. э. в: $5{,}32 \times 8600 : 100 = 457{,}5$ *г*.

Выделено сухого кала: $78{,}25$ *г* $= 253 \times (100-69{,}07) : 100$.

Выделено в кале: $31{,}52 \times 78{,}25 : 100 = 24{,}66$ *г* б. э. в.

Переварено: $457{,}5-24{,}66 = 432{,}84$ *г* б. э. в.

Коэффициент переваримости б. э. в. молока: $100 \times 432{,}84 : 457{,}5 = 94{,}6\%$.

II период. Съедалось 8700 *г* молока и $200\ (100 - 16{,}87) : 100 = 166{,}26$ *г* сухого вещества отрубей.

В смеси б. э. в.: $[(4{,}87 \times 8700) + (59.54 \times 166{,}26)] : 100 = 522{,}7$ *г*.

Выделено сухого кала: $110{,}69$ *г* $= 479 \times (100-76{,}89) : 100$.

Выделено в кале: $110{,}69 \times 42{,}80 : 100 = 47{,}38$ *г* б. э. в.

Переварилось: $522{,}7 - 47{,}38 = 475{,}32$ *г* б. э. в.

Допускаем, что в опыте II периода б. э. в. молока будут перевариваться так же, как и в I периоде. Тогда очевидно, что из молока в переваримые вещества попадут: $(4{,}87 \times 8700 \times 94{,}6) : (100 \times 100) = 400{,}82$ *г* б. э. в.

На долю отрубей приходится: $475{,}32 - 400{,}82 = 74{,}5$ *г* переваримых б. э. в.

В отрубях же содержалось: $59{,}54 \times 166{,}26 : 100 = 99$ *г*.

Отсюда коэффициент переваримости б. э. в. отрубей составляет: $74{,}5 \times 100 : 99 = 75{,}2\%$.

ЗНАЧЕНИЕ КОСВЕННО ПОЛУЧАЕМЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПЕРЕВАРИМОСТИ. ПЕРЕВАРИМОСТЬ КОРМОВЫХ РАЦИОНОВ

В некоторых исследованиях показано, что коэффициенты переваримости для одного и того же корма постоянного состава не остаются без перемен в ряде следующих один за другим опытов с одним и тем же животным даже тогда, когда количество пищи остается постоянным.

Так, проф. Богданов [1], наблюдая переваримость сена у валухов, установил значительные колебания в коэффициентах переваримости. В его опытах более высокая переваримость сена валухами наблюдалась во втором периоде. Автор объяснил это явление тем, что в первом периоде животные к корму привыкали, а в третьем периоде сказалось изменение испытуемого корма и ухудшение аппетита животных из-за низкого качества сена. Колебания переваримости за время 8-месячного опыта у коров наблюдал и А. С. Емельянов (стр. 548).

Итак, колебания коэффициента переваримости одного и того же корма во времени при прочих равных условиях возможны, а между тем метод косвенного определения переваримости кормов, которым широко пользуются для всех без исключения видов животных, предполагает полную неизменность переваримости основного рациона во втором периоде опыта сравнительно с первым. Такое допущение на практике не всегда оправдывается.

Определение переваримости питательных веществ корма косвенным путем, т. е. вычислением по результатам двух периодов, как это описано для отрубей на стр. 113, иногда приводит к абсурдным результатам. Так, например, в одном из опытов с овцой были получены данные, приведенные в табл. 22.

Таблица 22

Данные опыта по переваримости сена и дробленого гороха у овцы

Периоды кормления	Сухого вещества (*г*)	Содержание в сухом веществе			
		сырого протеина		сырой клетчатки	
		процент	*г*	процент	*г*
Первый период					
Получено в сене (в сутки)	800	14,6	116,8	25,2	201,6
Выделено в кале (в сутки)	250	9,8	24,5	40,3	100,8
Переварилось	—	—	92,3	—	100,8
Второй период					
Получено в сене (в сутки)	800	14,6	116,8	25,2	201,6
Получено в дробленом горохе (в сутки)	110	32,8	36,1	8,2	9,0
Всего получено	—	—	152,9	—	210,6
Выделено в кале	270	8,4	22,7	42,0	113,4
Переварилось	—	—	130,2	—	97,2
По данным первого периода, из сена переварилось	—	—	92,3	—	100,8
Переварилось из дробленого гороха	—	—	37,9	—	— 3,6

[1] Научно-агрономический журнал, 1924, № 5—6.

Отсюда коэффициент переваримости для протеина гороха будет (37,9 : 36,1) × 100 = 105%, а для сырой клетчатки (—3,6 : 9,0) × 100 = —40%. Как для протеина, так и для сырой клетчатки значения коэффициента переваримости абсурдны.

Такие явления отнюдь не единичны. В исследовательских работах они встречаются довольно часто, и их можно истолковывать по-разному в зависимости от условий опытов. Иногда, когда в испытуемом корме задается вещество, количество которого весьма мало сравнительно с количеством этого же вещества в основной смеси, такие результаты могут быть следствием методических ошибок. В самом деле, в только что рассмотренном примере для овцы, получавшей сено вместе с гороховой мукой, клетчатка в муке составляла 9 *г*, а в общем количестве смеси — 210,6 *г*. Если суммарная ошибка в учете кормов, кала и в производстве анализов составит 5%, то определение переваримости клетчатки гороха бессмысленно, так как ошибка в 5% от 210,6 *г* составляет 10,5 *г*, а всего клетчатки содержится в муке 9 *г*, т. е. меньше того, чем может оказаться ошибка опыта. В тех случаях, когда методические погрешности не могут повлиять на результат, абсурдные результаты, т. е. выше 100% и ниже нуля, могут быть объяснены взаимным влиянием испытуемого корма и основного рациона на их совместную переваримость. Иногда введение нового корма в кормовую смесь может повлиять на секреторную и моторную функции пищеварительного тракта так, что вся кормовая смесь, в том числе и основной корм, будет перевариваться резко отлично по сравнению с переваримостью одной основной дачи.

Убедительной и интересной иллюстрацией значения ассоциативной переваримости является известный факт почти полной непереваримости собаками белка сырых куриных яиц и сырого крахмала, когда они скармливаются порознь, и, наоборот, высокой их переваримости при совместном скармливании. Чтобы уменьшить возможный ассоциативный эффект, в методику косвенного определения переваримости кормов было введено дополнительное условие. Оно заключается в рекомендации включать в смесь основных кормов некоторое количество испытуемого корма. Допустим, необходимо определить на овцах переваримость питательных веществ пшеничных отрубей. Тогда опыт ведут на таких рационах. В первом периоде дают: сена 600 *г*, корнеплодов 500 *г* и пшеничных отрубей 100 *г*. Во втором периоде рацион дополняют еще отрубями и он уже будет следующим: сена 600 *г*, корнеплодов 500 *г* и пшеничных отрубей 350 *г*. В проведении подобных опытов нужно следить за тем, чтобы во второй период животное поедало весь задаваемый ему рацион, иначе опыт будет испорчен. Так, в одном из опытов на овцах наблюдались результаты, приведенные в табл. 23.

Как видно из представленных данных, во втором периоде животное недоедало сено. Это недоедание лишает возможности вычислять коэффициент переваримости веществ тыквы, так как основной рацион второго периода оказался качественно отличным от рациона первого периода. Недоедание сена в этом случае явилось следствием повышения уровня доставки питательных веществ во втором периоде. Имеются данные, что с повышением уровня питания переваримость может снизиться прежде всего за счет изменения времени пребывания пищи в пищеварительном тракте. Чтобы уровень питания в обоих периодах резко не различался, иногда испытуемый корм не добавляют к основной даче, а заменяют им часть основного. Однако и в этом варианте имеется отрицательная сторона. Смесь с испытуемым кормом становится резко отличной по составу, особенно в тех случаях, когда испытуемый корм является довольно односторонним, допустим, только углеводистым, протеиновым и т. д. Так, например, в рационе из сена, силоса, картофеля и отрубей, заданном в количестве 12 *кг* сухого вещества, содержится 20% клетчатки и 15% протеина.

Таблица 23

Переваримость веществ рациона из сена, кормовой тыквы и овсяной муки у овцы, по расчету на сутки

Периоды кормления	В кормах содержалось (*г*)	
	сухого вещества	органических веществ
Первый период		
Получено: в 1 *кг* сена	793	723
в 0,2 *кг* овсяной муки	172	164
в 0,5 *кг* тыквы	50	47
Итого получено	1015	934
Переварилось	619	599
Коэффициент переваримости смеси	60,93	64,09
Второй период		
Получено в 1 *кг* сена	793	723
в 0,2 *кг* овсяной муки	172	164
в 1,5 *кг* тыквы	150	140
Итого задано	1115	1027
Осталось несъеденным в 0,14 *кг* сена	109	95
Всего съедено	1006	932
Переварилось	711	688

Определяя переваримость питательных веществ картофеля, основной рацион уменьшили на 2 *кг* сухого вещества и ввели вместо того 2 *кг* сухого вещества картофеля. Такая замена, не меняя уровня притока сухого вещества, отразится на всех составляющих. В частности, в рационе количество клетчатки снизится до 16,5%, протеина до 12,5%, а безазотистых экстрактивных веществ возрастет на 15%.

Так как очень часто исследователи стремились получить характеристику переваримости отдельных кормов, то, повидимому, переваримость рационов в целом и закономерности изменения переваримости ускользали от их внимания. Заинтересованные этой стороной проблемы, мы обработали ряд отечественных и зарубежных опытов по переваримости, проведенных с крупным рогатым скотом и овцами. Хотя для отдельных животных и встретились отклонения, но в общем закономерность выявилась довольно определенно. Приводим результат наших вычислений по данным с крупным рогатым скотом для переваримости органических веществ.

В рационах только из сухих, главным образом грубых кормов невысокого качества органическое вещество переваривается на 50—55%; в рационах из сена среднего и высокого качества, только из силоса, из сухих кормов (грубых) в смеси с концентратами, с силосом и без него — на 60—65%; в рационах из сухих кормов, в которых $^2/_3$ отличного сена и $^1/_3$ концентратов, из грубых и концентрированных кормов со значительным количеством корнеплодов, из молодой травы пастбищ — на 70—75%.

Определение переваримости целых рационов, особенно типовых, более целесообразно, чем определение переваримости отдельных кормов [1].

[1] В 1952 г. издана сводка М. Ф. Томмэ и др. о переваримости кормов. В этой сводке приведена переваримость питательных веществ некоторых кормовых рационов животными разных видов.

Хозяйственное значение каждого корма и рациона определяется не только их перевариМостью, но и скоростью, с которой пища переваривается, и аппетитом, который поддерживается у животных к данным кормам.

Коэффициенты, вычисленные непрямым путем из определенного смешанного рациона, лишь с осмотрительностью могут быть приложимы к любому другому рациону.

Благодаря существованию сопряженного влияния в переваримости коэффициенты, полученные непрямым путем, имеют относительную ценность. Некоторые исследователи вообще отрицают их практическое значение.

НЕРАВНОМЕРНОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОГО ТРАКТА КАК ОБОСНОВАНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ОПЫТА ПО ПЕРЕВАРИМОСТИ

Одной из причин колебания переваримости питательных веществ является неравномерная деятельность пищеварительного тракта.

Как показали многочисленные наблюдения, даже в случае, если корм задается по суткам равными долями, кал выделяется далеко не равномерно. К сожалению, не только количество свежего кала, но и колебания содержания в нем сухого вещества могут повлиять на результат опыта. Пределы колебаний суточных выделений свежего кала довольно значительны.

Из обработки данных 1008 наблюдений у коров и 960 наблюдений у быков, получавших как умеренные (поддерживающие), так и обильные (продуктивные) рационы, найдено, что уменьшить влияние неравномерности выделения кала можно только удлинением срока его сбора. Так, при сборе кала в течение 8 суток вероятная ошибка среднего суточного значения, выраженная в процентах, составляла для быков 7,3% и для коров 5,5%. При сборе же кала в течение 24 суток вероятные ошибки уменьшаются соответственно до 3,9 и 2,1% [1].

Быки, содержавшиеся на рационах поддерживающих и близких к поддерживающим, дали бо́льшие колебания выделения кала, чем коровы, содержавшиеся на обильных, продуктивных рационах.

Приведенные данные указывают, что при сравнении переваримости в двух опытах незначительные расхождения в результатах не следует принимать во внимание и что кратковременные опыты менее достоверны.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕВАРИМОСТИ ПО ИНЕРТНЫМ ВЕЩЕСТВАМ

Проведение опытов по переваримости с животными сопряжено с трудностями сбора выделений, длительностью опытов и нарушением состояния животных, содержимых во время опыта без привычных прогулок, а иногда в необычном снаряжении для сбора экскрементов. Как следует из предыдущего раздела главы, опыты по переваримости должны быть большой продолжительности прежде всего из-за неравномерного выделения кала, а отсюда — опасения допустить ошибку в определении его количества. Неоднократно проводившиеся опыты по изучению колебаний относительного состава непереваримых остатков показали, что при постоянном кормлении такие колебания незначительны. На основе последнего факта возникла мысль определять переваримость питательных веществ, пользуясь инертными веществами. Идея этого метода заключается в том, что инертное, не подвергающееся действию пищеварительных соков и не всасываемое вещество, примешанное к корму и целиком переходящее в кал, может служить основанием для расчета переваримости. В качестве инертных веществ могут быть употреблены окись хрома, окись железа, при-

[1] R. W. Swift. Journ. Dairy Sci., v. VIII, № 3, 1925.

мешанные к корму, или кремнекислота, пигменты и лигнин, содержащиеся в кормах, и т. д.

Применение этого метода успешно в том случае, если вещество действительно будет инертным, если поступление и выделение инертного вещества будут систематическими, а распределение его в корме и кале равномерным.

Сомнения в применимости метода с инертными веществами подкрепляются сообщениями о частичном использовании в обмене таких, например, веществ, как лигнин или кремнекислота. Одновременно с тем имеются указания, что «переваримость» лигнина является результатом несовершенной методики его определения, а использование кремнекислоты в некоторых условиях крайне незначительно.

Так как общее количество инертного вещества должно остаться неизменным и его количество в кале равным внесенному с кормом, то очевидно, что количество кала можно определить, если разделить количество инертного вещества в корме на процентное содержание его же в кале.

Так как требуется найти коэффициенты переваримости, то, очевидно, абсолютные количества заданного корма и выделенного кала можно заменить соответствующими им процентами инертного вещества в кале и корме. В самом деле, коэффициент переваримости вычисляется по формуле:

$$K_n = 100 - \frac{B_2 \times \text{кал} \times 100}{B_1 \times \text{корм}},$$

где B_1 — процент вещества в корме; B_2 — процент вещества в кале.

Если в приведенной формуле заменить отношения кал: корм соответствующим им отношением $И_1 : И_2$ то получим:

$$K_n = 100 - \frac{B_2 \times И_1 \times 100}{B_1 \times И_2}.$$

При пользовании названным способом нет необходимости в тщательном учете количества съеденных кормов и выделенного кала. Важно, чтобы при опыте не менялся состав рациона. С другой стороны, не нужно содержать животных снаряженными для сбора экскрементов. Наконец, время сбора выделений может быть значительно сокращено.

Данный способ применялся и проверялся неоднократно. В 1934 г. подобные опыты были начаты нами в б. Ленинградском зоотехническом институте (г. Гатчина) на кроликах. Известны работы Л. И. Бевада и Е. И. Симон [1], Б. Ф. Гидаспова и М. П. Мальгина [2] и ряда других исследователей. Результаты таких опытов не всегда надежны. Выяснены дополнительные условия, выполнение которых необходимо для получения удовлетворительных данных.

Для успешного проведения опыта требуется неизменность состава рациона, отсутствие остатков кормов, устранение возможностей поедания посторонних кормов и даже лизания стен, грунта, кормушек или поедания подкормок, в которых может содержаться то же самое инертное вещество.

Пробы кала для анализа рекомендуется брать 3 раза в день из очередных выделений равными долями в продолжение 4—5 дней после подготовительного периода обычной продолжительности.

Инертные вещества, поступающие в пищеварительный канал с кормами, используются и для решения других вопросов кормления. Широко известны

---

[1] Л. И. Бевад и Е. И. Симон. Методика определения переваримости кормов с помощью инертных индикаторов. «Успехи зоотехнической науки», т. IV, в. III, стр. 105—119, 1937.

[2] Б. Ф. Гидаспов и М. П. Мальгин. Определение переваримости кормов по кремнезему. «Проблемы животноводства», № 9, 1936, стр. 151—154.

методические затруднения при определении количества съеденной на пастбище травы. В опытах с бычками была испытана техника определения количества травы по собранному от них калу и по содержанию в траве и кале лигнина. Кал собирали в мешки, которыми были снаряжены бычки во все время опыта. Собранный кал тщательно учитывали, а съеденную траву определяли по расчету.

ВЛИЯНИЕ НА ПЕРЕВАРИМОСТЬ РАЗМЕРА КОРМОВОЙ ДАЧИ

В физиологических наблюдениях за деятельностью пищеварительных желез (с определением качества и количества изливающихся на пищу соков) установлена зависимость между количеством пищи и действием соков.

Количество сока, отделяемого желудочными железами за весь период переваривания, прямо пропорционально количеству съеденной пищи [1].

Если наблюденные факты понимать так, что количество поглощаемой пищи определяет размер отделения пищеварительных соков, то необходимо иметь в виду существование и обратной зависимости.

Проф. А. Д. Синешеков доказал, что размер сокоотделения определяет аппетит животного, т. е. количество пищи, которое оно охотно поглощает (стр. 126). В то же время проф. Синешеков установил, что количество соков не влияет на размер переваримости. Размер переваримости, повидимому, связан прежде всего с качеством пищеварительных соков, а также и с продолжительностью процесса пищеварения.

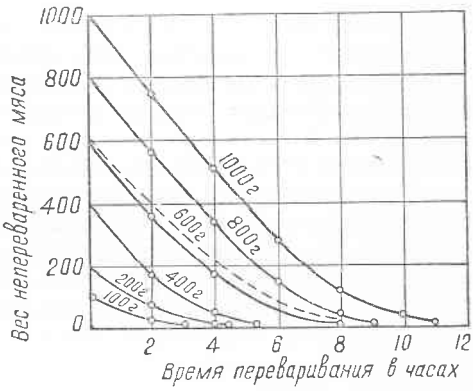


Рис. 8. Переваривание мяса у собаки весом 25,2 *кг*.

Между количеством пищи и продолжительностью переваривания на основании работ Е. С. Лондона, Хижина и других установлена количественная зависимость, графически представленная на рис. 8. Из этого рисунка можно заключить, что скорость переваривания пищи возрастает при ее увеличении от минимального количества к оптимальному. Так например, если проследить за ходом переваривания порции мяса 1000 *г*, то пока из этого количества не останется около 250 *г*, скорость переваривания примерно будет одинаковой, а после того замедлится. Так продолжается до тех пор, пока вследствие принятого кормового режима следующие одно за другим кормления не начнут перекрывать друг друга. Наступает преждевременное проталкивание по пищеварительному тракту не успевшей перевариться пищи, и переваримость понижается. С последним явлением в хозяйственной практике приходится встречаться.

Из многочисленных опытов, проведенных с различными видами сельскохозяйственных животных, известно, что размер кормовой дачи одного и того же состава в некоторой степени влияет на изменение коэффициента переваримости. Так, у крупного рогатого скота при уменьшении рациона на 25% переваримость незначительно возросла — сухого и органического вещества на 2—3% каждого, энергии на 3—5%, протеина на 6—7%. При уменьшении размера рациона вдвое возрастание было с округлением: сухого и органического вещества на

[1] Б. П. Бабкин. Внешняя секреция пищеварительных желез. 1927, стр. 137.

4%, энергии на 5% и протеина на 7—8%. Наоборот, при переходе с малых количеств пищи к чрезмерно большим наблюдается снижение коэффициентов переваримости. Так, при увеличении рациона в 2—3 раза сравнительно с поддерживающим переваримость сухого, органического вещества и энергии уменьшилась приблизительно на 6%, а протеина на 9—10%. Все сравнения подобного рода производились на одних и тех же животных, которым меняли размер кормового рациона от периода к периоду.

В этих опытах качество рационов оставалось неизменным, чем и должно быть объяснено наблюдающееся снижение переваримости. Переваримость можно сохранить постоянной, но для этого нужно было ввести в рацион быстрее перевариваюшиеся корма, так как время пребывания пищи в пищеварительном тракте по мере увеличения объема пищи уменьшается и для сохранения величины переваримости должна увеличиться скорость переваривания.

ТЕОРИЯ «ПОСТОЯНСТВА БАЛЛАСТА»

Исходя из предположения, что количество поглощаемой животными пищи ограничивается емкостью их пищеварительного тракта и заполнением его неперевариМыми остатками, К. Леман [1] предложил так называемую «теорию балласта». По этой теории, животные, получающие в рационах достаточное количество пищи, могут ее съесть только в таком количестве, которое будет содержать в себе определенное количество неперевариМых остатков, соответствующее емкости их пищеварительного тракта. Это количество в среднем для молочных коров с живым весом около 500 *кг* было определено в 4,3 *кг* сухого вещества кала. Количество балласта не зависит от размера суточного удоя коров. Из этой теории следует, что при необходимости доставить коровам большее количество переваримых веществ нужно в рационе заменять плохо переваримые корма, содержащие много балласта, кормами хорошо переваримыми, в частности, заменять корма грубые кормами концентрированными. Если бы эта теория оправдывалась на практике, хотя бы в среднем, то на ней можно было бы построить обоснование косвенного определения переваримости. В самом деле, если представить, что корова в кале выделяет всегда одно и то же количество сухого вещества кала, то для определения переваримости не нужно собирать его весь, а достаточно собрать среднюю пробу из нескольких выделений и ее проанализировать. Об этой теории упоминают проф. И. С. Попов [2] и Г. Е. Овсянников [3]. В их работах приводится содержание балласта в кормах и указания к его учету при составлении кормовых рационов молочным коровам.

Для проверки этой теории мы обработали 127 опытов с дойными и 20 опытов с сухостойными коровами, проведенных как нашими сотрудниками, так и другими исследователями. В наших исследованиях количество суточного сухого вещества кала в среднем за 7—10-дневные периоды опыта у отдельных коров широко варьировало и в то же время определенно зависело от величины суточного удоя. Как нами будет указано (стр. 170), последнее находит объяснение в различной скорости переваривания у коров низкой и высокой молочной продуктивности. В среднем для всех обработанных нами опытов было составлено уравнение регрессии, имеющее следующий вид: $K = 4{,}5 + 0{,}083\ (M - 5)$, где: K — сухое вещество кала за сутки (*кг*), M — суточный удой (*кг*) молока с 40 *гa* жира.

---

[1] Руководство по кормлению и обмену веществ. См. сноску на стр. 344.

[2] Проф. И. С. Попов. См. сноску на стр. 527.

[3] Г. Е. Овсянников, статья в «Справочнике заведующего МТФ» под ред. проф. Г. И. Азимова. 1946.

Таким образом, количество сухого вещества кала непостоянно и потому теорию «балласта» нельзя применить для косвенного определения переваримости.

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА КОРМОВОЙ ДАЧИ И ОДНОСТОРОННИХ ПРИБАВОК НА ПЕРЕВАРИМОСТЬ

В кормлении сельскохозяйственных животных обычно изучалась переваримость отдельных кормов и мало обращалось внимания на переваримость рационов в целом. Это объясняется тем, что переваримостью интересовались с целью оценки питательности кормов. Между тем вопрос о зависимости переваримости питательных веществ от состава всего суточного рациона имеет большой практический интерес, так как необходимо в практике добиваться хорошей переваримости всей пищи в целом.

В кормовой рацион могут входить корма — одни богатые материалами, пригодными для переваривания, другие же хорошо обеспечивающие деятельность пищеварительного тракта.

В опытах на собаках Лебедев [1] показал, что скармливание сильно вываренного мяса приводило к полному прекращению переваривания, хотя такое мясо содержало в себе достаточное количество белка. Добавка к вываренному мясу мясного бульона восстанавливала секреторную функцию желудочно-кишечного тракта собак.

Вопрос о переваримости питательных веществ рационов у сельскохозяйственных животных освещен в литературе недостаточно. Поэтому приходится прежде всего сослаться на опыты сотрудников И. П. Разенкова [2]. Эти опыты проводились на собаках и имеют прежде всего общефизиологический интерес. Подопытные животные получали качественно различные рационы, которые можно обозначить как смешанный, белковый, углеводный, жировой, обогащенный минеральными солями.

Переваримость питательных веществ при качественно различных рационах была неодинаковой. Автор предполагает, что это различие связано с неодинаковой активностью всасывающего аппарата желудочно-кишечного тракта животных. Интересующихся этой работой подробнее мы должны отослать к труду, указанному в ссылке.

Эти интересные исследования проливают свет на ряд явлений, наблюдаемых у сельскохозяйственных животных при качественно различном кормлении. Однако упомянутые опыты проводились на таких кормах, которые хорошо доступны для действия пищеварительных соков. У сельскохозяйственных животных очень часто наблюдается понижение переваримости кормов, питательные вещества которых заключены в трудно разрушаемые клеточные оболочки. Широко известна пониженная переваримость грубых кормов.

Такое влияние состояния корма на размер переваримости особенно бывает заметным у животных с простым желудком, в частности у свиней.

У сельскохозяйственных животных чаще изучалось влияние на переваримость односторонних добавок. Так, в нашем [3] опыте с теленком, к рациону которого добавлялся в качестве односторонней добавки крахмал, было отмечено, что такая добавка повлекла за собой повышение переваримости протеина.

У взрослых животных (крупного рогатого скота, овец и свиней) при введении односторонних добавок можно подметить определенную закономер-

[1] См. сноску на стр. 376.
[2] И. П. Разенков. Качество питания и функции организма. Медгиз, 1946, стр. 129—142.
[3] А. П. Дмитроченко и др. Труды Отдела зоотехнии, в. 2, 1927.

ность, а именно, переваримость того вещества, которое введено как добавка, всегда повышается (кроме клетчатки) [1]. Переваримость же прочих питательных веществ остается неизменной, но чаще понижается. Последнее явление получило название депрессии переваримости. Депрессия переваримости считается твердо установленной при введении избытка углеводов, но как видно из табл. 24, оно имеет место при всякой односторонней добавке, кроме протеина.

Считается, что введение с пищей клетчатки ведет к снижению переваримости питательных веществ. Это снижение объясняется тем, что клетчатка переваривается при определенных условиях, и если таких условий нет, то заключенные в растительных клетках питательные вещества оказываются недоступными для пищеварительных соков.

Переваримость клетчатки тем ниже, чем больше в ней инкрустирующих веществ (лигнина) и чем последние сильнее связаны с клетчаткой (целлюлозой). Переваримость клетчатки низка также в тех случаях, когда в пищеварительном тракте отсутствуют питательные вещества, необходимые для размножения целлюлозоразрушающих бактерий. Собственно переваривание клетчатки и происходит при участии таких бактерий [2].

Известно, что при кормлении крупного рогатого скота соломой в связи с неудовлетворительной средой в пищеварительном тракте уменьшается количество инфузорий в рубце [3]. Можно думать, что кормление соломой неблаго-

Таблица 24

Влияние односторонних прибавок на коэффициенты переваримости

Рационы	Коэффициенты переваримости			
	сырого протеина	безазот. экстракт. веществ	сырого жира	сырой клетчатки
Крупный рогатый скот				
Основной рацион без добавок	72,4	78,7	58,4	66,8
Основной рацион с добавлением крахмала	64,1	83,9	52,7	63,8
Основной рацион с добавлением клетчатки	62,2	80,3	63,4	84,3
Основной рацион с добавлением растительного жира	68,4	71,5	67,0	48,8
Свиньи				
Основной рацион без добавок	88,1	89,0	79,7	22,2
Основной рацион с добавлением крахмала	86,0	92,5	84,0	21,0
Основной рацион с добавлением растительного жира	90,0	88,5	97,4	19,0
Основной рацион с добавлением клетчатки	79,3	88,2	85,12	78,6
Основной рацион с добавлением протеина	92,5	87,3	89,7	18,3

приятно и для развития бактерий. Введение с пищей мела и золы растений, как выщелоченной так и не выщелоченной, в условиях некоторых опытов не

[1] R. W. Swift и др. Переваримость рационов жвачными под влиянием пропорций питательных веществ. Jornal of Animal Science, v. 6, № 4, 1947.

[2] М. М. Маевский. Роль микроорганизмов при переваривании клетчатки животными «Проблемы животноводства», 1936, № 6, стр. 158—168.

[3] И. Г. Соболев и З. И. Булдакова. Инфузории жвачки. Труды Московского зоотехнического ин-та им. В. М. Молотова, 1934, в. 1, стр. 203.

повлияло на размер переваримости [1]. В других же опытах при введении мела, переваримость органических веществ снижалась [2].

Депрессия переваримости под влиянием избытка притока углеводов объясняется следующим. Бактерии пищеварительного тракта животных обычно участвуют в переваривании пищи, разрушая клеточные стенки кормовых средств. При избыточном притоке углеводов в легко переваримом виде они прежде всего используют углеводы, и их участие в переваривании основного рациона уменьшается. Вследствие этого внутриклеточное содержимое, в частности белок, не подвергается действию пищеварительных соков. Это явление устраняется прибавлением азотистых веществ, при которых рост бактерий усиливается. Кроме указанного действия, при скармливании углеводов в результате брожения образуются в большом количестве жирные кислоты, усиливающие перистальтику кишок и ускоряющие прохождение пищи по пищеварительному тракту.

В результате быстрого прохождения по тракту пищевые растворенные вещества в меньшей мере успевают проникнуть через стенки кишок, к тому же присутствие кислот ограничивает брожение; наконец, действие пищеварительных энзимов понижается при недостатке азотистых веществ.

Так как у свиней бактерии не играют столь большой роли в переваривании пищи, у них не наблюдается такого заметного действия углеводов, как у жвачных.

ОТНОШЕНИЕ МЕЖДУ ПИТАТЕЛЬНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

На основе явлений, рассмотренных выше, в практике кормления выдвинуто положение о необходимости задавать питательные вещества в рацион в известном отношении с целью их наилучшей переваримости. Различают протеиновое и белковое отношения питательных веществ.

Протеиновое отношение было введено в практику раньше, чем белковое. Оно представляет собой отношение суммы всех переваримых углеводов корма и переваримого жира, умноженного на коэффициент 2,44, к количеству переваримого протеина (белка и амидов). Коэффициент 2,44 является показателем, во сколько раз больше нужно кислорода для окисления 1 *г* жира, чем для окисления 1 *г* крахмала.

Белковое отношение применяется обычно в том виде, в каком его предложил О. Кельнер. В этом случае берется отношение суммы всех переваримых углеводов и количества переваримого жира, умноженное на 2,2, к количеству чистого переваримого белка. Здесь коэффициент 2,2 показывает относительную питательную ценность переваримого жира по Кельнеру сравнительно с ценностью переваримого крахмала.

Имеются и другие приемы вычисления белкового отношения.

Для лучшего переваривания рациона считается наиболее подходящим среднее отношение питательных веществ, равное от 1 : 6 до 1 : 8. Отношение меньше 1 : 6 называют узким, больше 1 : 8 — широким.

Пример. Вычисляем белковое отношение кормовой смеси в опыте со свиньей, получавшей переваримых веществ (в граммах за сутки): белка 178,78, безазотистых экстрактивных веществ 740,3, жира 29,28, клетчатки 16,01.

---

[1] Д. Удольский. Влияние мела и золы полевой и древесной растительности на переваримость рациона и минеральный обмен у молодняка свиней. Доклады ВАСХНИЛ, 1945, в. 1—2, стр. 21—27.

[2] N. F. Colovos и др. См. сноску на стр. 401. М. И. Халяпина. Влияние различного уровня минеральных подкормок на пищеварительные и обменные функции желудочно-кишечного канала. Диссертация ВИЖ, 1955.

Сначала определяем сумму переваримых безазотистых веществ: 740,3 + 16,01 + + (2,2 × 29,28) = 820,73. Теперь определяем белковое отношение: 820,73 : 178,78 = = 4,6; отношение будет = 1:4,6.

Протеиновое отношение для случая, рассмотренного в примере, можно вычислить подобно указанному, но для этого нужно взять переваримый протеин, которого содержалось в рационе 186,08 *г* и коэффициента для жира 2,44.

ВЛИЯНИЕ ВИДА ЖИВОТНЫХ, ИХ ПОРОДЫ, ВОЗРАСТА И ИНДИВИДУАЛЬНОСТИ НА ПЕРЕВАРИМОСТЬ

Пищеварительный тракт у отдельных видов сельскохозяйственных животных различается своим строением, емкостью, длиной и функциями.

Это различие отражается на процессах пищеварения, свойственных различным видам животных, и на величине коэффициентов переваримости. Прежде всего у жвачных до начала сычужного пищеварения пища подвергается брожению и перевариванию под действием ферментов кормов и всасыванию в преджелудках. Эти процессы сопровождаются дополнительной обработкой — вторичным пережевыванием (жвачкой), что не имеет места у свиней и лошадей. Далее, начиная с железистого желудка, пищеварение принципиально идет одинаково. Но вследствие брожения, разной емкости и длины отдельных участков тракта, а также продолжительности переваривания и всасывания получаются различия в конечных результатах переваривания как разных кормов, так и отдельных питательных веществ. Отчасти это различие обязано более интенсивному брожению пищи в пищеварительном тракте жвачных. Результат же брожения в кормлении относится к переваримой части пищи.

Характеристика пищеварительных трактов различных животных дана в табл. 25.

В какой мере сказываются особенности вида животных на величине коэффициентов переваримости, можно судить по табл. 26.

Жвачные — крупный рогатый скот и овцы — переваривают питательные вещества приблизительно одинаково, причем крупный рогатый скот переваривает корма несколько лучше, чем овцы. Лошади переваривают органическое вещество, сырой жир и сырую клетчатку большинства кормов (кроме концентратов) хуже, чем жвачные. Протеин переваривается лошадьми и жвачными в общем одинаково. Свиньи переваривают питательные вещества, за исключением клетчатки, концентратов и корне-клубнеплодов лучше, чем жвачные. Питательные вещества кормов, богатых клетчаткой, свиньи переваривают хуже (и иногда значительно хуже), чем жвачные.

М. Ф. Томмэ и др. [1] приходят к заключению, что ясного различия в коэффициентах переваримости в зависимости от породы животных не получено. Некоторую разницу можно наблюдать в связи с разницей конституции и условиями выращивания. Молодняк после перехода на корма взрослых вначале переваривает их хуже, чем взрослые животные. У старых животных вследствие плохих зубов пищеварение ухудшается.

Индивидуальность животного сказывается на величине коэффициентов переваримости и зависит, возможно, от темперамента, условий выращивания [2], а также особенностей и дефектов в деятельности и строении органов пищеварения. Об индивидуальности можно судить только при неоднократно сохраняющемся характере различий в переваримости.

В том же случае, когда при сравнении нескольких периодов кормления у двух животных знак разницы для одного и того же вещества изменяется,

[1] М. Ф. Томмэ и др. Переваримость кормов. Сельхозгиз, 1953.

[2] В опытах В. А. Буржене и А. Петровой на подсвинках наблюдалось, что условия кормления в ранние фазы роста отражались на способности переваривать одни и те же корма.

Таблица 25

Длина, емкость и всасывающая поверхность пищеварительного тракта у разных животных

Животные	Емкость (*л*)	Длина (*м*)	Всасывающая поверхность ($м^2$)
Лошадь:			
желудок	20	—	12,0
тонкие кишки	80	22	
толстые кишки	163	8	
Всего	263	30	
Бык:			
4 отдела желудка	204	—	17,1
тонкие кишки	95	45	
толстые кишки	54	11	
Всего	353	56	
Овца:			
4 отдела желудка	30	—	
тонкие кишки	9	26	
толстые кишки	5	6	
Всего	44	32	
Свинья:			
желудок	11	—	2,8
тонкие кишки	14	18	
толстые кишки	15	5	
Всего	40	23	

Таблица 26

Переваримость органического вещества кормов разными видами животных

Корма	Коэффициент переваримости (округленно)		
	у крупного рогатого скота и овец	у лошадей	у свиней
Солома озимых злаковых	45	25	—
Солома яровых и разные мякины	50	35	25
Сено перестоявшее, грубое и побуревшее	50	45	—
Сено из молодой травы, зеленое, облиственное	65	58	50
Силосованная трава	66	—	55
Трава зеленая до цветения	75	—	60
Корнеплоды и картофель	85	88	92
Зерна злаковых и бобовых в дробленом и молотом виде	86	80	85
Отруби и жмыхи	75	70	76
Молоко и молочные отходы	97	—	95

имеют значение не индивидуальные отличия, а колебания переваримости под влиянием иных факторов.

СКОРОСТЬ ПЕРЕВАРИВАНИЯ И ПЕРЕВАРИМОСТЬ

Работы проф. А. Д. Синещекова [1] убеждают в том, что процесс пищеварения нельзя рассматривать только как ограниченный перевариванием и всасыванием питательных веществ. Между кровеносной и пищеварительной системами, как оказалось, обращается огромное количество жидкостей, выносящих из крови и возвращающих ей обратно в течение суток много азотистых органических веществ, минеральных солей и ферментов. Мощность потока не остается без следа для состояния организма, тем более что направление его может меняться. Потеря соков из организма приводит животных к быстрой гибели. Весьма ценно установление факта, что количество соков не влияет на степень переваримости, но зато прямо связано со скоростью переваривания, что влияет также на использование кормов и на размер отложений в организме.

Последнее положение дополнено ссылкой на некоторые доводы автора [2]. Скармливание свиньям суточной нормы кормов небольшими порциями (до 4—5 кормлений в сутки) повышает секреторную деятельность пищеварительных желез и уровень работы пищеварительного тракта. Благоприятно действуют на аппетит смена и разнообразие кормов, своевременное поение, добавка поваренной соли и мела. В проведенном опыте одно из подопытных животных лишалось поджелудочного сока, а другое получило сок чужой. Этим было опровергнуто неподкрепленное экспериментом утверждение, что количество соков влияет на размер переваримости питательных веществ. Оказалось, что количество соков влияет не на переваримость, а на поедаемость кормов при коэффициентах переваримости, оставшихся практически неизменными.

Таким образом, используя средства возбуждения сокоотделения — режим кормления, разнообразие рационов, солевой и водный режим, подготовку кормов, можно увеличить скорость переваривания корма, увеличить количество используемых животным в единицу времени питательных веществ и тем увеличить эффективность кормления.

По определению проф. Синещекова, пищеварительный аппарат, кровеносные сосуды и ткани представляют собою звенья единой динамически связанной системы органов питания животного организма, и те или иные изменения в любом звене находят свое отражение в других звеньях. А так как пищеварительный процесс может быть подвержен влиянию извне, то через него можно регулировать обмен веществ как через первый этап питания всей системы в целом.

Отдавая должное ценной идее автора, необходимо дополнить сказанное учетом важной роли микрофлоры пищеварительного тракта. Сейчас можно считать доказанным, что при наличии достаточных условий микрофлора пищеварительного тракта может основательно влиять на питание организма. Пример этому был приведен на стр. 52 при описании опытов по замене протеина кормов простыми азотными органическими и неорганическими соединениями.

Вторым, не менее существенным примером роли микрофлоры является наблюдение Котовского (стр. 28). Обеспечение условий развития микрофлоры пищеварительного тракта приводило к повышению переваримости клетчатки даже такого трудноперевариморого грубого корма, как озимая солома. Известно,

---

[1] А. Д. Синещеков и др. «Успехи зоотехнических наук», т. III, в. I и III, 1937; Вестник животноводства, № 2, 1946, стр. 7—17; сборник «Физиология питания с.-х. животных», Сельхозгиз, 1953.

[2] А. Д. Синещеков. Влияние различных кормовых режимов на работу пищеварительного тракта и на использование кормов у свиней. Вестник сельскохозяйственной науки, Животноводство, в. 4, 1940, стр. 90—105.

наконец, что в результате деятельности микрофлоры, особенно в рубце жвачных, происходит переаминирование аминокислот и синтез ряда водорастворимых витаминов.

ЗНАЧЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРЕВАРИМОСТИ

Если мы скармливаем животному два каких-либо корма, причем в каждом из них задаем равные количества питательных веществ, то это еще далеко не значит, что из них через стенки пищеварительного тракта проникнут равные же количества продуктов переваривания. Более того, рассматривая не только органическое вещество кормов в целом, но и отдельные вещества, входящие в его состав, мы можем часто встречаться с аналогичным явлением. Таким образом, равные количества одних и тех же питательных веществ, но входящих в состав разных кормов, могут перевариваться различно.

В тело животного, как правило, перейдет тем больше вещества, чем выше его переваримость. Отсюда следует, что животному может принести пользу не только то, что им съедено, а то, что оно переваривает и через переваривание делает годным к всасыванию и ассимиляции.

Этих соображений уже достаточно, чтобы сказать, что переваримые вещества лучше характеризуют корм, чем его валовой состав. На основании содержания переваримых питательных веществ подходят к определению питательности рационов и главных кормов.

Понятно, что в кормлении уделяется большое внимание определению переваримых веществ и коэффициентов переваримости кормов и рационов.

ГЛАВА XI

БАЛАНС ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРЕВАРЕННЫХ ВЕЩЕСТВ ПИЩИ В ОРГАНИЗМЕ

Переваренные и всосавшиеся вещества пищи, как известно из биохимических исследований, могут быть использованы для различных процессов в организме, их может оказаться как достаточно, так и недостаточно для покрытия потребностей животных в пище. Поэтому имеет существенное значение как самый процесс превращений, так и его конечный результат.

Проследить превращение веществ и энергии внутри организма во всех случаях и дать их количественное выражение — хотя и трудная, но успешно разрешаемая наукой задача. Значительно полнее разработана техника изучения суммарного результата питания, результата обмена. В зоотехнических исследованиях часто довольствуются последней возможностью и заменяют при этом изучение процессов обмена схематизированными представлениями, основанными на оценке начальных и конечных состояний животного, относя изменения в состояниях к съеденной пище.

В некоторых случаях учитывают поступление пищевых веществ корма в организм и выделение продуктов распада из тела животного [1] и по разности между содержанием химических элементов или энергии в первых и вторых судят о количествах этих элементов или энергии, задержанных в теле.

При этом путь превращений веществ в теле ускользает от исследователя, и определяемая указанным способом разность дает только основание судить о конечном результате процесса. Это суждение основано на применении к животному закона сохранения вещества и энергии.

Сущность этого закона заключается в том, что при всех явлениях способность тел производить какое-нибудь действие никогда не получается «из ничего» и никогда не обращается «в ничто». Все явления представляют собой превращения одних видов энергии (веществ) в другие, причем общее количество энергии (веществ) остается неизменным.

Формулировать этот закон можно следующим образом: количество общей энергии в замкнутой системе независимо от возможных превращений постоянно.

Закон сохранения и превращения энергии как основной закон движения, включающий в себя не только количественное, но и качественное содержание процессов, приложим и к животному организму. Это подтверждено специальными опытами.

Используя схематизированные представления об обменных процессах, можно судить о судьбе пищевых веществ в организме, пренебрегая возможными различиями в их превращениях, применяя метод балансов веществ и энергии в организме.

---

[1] Конечные продукты распада, как вещества ненужные для организма, находятся в его выделениях: в выдыхаемом воздухе, в твердых и жидких экскрементах.

ВОПРОСЫ КОРМЛЕНИЯ, РАЗРЕШАЕМЫЕ В БАЛАНСОВЫХ ОПЫТАХ

Составить балансы можно для любого из веществ, поступающих в организм животных. Так, например, можно составить балансы воды, сухого вещества, золы, энергии, отдельных элементов, входящих в пищу и питье, — углерода, азота, кальция, фосфора, натрия и т. д.; витаминов.

Для составления баланса надо знать и учитывать все формы поступления и все формы выделения вещества или элемента из организма. Наиболее просто составить балансы азота, золы и отдельных минеральных элементов.

Труднее составить балансы воды, сухого вещества, углерода. Для этого требуются сложная аппаратура и очень трудоемкие опыты с применением респирационной техники. Наиболее трудно составить баланс энергии. Для прямого определения некоторых статей этого баланса требуется мало распространенный сложный аппарат биокалориметр. Взамен сложных опытов для определения балансов углерода, воды, энергии разработаны и отчасти применяются косвенные методики, о которых будет сказано ниже.

Косвенные методики значительно упрощают исследования, хотя применение их более ограничено, чем прямых методик.

Составление балансов нашло широкое распространение в исследованиях вопросов кормления. Баланс каждого вещества и элемента пищи и питья прежде всего позволяет решить вопрос — достаточно ли этого вещества или элемента в конкретных условиях кормления и состояния животного [1].

Если условия кормления и состояние типичны, то полученный ответ может иметь и распространенное значение. Составление баланса одного и того же вещества при разных уровнях его поступления или при доставке в различной форме, в различных источниках позволяет подойти к решению вопроса о требованиях животного к количеству и к форме поступления данного вещества. Отдельные элементы, для которых составляется баланс, могут быть использованы в качестве индикаторов обмена сложных соединений. Так, например, азот используется как индикатор суммарного обмена протеина, углерод или энергия — как индикаторы суммарного обмена органических веществ. Натрий и калий предложены в качестве индикаторов обмена воды. Сочетая балансы азота и углерода или азота и энергии, можно косвенно судить об обмене протеина, углеводов и жира в теле животного. Этот же вопрос о суммарном обмене органических веществ предлагают разрешать по сочетанию учета изменения живых весов и балансов азота, золы и воды, последней косвенным путем по натрию и калию.

Учет изменений содержания в теле протеина и жира, установленных по балансам тех или иных веществ, позволяет точно выяснить характер и размер продуктивности животных, продуцирующих мясо и сало, растущих или беременных. Выяснение изменений содержания в теле протеина, жира, золы бывает необходимо и для уточнения продуктивности лактирующих животных.

Изменения содержания в теле протеина и жира использовались для решения вопроса о питательности кормов. Это считалось возможным на основе признания за кормами «продуктивного действия» и на основе представления, что такое действие достаточно характеризует корм или рацион.

---

[1] Хотя балансы азота часто составляются именно с целью решения вопроса — достаточно ли протеина корма для покрытия потребностей животного, но иногда этим путем правильного ответа получить нельзя. Так, например, В. С. Гостев и др. после 2-месячного нахождения животных на пище с крайне низким содержанием белка наблюдали положительный баланс азота за счет крайнего снижения выделения азота в кале и моче. Поэтому баланс азота скорее свидетельствует о том, как справляется организм животного с доставляемой пищей (В. С. Гостев и др. Динамика естественного иммунитета при недостатке белка в пище. «Вопросы медицинской химии», т. VI, 1953).

В начале этой главы было указано, что характеристика обмена по конечному его результату исключает знание судьбы пищи в организме, ее влияния на детали обмена. Один и тот же итог по продуктивности можно получить за разную «плату» со стороны организма. Подробнее, вопрос о применимости итогов баланса к оценке питательности пищи будет рассмотрен в четвертой части.

В настоящей главе рассматриваются методики составления балансов азота, минеральных веществ и углерода и в следующих главах некоторые из других методик.

По балансу азота и углерода, как это уже указывалось, можно судить об изменениях содержания в организме белка и жира.

БАЛАНС АЗОТА

В обменных реакциях организма может участвовать только азот органических соединений, всосавшихся через стенку пищеварительного тракта. Азот вдыхаемого воздуха, как это доказано, не является помехой составлению азотных балансов питания.

Неорганические аммонийные соединения, поступающие с пищей, могут участвовать в обмене (стр. 52) или как синтезированные продукты, или выделяясь с мочой в форме мочевины.

Аммонийные соединения пищи и продуктов обмена в зоотехническом анализе определяются с протеином.

Часть поступивших с кормом азотсодержащих веществ выделяется с каловыми массами. К ним присоединяются азотистые вещества пищевых соков и клеток эпителия пищеварительного тракта. Остальные же азотистые вещества пищи поступают в тело животного, где подвергаются различным превращениям и либо, окислившись, выделяются в моче (и в очень незначительном, обычно неучитываемом, количестве в поте и потерях эпидермиса и волос), либо откладываются в теле.

Конечные продукты распада азотистых веществ в теле выделяются в моче главным образом в форме мочевины, мочевой кислоты и аммиака. Остающийся в теле азот, с одной стороны, идет на восстановление потерянных с калом азотистых веществ пищеварительных соков и клеток эпителия, а с другой — может быть отложен в теле в форме мяса или выделен с молоком. Важно то, что азот, задержанный в теле, и азот выделенный всегда будут равны азоту корма. Поэтому для точного суждения о количестве оставшегося в теле азота необходимо, с одной стороны, знать его приток с пищей, а с другой — знать, какое его количество выделилось с калом, мочой и молоком.

Следовательно, с целью составления баланса азота обычный опыт по переваримости кормов достаточно дополнить сбором мочи и ее анализом на содержание азота, а у лактирующих животных также сбором и анализом молока. Результаты вычитания выделенного из принятого и даст нам баланс азота в теле.

Опыты над голодающими животными и животными, получающими корм, который не содержит азота, показали, что организм выделяет азот, даже не получая его в пище, т. е. расходует азот своего тела. Такой случай, когда потеря из тела азота превосходит его поступление, называется отрицательным балансом. Возможен и другой случай, когда поступление в тело азота будет равно количеству его в выделениях. В таких случаях организм, очевидно, удерживается в состоянии нулевого баланса. И, наконец, с пищей могут поступать избытки азотистых веществ, а организм может нуждаться в азоте для построения тканей, в результате чего часть азота будет задерживаться в теле. Такой баланс называется положительным.

Для практических целей понятие о задержавшемся в теле азоте само по себе представляется довольно отвлеченным. Какая часть этого азота будет хозяйственно полезна и какая с практической точки зрения пропадает даром? Например, для суждения о приросте азота у растущего теленка было бы важно знать, сколько азота отлагается в мясе и съедобных органах и сколько — в несъедобных. Результаты баланса не дадут на этот вопрос ответа; как подойти к его приблизительному разрешению, мы увидим на примере ниже. В других же случаях представляется возможным разграничить задержавшийся в теле азот, например при учете баланса у молочных коров. В общем же часто весь азот, оставшийся в теле, считают отложившимся в виде мяса, пренебрегая неточностями, которые могут произойти от такого допущения.

Пример 1 (из наших опытов). Теленок весом 130 *кг*. Поступление веществ за 8 суток указано в табл. 27, а выделение в табл. 28.

Таблица 27

Количество азота в кормах, заданных теленку за 8 дней

Корма	Сухое вещество (*г*)	Процент азота	Всего азота (*г*)
Отруби	5451	3,188	173,78
Овсянка	5351	2,156	115,37
Жмыхи	3141	6,383	200,49
Сено	1112	1,3668	151,99
Вода для питья	—	—	1,08
Всего задавалось азота			642,71
Остатки несъеденного сена содержали азота			41,12
Фактически потреблено за 8 дней азота			601,59

Таблица 28

Количество азота, выделенного за 8 дней в кале и моче

Выделения	Количество (*г*)	Процент азота	Количество азота (*г*)
Кала	45 176	0,64994	293,62
Мочи	91 775	0,23065	211,68
Смыто с приспособлений для сбора выделений	—	—	8,57
Итого азота	—	—	513,87

Баланс азота: 601,59 — 513,87 = +87,72.

Следовательно, баланс азота положительный: вещества, содержащие азот, отложились в теле.

Если желательно выразить этот азот условно в количестве мяса, то надо обратиться к таблицам состава мяса различных животных (табл. 29).

Из этих таблиц видно, что в абсолютно сухом обезжиренном и обеззоленном веществе телячьего мяса содержится 16,2% азота. Теперь можно подсчитать, что в теле теленка отложилось (87,72 × 100) : 16,2 = 541,5 *г* сухого обезжиренного и обеззоленного мяса.

В то же время мы знаем, что азот у телят идет не только на образование мяса. Так, при живом весе от 90,8 до 131,6 *кг* и при изменении протеина приросшего органического вещества тела с 13,8 до 20,8 *кг* протеин съедобной части прирастает на 4,2 *кг*, т. е. к общему приросту это составит: (100 × 4,2) : (20,8 — 13,8) = 60,0%.

Правда, эти данные получены для откармливаемых телят мясных пород и поэтому не могут быть безоговорочно распространяемы на другие случаи выращивания, но все же и они дают примерное представление о распределении прироста.

Пользуясь найденным процентом, мы, очевидно, можем подсчитать, что в мясе отложится не 87,72 *г*, а только (87,72 × 60,0) : 100 — 52,63 *г* азота.

Пример 2. В одном из опытов молочная корова за сутки получала азота (*г*):

в 5600 *г* сена	90,72
» 2000 *г* ячменя	41,40
» 500 *г* шрота бобов сои	37,60
» 1500 *г* пальмовых жмыхов	47,25
» 1500 *г* кокосовых жмыхов	49,50
Всего получено	266,47 *г* азота

Найдено азота (*г*):

в кале	74,39
в моче	124,21
Всего	198,60 *г* азота

Задержалось в теле азота: 266,47 — 198,60 = 67,87 *г*.

Кроме того, корова выделяла молоко в количестве 10 216 *г* в сутки, в котором содержалось 54,99 *г* азота.

Таким образом, полный баланс азота даст: 67,87 — 54,99 = +12,88 *г* азота в отложениях в теле.

Из приведенных примеров видно, что само составление балансов азота не сложно. В то же время выполнение всех операций со сбором выделений и их анализом весьма трудоемко и применяется не часто. Как понимать результаты изучения балансов, указано на стр. 136.

БАЛАНС УГЛЕРОДА

Другим химическим элементом, который может быть использован как индикатор обмена органических веществ, является углерод. Вся органическая химия представляет собой химию соединений углерода. Углерод входит в состав всех групп питательных веществ — белков, жиров и углеводов. Углерод в форме органических соединений поступает в организм с пищей (возможно и питьем) и в форме минеральных соединений (главным образом в виде CO_2) с вдыхаемым воздухом. Конечно все формы поступления углерода должны быть учтены. Часть его уходит с непереваренными остатками (в кале), с мочой и с кишечными газами (углекислота и метан).

Остальной углерод в виде составного элемента различных питательных веществ попадает в тело. Углерод входит в состав всасывающихся аминокислот, глюкозы и жира. Судьба этих веществ в организме нам уже известна (стр. 30, 36 и 44).

В результате различных промежуточных превращений, главным образом диссимиляции, животное выделяет через легкие продукт окисления веществ в организме в виде углекислоты. Помимо того, углерод выделяется из тела с полезными продуктами (например, молоком), а остальное его количество отлагается в мясе, жире и других продуктах (шерсти, коже и т. д.).

Углерод корма должен быть всегда равен сумме углерода в кале, моче, мясе, жире, молоке, шерсти и т. д., а также и в газообразных выделениях — в продуктах дыхания (CO_2) и кишечных газах (CO_2 и CH_4).

Содержание углерода в кормах, кале, моче, молоке, шерсти может быть определено путем анализа этих веществ. Определение же углерода в газообразных выделениях не так просто, и это является усложнением по сравнению с рассмотренными примерами баланса азота.

Доля потерь углерода в газообразной форме сравнительно с потерями в кале и моче значительна. Вообще говоря, размер выделения углекислоты зависит от многих причин. В частном случае, рассматриваемом выше, в примере опыта с коровой, потери углерода составляли:

	граммов	процентов
в кале	1433,0	41,3
в моче	194,9	5,6
в углекислоте и метане	1843,4	53,1
Итого	3471,3	100,0

Таким образом, в газообразном виде может удаляться больше половины теряемого организмом углерода; такую величину, конечно, нельзя игнорировать и необходимо определять во всех случаях изучения обмена (баланса) углерода.

Для определения потерь углерода в газообразной форме пользуются так называемыми дыхательными, или респирационными, аппаратами. Одна из первых конструкций такого респирационного аппарата была разработана проф. Пашутиным; позднее проф. М. Н. Шатерников построил оригинальный удобный прибор [1]. В СССР разработаны системы с автоматическим кондиционированием газовой среды.

В физиологических лабораториях многих советских исследовательских учреждений имеются особые конструкции таких аппаратов, предназначенных для специальных исследований.

Респирационные аппараты для животных, используемые в изучении баланса углерода, должны иметь герметически закрываемую камеру, внутри которой помещают подопытное животное. В аппаратах одного типа через камеру все время циркулирует ток воздуха, причем с уходящим воздухом уносятся те газообразные продукты, которые интересуют исследователя. Одновременно происходят изменения и во входящем воздухе, так как часть кислорода его задерживается в теле животного; при этом в камеру должен поступать все время свежий воздух. Определяя количество протекшего через камеру воздуха и его состав до входа в камеру и после выхода из нее, легко можно учесть все изменения, происшедшие за счет дыхания животного. Такой прибор называют открытым и применяют обычно для крупных животных. Схема его видна из рис. 9 и понятна без особых пояснений.

Пример. Подсчет потерь углерода с газообразными продуктами в открытом респирационном аппарате.

Входящий атмосферный воздух содержал CO_2 — 0,036%, O_2 — 20,95% и N_2 — 79,014%, а выходящий из камеры — CO_2 — 0,550%, O_2 — 20,385% и N_2 — 79,065%.

Газовыми часами было отмечено удаление из камеры 2279,7 *л* воздуха при 754,4 *мм* давления ртути и температуре 19,55°. Приводя этот объем к температуре 0° и 760 *мм* давления, получим 2068,3 *л*.

Так как азот в свободном состоянии не мог ни выделиться, ни поглотиться животным, то количество притекшего воздуха определится из соотношения: 2068,3 × 79,065 : 79,014 = 2068,4 *л*.

Таким образом, углекислоты образовалось: (0,550 × 2068,3 : 100) — (0,036 × 2068,4 : : 100) = 10,631 *л* и кислорода поглотилось (20,35 × 2068,4 : 100) — (20,385 + 2068,3 : : 100) = 11,707 *л*.

Поглощаемый кислород идет на процессы окисления. Схематизируя эти процессы, мы по количеству углекислоты и кислорода можем приближенно судить о природе окисляемых веществ (стр. 139).

В других приборах (так называемого закрытого типа) к герметической камере присоединена воздухонепроницаемая сеть труб и приборов, служащих для конденсации и поглощения образующихся водяных паров, поглощения углекислоты, охлаждения нагретого животным воздуха и просасывания воздуха через систему.

Животное, выделяя углекислоту, поглощает из воздуха кислород. Выделенная углекислота поглощается в поглотительных приборах аппарата.

[1] М. Н. Шатерников. К методике исследования газообмена. Журнал экспериментальной биологии и медицины, 1925, № 2, стр. 139—150.

В результате объем газа герметической системы (камеры трубопроводов и приборов) уменьшается, что приводит к падению его давления внутри системы. Это падение давления соответствует исчезновению из воздуха кислорода, поэтому запас его должен все время пополняться впуском кислорода, причем внутри камеры давление поддерживается примерно равным давлению наруж-

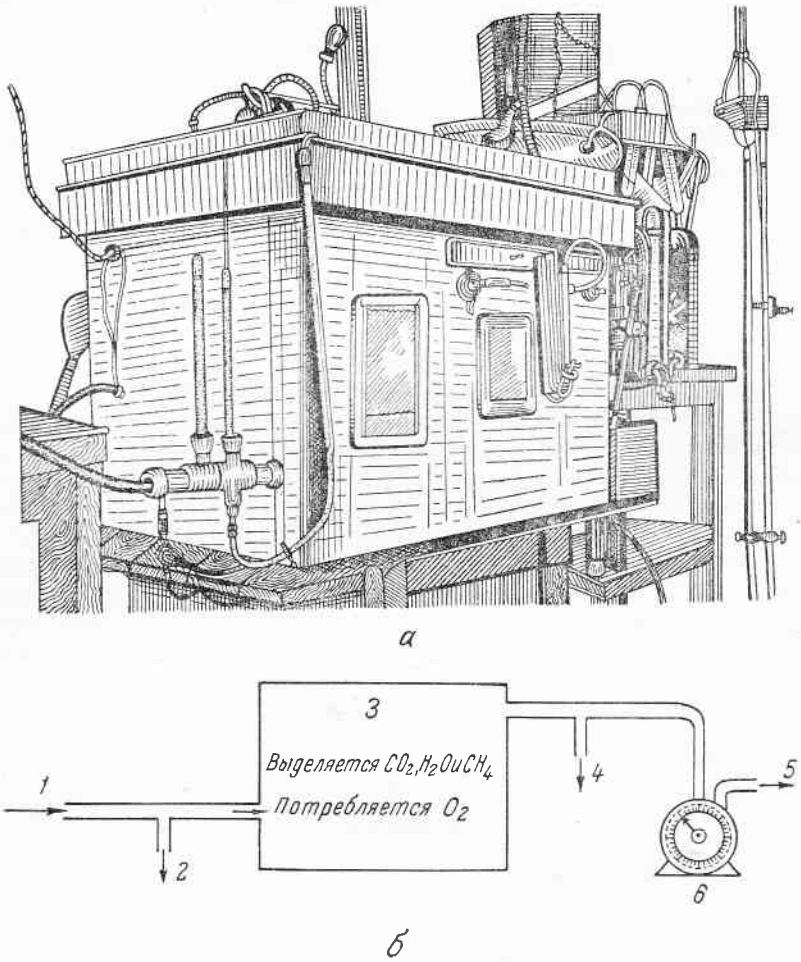


Рис. 9. Внешний вид (*а*) и схема (*б*) респирационного аппарата открытой системы.

1 — поступление свежего воздуха; *2* — отбор пробы газа во время опыта; *3* — камера для животного; *4* — отбор пробы выходящего газа; *5* — выход испорченного дыханием воздуха; *6* — газовые часы и насос.

ного воздуха. Тем самым мы имеем в камере состав воздуха, близкий к нормальному.

Схема аппарата закрытого типа представлена на рис. 10. Аппарат состоит из герметической камеры *9*, в которую помещается подопытное животное. В камере поддерживается состав воздуха, близкий к нормальному, путем поглощения из отработанного воздуха углекислоты в колонке *6*, конденсации водяных паров в колонке *3* и подогрева воздуха в колонке *1*. Пополнение кислорода производится из баллона через трубку *10*. Воздух в системе циркулирует с помощью насоса *8*.

На рис. 10 цифрами *2*, *4* и *7* помечены устройства для обогрева или охлаждения воздуха. Цифрой *5* обозначен спуск конденсатора.

Количество углекислоты, продуцированной животным за опыт, узнают по содержанию ее в поглотителе, а также по изменению состава воздуха в системе после опыта сравнительно с началом его. Количество потребленного животным кислорода определяется по убыли его в том баллоне, из которого он направляется в прибор, а также по изменению состава воздуха в системе после опыта по сравнению с составом воздуха до опыта.

В камерах приборов как одного, так и другого типа обычно помещаются автоматические поилки и кормушки, не требующие для приведения их в действие открывания камеры, а следовательно, и прекращения опыта. Внутри камеры, на трубопроводах и приборах помещаются контрольные приборы

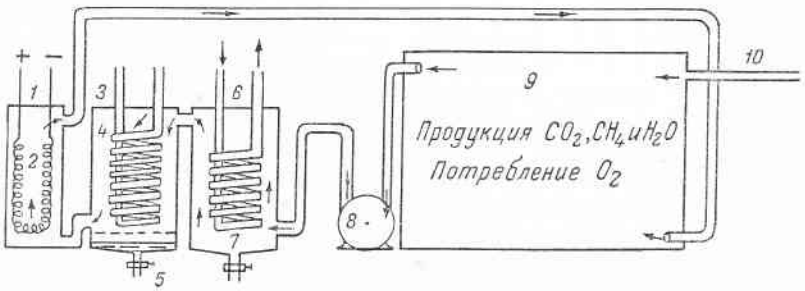


Рис. 10. Схема респирационного аппарата закрытой системы.

1 — колонка для подогрева циркулирующего воздуха; *2* — обогреватель; *3* — колонка для конденсации водяных паров; *4* и *7* — охлаждающие змеевики; *5* — конденсатор; *6* — колонка для поглощения углекислоты; *8* — насос; *9* — камера для животного; *10* — впуск кислорода.

(термометры, гигрометры и т. д.), которые дают возможность судить о физических условиях опыта.

Рассмотрим пример опыта по балансу углерода.

Пример. В описанном выше опыте с молочной коровой (стр. 133) по анализу было определено, что углерода содержалось в корме 4413,9 *г*. Выделено углерода:

в кале	1433 *г*
в моче	194,9 *г*
в выделяемой из тела углекислоте	1661,0 *г*
в выделяемом метане	182,4 *г*
Итого выделено углерода	3471,3 *г*
Следовательно, задержано углерода	942,6 *г*
Из него выделено в молоке	722,6 *г*
Баланс углерода	+220,0 *г*

Из примера для этой же коровы (стр. 132) следует, что азота отложилось 12,88 *г*. Принимая из табл. 29, что протеин, отлагающийся в теле крупного рогатого скота, содержит (если округлить) 52% углерода и 16% азота, получим, что в протеине заключается: $12{,}88 \times 52 : 16 = 41{,}9$ *г* углерода.

Таким образом, на безазотистые вещества тела приходится $220{,}0 - 41{,}9 = 178{,}1$ *г* углерода. Последний отлагается при явном избытке питания, а при таких условиях отложение гликогена в теле мало вероятно (стр. 30). Поэтому мы можем допустить, что в теле идет только отложение жира, и подсчитать его количество по средним данным. Жир тела животного содержит в среднем 76,5% углерода, отсюда у коровы отложено такого «подсчитанного» жира $(178{,}1 \times 100) : 76{,}5 = 232{,}8$ *г*.

Таблица 29

Элементарный состав и калорийность веществ животного и растительного происхождения (в процентах на абсолютно сухой вес)

Вещество, ткани и организмы	C	H	O	N	S	P	Калорий на 1 г
Моносахариды	42,0	6,7	53,3	—	—	—	—
Дисахариды	42,1	6,4	51,5	—	—	—	—
Полисахариды	44,4	6,1	49,4	—	—	—	4,18 [1]
Гликоген	—	—	—	—	—	—	4,18 [1]
Жир вообще	76,5	12,2	11,5	—	—	—	9,3
Белок вообще	50,6—55,0	6,5—7,7	20,5—22,5	15,0—18,5	0,3—2,2	0,4—0,8	5,71
Жир: крупного рогатого скота	76,5	—	—	—	—	—	9,5
свиньи	—	—	—	—	—	—	9,38
ягненка	—	—	—	—	—	—	9,41
Обезжиренное мясо	—	—	—	—	—	—	5,66
Мясо: теленка	—	—	—	16,2	—	—	—
крупного рогатого скота	52,0	—	—	16,0	—	—	5,7
свиньи	52,7	—	—	16,6	—	—	5,68
Откормленный бык в целом	63,0	9,4	23,8	5,0	—	—	—
Растение в целом	45,0	6,5	42,0	1,5	—	—	4,45

ВЫВОДЫ ИЗ ОПЫТОВ ПО БАЛАНСУ АЗОТА. ОЦЕНКА ПРОТЕИНА В ПИТАНИИ

Целью проведения опытов по азотистому балансу является определение достаточности протеинового питания в условиях испытуемого кормления. В частных случаях питания азотистый баланс может быть отрицательным, что свидетельствует о недостаточном введении азотсодержащих питательных веществ с пищей или о недостатке качества протеина пищи, возможно о недостатке общего притока органического вещества пищи и о разрушении протеинов тела. В норме у взрослых животных выделение азота как продукта обмена во всех формах (в эпидермальных образованиях, в азотистых веществах кала, мочи, молока и пота) совпадает с его введением в пище, и азотный баланс равен нулю. У животных запасы азотистых веществ в теле невелики и, как указано выше, ограничиваются задержкой аминокислот эритроцитами, увеличением массы печени и мышц. Поэтому пищевой протеин нужен в количестве, достаточном для текущих обменных процессов, а избыточно введенный с пищей и переваренный протеин дезаминируется и увеличивает количество азота, выводимого с мочой. При переходах от одного режима питания к другому наблюдаются временные изменения азотистого баланса, и он становится в этих случаях то положительным, то отрицательным. Однако через несколько дней на таком новом питании у взрослых животных вновь устанавливается нулевой баланс, и поэтому следует остерегаться поспешных выводов, основанных на кратковременных опытах, особенно если они проводятся вскоре после смены режима питания. А так как время возвращения к нулевому балансу непостоянно, нельзя указать общего срока начала изучения азотистого баланса на новом режиме питания. Условия установления нулевого баланса азота могут быть сформулированы в виде следующего правила: если животное продолжительное время получает азотсодержащую пищу в пределах от минимального до максимального уровней, то баланс азота

[1] Калорийность крахмала.

будет нулевой, независимо от его количества, скормленного в пище. Это правило имеет ограничения: оно недействительно для растущих и беременных животных. Правило пригодно не только для покоящихся, но и для работающих животных, если они получают достаточно безазотистых веществ, покрывающих их потребности, связанные с производством работы. Считают, что верхний предел поступления азота в пищу может колебаться широко и определяется по появлению нарушений состояния животных, в частности нарушению пищеварения и по расстройству функции печени, а иногда почек. Низшим пределом считается количество, соответствующее голодному минимуму, т. е. такому количеству азота в пище, которое выделяется голодающим животным, имеющим в теле достаточные запасы жира.

Тот факт, что при избыточном введении протеина с пищей баланс азота устанавливается на нулевом уровне, мешает разрешению сформулированной выше задачи — отысканию нормального режима протеинового питания. Очевидно этот режим будет считаться найденным тогда, когда доставка протеина будет такой, из которой быстро устанавливается и устойчиво поддерживается нулевой баланс питания. Под таким оптимумом следует понимать то количество протеина, которое не может быть снижено при установившихся условиях кормления и содержания.

У растущих животных баланс азота положителен, конечно в том случае, если пища содержит достаточное количество протеина необходимого качества. При этом отложения в теле, значительные вначале, в дальнейшем, по мере роста, убывают. Результаты баланса азота у растущих животных могут быть показателем скорости роста протеиновых тканей, скорости развития.

В соответствии с аминокислотной теорией питательной ценности пищевых протеинов, согласно которой такая ценность является функцией полноты набора аминокислот в пище, результаты баланса азота оказались пригодными для суждения о достаточности набора аминокислот. Если в испытываемых рационах скармливаются протеины, различающиеся набором аминокислот, причем подопытные животные однородны и способны к отложению белка, а уровни доставки протеина одинаковы и не превосходят максимальной потребности, то баланс будет бóльшим при скармливании более ценного протеина. Если протеины могут друг друга дополнять, то баланс при рационе со смесью протеинов будет выше, чем при рационах, содержащих эти протеины порознь (табл. 30).

Таблица 30

Процент усвоения переваримого протеина пищи с учетом восстановления потерь из тела

(по нашим опытам)

Корма рациона	Процент протеина в рационе	Процент усвояемости
Зерновые злаковые	16,2	40,0
Жмых и безазотистые вещества	14,6	22,1
Зерновые, жмых и безазотистые вещества	15,9	45,8

Как показали биохимические и физиологические исследования последнего времени, наличие нулевого баланса азота нельзя считать за признак физиологического благополучия организма, так как при нулевом балансе можно наблюдать как бы разные степени благополучия. Ограничения доставки протеина в пище как по его количеству, так и качеству, даже при сохранении баланса на нулевом уровне, могут сопровождаться снижением производительности и смещением некоторых показателей мочи и крови, в частности снижением

уровней протеина сыворотки и гемоглобина крови (см. также стр. 55). Снижение протеина сыворотки крови может повлечь за собой снижение сопротивляемости к инфекции, а снижение гемоглобина может явиться причиной уменьшения объема окислительных процессов в организме. Таким образом, нулевой баланс азотистого питания желательно контролировать учетом показателей уровня протеина и гемоглобина крови, помня, однако, о том, что на количестве гемоглобина могут сказываться, кроме протеина, и другие факторы. Этой же цели дополнительного контроля служит и анализ фракций азота мочи.

ВЫВОДЫ ИЗ ОПЫТОВ ПО БАЛАНСУ УГЛЕРОДА. ДОЛЯ УЧАСТИЯ УГЛЕВОДОВ И ЖИРОВ В РАСПАДЕ БЕЗАЗОТИСТЫХ ВЕЩЕСТВ

Если принять высказанное на стр. 135 положение о малой вероятности отложения в теле гликогена, то все же законен вопрос — за счет чего идет в организме жирообразование: за счет ли жира, корма, углеводов или протеинов. Сопоставление балансов азота и углерода теоретически может привести нас к девяти следующим сочетаниям:

	Баланс азота	Баланс углерода
1	Положительный	Положительный
2	»	Отрицательный
3	»	Нулевой
4	Отрицательный	Положительный
5	»	Отрицательный
6	»	Нулевой
7	Нулевой	Положительный
8	»	Отрицательный
9	»	Нулевой

На основании только этих сопоставлений мы не можем во всех девяти случаях сделать заключение, имеют ли место какие-нибудь превращения внутри организма, вызываемые не только кормлением, а какими-нибудь внутренними процессами в теле животного.

Только в случае голодания животного, когда заведомо оба баланса отрицательны, можно до некоторой степени проникнуть в процессы, происходящие внутри организма. Это можно выяснить с помощью важного физиологического отношения: продукции выдыхаемой углекислоты к потреблению кислорода воздуха, или, другими словами, конечного продукта распада органических веществ к элементу, идущему на их окисление в теле. Как это было показано, при учете потерь углекислоты через дыхание с помощью тех же приемов и методов легко можно установить и потребление кислорода (стр. 133).

Отношение объемных количеств выдыхаемой углекислоты и потребляемого кислорода называется дыхательным коэффициентом. В организме происходит одновременно окисление белков, жиров и углеводов в самых разнообразных соотношениях, а так как эти три группы веществ имеют разнообразный элементарный состав, то они требуют и разного количества кислорода для своего окисления. Поэтому дыхательный коэффициент, обозначаемый далее как RQ, может сильно меняться.

Теоретический RQ для углеводов вычисляется просто. Возьмем для примера глюкозу. Ее формула $C_6H_{12}O_6$. По уравнению $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 = 6CO_2 + 6H_2O$ видно, что для полного окисления до углекислоты и воды 1 грамм-молекулы глюкозы, имеющей вес 180 *г*, потребуется 6 грамм-молекул кислорода O_2 общим весом $32 \times 6 = 192$ *г*; при этом образуется 6 грамм-молекул CO_2 весом $44 \times 6 = 264$ *г* CO_2.

Так как литр кислорода при 0° и 760 *мм* давления весит 1,43 *г*, а литр углекислоты при тех же условиях весит 1,966 *г*, то, очевидно, в результате

полного окисления крахмала образуется 134,26 *л* CO_2 (264 : 1,966) и для этого потребуется 134,26 *л* O_2 (192 : 1,43), отсюда RQ равен объему CO_2, деленному на объем O_2 = 1,0. При полном окислении углеводов RQ всегда равен единице.

Если формулу любого безазотистого органического соединения представить в виде $C_n H_m O_p$, то дыхательный коэффициент для него может быть вычислен по формуле: $RQ = 4_n : (4n + m - 2p)$. В этой формуле приняты следующие обозначения: n — число атомов углерода, m — водорода и p — кислорода в молекуле соединения.

На основании элементарного состава нейтрального жира вычислен теоретический RQ, равный 0,707.

Так как формула белков неизвестна, то для них нельзя вычислить RQ тем же путем, что и для углеводов и жиров.

Очевидно, если предположить, что в процессах окисления белок не участвует, то по RQ мы можем судить об относительном участии в окислении углеводов и жира. Например, чем RQ ближе к 0,707, тем, очевидно, жир в большей мере участвует в окислении. Простым подсчетом можно определить, каково участие жира сравнительно с углеводами. Для этой цели может служить табл. 31.

Таблица 31

Доля окисления углеводов и жиров в зависимости от величины RQ

Дыхательный коэффициент	Распределение объемов (в процентах) на			
	углеводы		жиры	
	выделение CO_2	потребление O_2	выделение CO_2	потребление O_2
1,0	100	100	0	0
0,95	87	83	13	17
0,90	73	66	27	34
0,85	58	49	42	51
0,80	40	32	60	68
0,75	20	15	80	85
0,70	0	0	100	100

Обычно же белок всегда участвует в окислении, и поэтому только что оговоренное предположение невозможно. Чтобы исключить влияние окисления белковых веществ, идут следующим путем. Прежде всего считают, что весь азот мочи представляет собою азот протеина, подвергнувшегося в теле окислению.

Количество этого протеина может быть определено по равенству: N (азот мочи) × 6,25 = разрушенному протеину.

По среднему элементарному составу считают, что 100 *г* сухого обезжиренного и обеззоленного мяса содержит 52,4 *г* C; 7,3 *г* H; 22,7 *г* O; 16,6 *г* N и 1 *г* S, из которых в теле может участвовать в окислении 41,5 *г* C; 4,4 *г* H и 7,69 *г* O, а остальное в среднем может быть найдено в не вполне окислившихся продуктах обмена (моче) и в обменном протеине кала.

Принимая указанные количества C, H и O для окисления протеина в теле, легко вычислить, что на 1 *г* протеина требуется 0,97 *л* кислорода, и при этом продуцируется 0,78 *л* углекислоты.

Отсюда потребление кислорода для окисления протеина в теле равно $N_м$ (азоту в моче) × 6,25 × 0,97 = $N_м$ × 6,06 и продукция углекислоты равна $N_м$ × 6,25 × 0,78 = $N_м$ × 4,88.

Использование этих поправок поясним на примере.

Пример. В опыте с поросенком в респирационной камере продуцировано углекислоты 350 *л*, потреблено кислорода 459,9 *л* и выделено азота в моче 15 *г*. Если судить по азоту мочи, при окислении протеина потреблено: 6,06 × 15 = 90,9 *л* кислорода и продуцировано: 4,88 × 15 = 73,2 *л* углекислоты.

На долю безазотистых веществ приходится 369 *л* кислорода и 276,8 *л* углекислоты, RQ безазотистых веществ будет 0,75.

По табл. 31 находим, что при этом 20% выделенной углекислоты и 15% поглощенного кислорода приходится на углеводы, а остальное на жиры.

По какой причине рассмотренный способ применим только к случаю обмена у голодающего животного? Основной причиной, ограничивающей распространение способа «дыхательных коэффициентов» к расшифровке обмена у питающихся животных, является то, что наряду с процессами окисления в организме идут и процессы синтеза, а это обстоятельство усложняет суммарный результат обмена. При изучении общего газообмена у потребляющего пищу животного наряду с легочным дыханием идет, правда сравнительно незначительный, газообмен через кожу и более значительное образование углекислоты в пищеварительном канале.

Таким образом, в респирационном аппарате сумма CO_2 составляется из CO_2, образующейся, с одной стороны, в результате окисления и превращения веществ в теле, и, с другой — в результате брожения пищи в пищеварительном тракте. Отдельный учет легочного дыхания не может особенно помочь, так как углекислота из пищеварительного тракта в более или менее значительном количестве переходит в выдыхаемый из легких воздух. Общее же количество углекислоты бывает так велико, что RQ часто значительно превосходит единицу.

В этом случае, естественно, рассмотренные выше отношения привели бы к абсурдным заключениям. Даже если RQ при кормлении остается в нормальных пределах, нельзя утверждать, что те заключения, к которым мы придем, должны быть отнесены целиком к процессам, происходящим в тканях организма животного, и что к этому не причастны некоторые изменения в остатках пищи, находящейся в пищеварительном тракте. Однако с некоторыми поправками косвенный расчет теплопродукции может быть все же произведен (стр. 146).

БАЛАНС МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

Баланс минеральных веществ составляется тем же способом, что и баланс азота. Так как минеральные вещества поступают, как правило, в пище и питье, а выделяются в кале, моче и молоке, то для составления балансов нужно определить количества соответствующего элемента в названных источниках поступления и потерь. Незначительное количество веществ теряется с пóтом, выпадающим волосом, эпидермисом кожи, но этими потерями обычно пренебрегают. Некоторые летучие элементы, например иод, могут поступать в организм и с воздухом. Однако этот источник поступления если и имеет некоторое значение, то только в местностях, расположенных вблизи моря.

Составляются балансы минеральных веществ прежде всего для решения вопроса — достаточно ли их содержится в пище для удовлетворения потребностей животных. Если баланс положителен, считают, что поступление достаточно. Однако и для минеральных веществ, так же как и для азота, положительный баланс не означает, что с минеральным питанием все обстоит благополучно.

При длительном недостатке минеральных веществ животные могут терпеть страдания и в то же время баланс будет поддерживаться положительным.

Так, например, в ряде местностей животные хронически страдают от недостатка кальция. В то же время опыты [1] показали, что при кормлении,

[1] А. В. Дементьев. Значение кальциевой подкормки для сельскохозяйственных животных на Дальнем Востоке. Труды Дальневосточного научно-исследовательского института земледелия и животноводства за 1945—1946 гг. Животноводство. Сельхозгиз, 1952.

вызывающем разные расстройства функций, баланс кальция у подопытных животных остается положительным, хотя по абсолютной величине меньшим, чем у животных, получивших кальциевую подкормку.

Поэтому данные о балансах минеральных элементов должны быть дополнены рядом других признаков, без чего нельзя быть уверенным, что поступление этих элементов достаточно.

Такими признаками являются скорость роста, отсутствие заболеваний и расстройств, особенно в периоды повышенного расхода минеральных веществ, хорошее использование и высокая оплата корма. Иногда прибегают к анализу крови для определения насыщенности организма минеральными веществами или для установления их достаточности в пище.

Вопрос о соотношении минеральных веществ с другими веществами пищи будет подробнее обсужден в главе о потребностях животных. Что же касается их формы в пище, то отмечается, что минеральные вещества, задаваемые в виде отдельных подкормок, усваиваются организмом хуже, чем соответствующие вещества, содержащиеся в натуральных кормах. В отдельных случаях наблюдается, что минеральные добавки, в частности кормовой мел, вызывают насыщение организма, вследствие чего ухудшается использование соответствующего вещества и из натуральных кормов. Так, в одном из наших опытов на подсвинках наблюдалось колебание в усвоении кальция и фосфора, показанное в табл. 32.

Таблица 32

Изменения в усвоении кальция и фосфора у подсвинков при последовательном изменении кормления

Период	Характер рациона	Живой вес подсвинка (*кг*)	Баланс кальция		Баланс фосфора	
			задано в сутки (*мг*)	усвоено (процент)	задано в сутки (*мг*)	усвоено (процент)
I	Ячмень и жмых	34,9	5853	43,1	5884	33,6
II	Синтетический безазотистый рацион с избытком мела ($CaCO_3$)	37,6	13532	59,7	4471	56,8
III	Ячмень и жмых	45,3	6570	19,9	7413	36,1

Баланс некоторых из минеральных веществ, повидимому, может быть принят в качестве индикатора балансов других веществ. Это, в частности, относится к балансам натрия и калия, по которым можно косвенно судить о балансе воды в организме. Использование натрия и калия для этой цели основывается на представлении, что эти элементы не депонируются иначе, как в форме растворов, в которых они участвуют в качестве постоянных компонентов, участвующих в поддержании осмотического давления как в тканях тела, так и в содержимом пищеварительного тракта. Считая осмотическое давление в теле постоянным, так же как и содержание в жидкостях натрия и калия, представляют возможным по балансам последних судить об изменении содержания воды в организме.

Вследствие неточности анализов при составлении балансов минеральных веществ можно столкнуться с абсурдными результатами.

Оценивая результаты опытов, следует иметь в виду их логическую вероятность. Так, например, мало вероятен высокоположительный баланс кальция при одновременном сильно отрицательном балансе фосфора. Такие результаты могут быть получены вследствие неточности анализов, ошибок при изъятии проб кормов и неполного учета всех статей балансов.

ГЛАВА XII

БАЛАНС ЭНЕРГИИ

ПОНЯТИЕ О БАЛАНСЕ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

До сих пор речь шла о превращениях, обмене и балансе веществ в теле животного. Равным образом все процессы, происходящие в животном организме, можно представить и в энергетическом выражении. Выяснение энергетических отношений процессов окислений, новообразований и превращений в теле может служить проверкой изучения материальных изменений. Иногда же понятия об энергетических процессах приносят и незаменимую пользу, давая возможность делать недоступные при других условиях обобщения.

Большинство процессов и реакций как синтеза, так и распада веществ в теле совершается с изменением и освобождением энергии. Освобождающаяся в обменных реакциях энергия может быть использована для различных функций организма. Тепловая энергия является конечным продуктом превращений и распада веществ, происходящих в организме.

Выделению тепловой энергии сопутствует выделение веществ как вполне (например, CO_2, H_2O), так и не вполне (например, мочевина) окислившихся продуктов, причем количеству названных веществ соответствует и довольно постоянное количество энергии.

По этим веществам можно определить количество выделившейся тепловой энергии, но потери тепловой энергии можно определить и непосредственным измерением. Первый путь носит название косвенной, а второй — прямой калориметрии.

Для того чтобы судить о балансе тепловой энергии в организме животного, нужно знать, какое количество этой энергии поступило и сколько ее выделилось из тела.

Тепловая энергия поступает в тело в химической форме только с питательными веществами кормов. Часть этих же веществ уходит в непереваренных остатках (в кале), часть в не вполне окислившихся веществах — с кишечными газами (метан) и, наконец, не вполне окислившиеся азотсодержащие вещества тела и корма выделяются в различных соединениях мочи. Эти потери химической энергии с целью учета баланса тепловой энергии должны быть предварительно выражены в единицах тепловой энергии — калориях. Чтобы определить запас тепловой энергии корма или экскретов, образец их нужно сжечь и учесть количество тепла, образовавшегося при его сжигании.

Прибор, в котором выполняется это определение, называется калориметром (рис. 11). Он состоит из металлического двустенного сосуда, или рубашки *5*. Между стенками его налита вода, назначение которой — вместе с сосудом предохранять калориметр от теплообмена с внешней средой. Внутри рубашки помещается металлический сосуд *4*, собственно калориметр, напол-

няемый определенным (взвешенным) количеством воды. В эту воду погружается толстостенный металлический же сосуд *2*, называемый бомбой. Внутрь бомбы до ее погружения в воду помещается на тонкой проволоке исследуемое вещество, бомба плотно завинчивается крышкой и внутрь ее под давлением до 25—30 *am* впускается из баллона чистый кислород. Затем в воду сосуда *4* опускают шарик термометра *1*, и прибор готов для опыта. Специальной мешалкой *3*, помешивая несколько минут воду, устанавливают ее температуру. Затем через проволочку, на которой внутри бомбы помещен образец, пропускают электрический ток. Ток накаливает проволочку, от нее образец загорается и быстро сгорает в атмосфере кислорода. В результате сгорания температура воды повышается, что сейчас же отражается на показании термометра. После того как температура воды достигнет максимума, опыт заканчивается. Мешалка работает все время опыта, что дает основание считать полученную температуру средней для всей массы воды. Количество тепла, развитого образцом при сгорании, равно числу калорий, сообщенных воде и прибору, в котором производилось сжигание, с поправкой на излучение прибором тепла в окружающую среду.

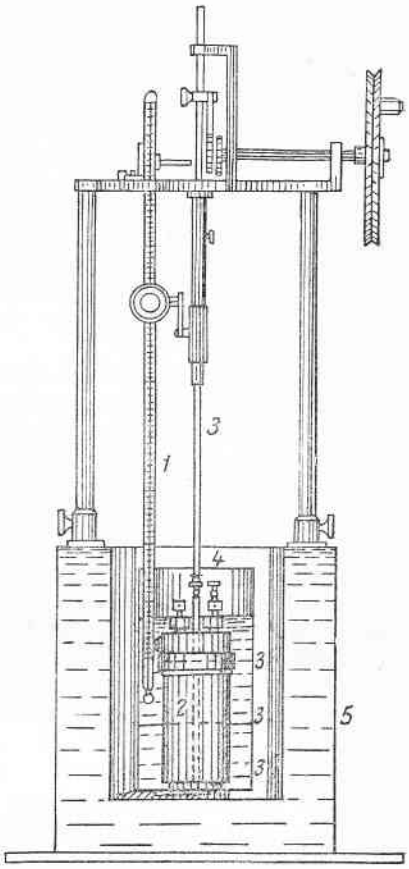


Рис. 11. Калориметр Кроккера с бомбой Бертелло — Малера для определения теплоты сгорания твердых веществ.

1 — термометр; *2* — бомба Бертелло — Малера; *3* — мешалка с тремя лопастями; *4* — собственно калориметр; *5* — рубашка калориметра.

По результатам сжигания в калориметре образцов кормов и выделений подсчитывают количество энергии, притекшей с кормом и покинувшей тело животного с видимыми потерями (калом, мочой, молоком). Кроме этих видимых потерь, тело животного покидает тепловая энергия, появляющаяся в результате переваривания и усвоения корма, мышечной деятельности и обменных реакций. Эти невидимые потери, учтенные тем или иным способом, должны быть приняты в расчет в балансе тепловой энергии.

В результате получим положительный или отрицательный баланс тепловой энергии, эквивалентный созданию или разрушению тканей организма.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛАНСА ЭНЕРГИИ

Определение баланса энергии рассмотрим на примере.

Пример. В нашем опыте[1] подсвинку в сутки задавались следующие корма.

[1] А. П. Дмитроченко и др. К вопросу об использовании льняного жмыха при беконном откорме. Труды отдела зоотехнии ГИОА, 1928.

	Сухого вещества (*г*)	Тепловой энергии (*ккал*)
Ячменная мука	327	1460,4
Овсянка	511	2301,6
Молоко	237	1320,7
Всего принято	—	5082,7
Выделено:		
308,9 *г* кала	—	1411,2
31494 *г* мочи (жидкой)	—	120,8
7,17 *л* метана	—	68,3
Всего выделено	—	1600,3

Разница между принятым в форме химической энергии и выделенным в той же форме составит 3482,4 *ккал*.

В нее включается, с одной стороны, потеря телом энергии в тепловой форме, а с другой — химическая энергия веществ, отложившихся в теле.

Схематично представляя процессы в организме так, что все статьи баланса энергии относятся к корму и касаются организма только в части отложенных веществ в случае положительного баланса или разрушенных в случае отрицательных, — разницу энергии между поступлением в корме и выделением в кале, моче и метане называли физиологически полезной энергией корма.

У некоторых исследователей этот термин встречает возражения, так как часть данной энергии при всяких обстоятельствах переходит в форму тепловой энергии и покидает тело безвозвратно, причем эта энергия в некоторой части, может быть, и не нужна для поддержания температуры тела животного. Поэтому разность между принятой с пищей и выделенной в указанных выше продуктах предложено обозначать термином «обменная энергия корма». Но и этот термин нельзя считать правильным. Пищеварительный процесс так же относится к обмену, как и внутриклеточные превращения.

Мы сохраним обозначение «обменная энергия» как условное, учитывая отмеченную выше неточность термина.

В тех случаях, когда обмен энергии условно рассматривается как вытекающий только из превращений веществ корма, в обменную энергию рекомендуется вводить поправку, зависящую от результата баланса азота. Обосновывается такая поправка тем, что в случае отрицательного баланса азота количество энергии, выделяемой в моче, повышено на величину, заключенную в азотистых продуктах обмена, происходящих из протеина тела.

Поэтому обменная энергия «корма» окажется меньше на соответствующую величину. При положительном балансе отношения будут обратными. В моче будут как бы не учтены те продукты, которые там выделились бы, если бы баланс был нулевым. Поправка на приведение баланса азота к нулю вычисляется по азотистому балансу, причем 1 *г* отложенного или разрушенного азота принимается соответствующим 7,45 *ккал* (калорический коэффициент мочи предложен Рубнером). Поправка вычисляется по формуле: $O_p = O_н - 7{,}45\ (\pm N)$, где O_p — обменная энергия, исправленная на азотистое равновесие, $O_н$ — обменная энергия, наблюденная в опыте, и $\pm N$ — баланс азота в граммах.

Итак, тепловая энергия в корме за вычетом тепловой энергии в кале, моче и метане дает в остатке обменную энергию. Чтобы определить, какая часть обменной энергии относится к энергии в отложениях и какая часть к тепловой, выделяющейся из тела [1], применяют или косвенный подсчет, или же непосредственное определение последней в животном (био)калориметре.

[1] В этот остаток тепловой энергии включается как «термическая» энергия корма, так и теплопродукция животного.

Нашей отечественной науке принадлежит заслуга в разработке современных методов косвенной калориметрии. В работах лаборатории В. В. Пашутина, особенно в работе, выполненной А. А. Лихачевым [1] (1893 г.), были даны точные основания для расчетов косвенной калориметрии. Рубнер, Цунтц, Этуотер, развившие калориметрические исследования, в очень многом шли по следам Лихачева. Из некоторых иностранных сочинений видно, что их авторам были известны работы лаборатории Пашутина.

Косвенные подсчеты выполняются на различных основаниях. Можно применять следующий метод. По балансу азота и углерода заранее вычислить количество отложенного (или разрушенного) в теле протеина и жира; по средним значениям для теплоты их сгорания подсчитать количество тепловой энергии в отложениях; вычитая из обменной энергии энергию в отложениях, получить величину термической энергии [2].

Пример. В том же опыте (пример на стр. 143) в теле подсвинка, судя по результатам балансов азота и углерода, отложилось в протеине 354,2 *ккал*, в жире 807,4, итого 1161,6 *ккал*.

Отсюда остаток обменной энергии, выделившейся в форме тепла из организма, равняется 3482,4 — 1161,6 = 2323,8 *ккал*.

Другой способ вычисления теплопродукции животного основан на зависимости между расходом кислорода на окисление веществ и теплопродукцией. Найдено, что на 1 *л* кислорода, идущего на окисление углеводов в теле, выделяется 5047 *ккал*. При окислении же жира на 1 *л* кислорода выделяется 4686 *ккал*. Выше был указан способ (стр. 139), когда по величине RQ можно определить, идут ли процессы окисления за счет углеводов или за счет жира. Сопоставим калорические коэффициенты кислорода с их соответствующими дыхательными коэффициентами:

	ккал на 1 *л* кислорода	RQ
углеводы	5,047	1,000
жир	4,686	0,707
разница	0,361	0,293

Из этого можно заключить, что при увеличении RQ сверх 0,707 тепловая ценность литра потребляемого кислорода возрастает на 0,361 : 0,293 = = 1,23 *ккал* сверх 4,686 *ккал* на каждую единицу RQ. Таким образом, теплопродукцию животного за счет окисления безазотистых веществ (углеводов и жира) можно вычислить по следующей формуле: теплопродукция за счет безазотистых веществ $(T_{б.в.}) = K \times 4{,}686 + 1{,}23 \times (RQ_{б.в.} - 0{,}707)$ *ккал*, где K — количество литров потребленного кислорода.

Как определяется RQ безазотистых веществ, показано на стр. 140. К вычисленной таким способом величине необходимо добавить теплопродукцию, развившуюся за счет окисления протеина.

Количество разрушенного в теле протеина может быть вычислено по формуле: азот в моче $(N_м) \times 6{,}25 =$ протеину, окисленному в обмене $(П_м)$.

Найдено, что при окислении в теле 1 *г* протеина выделяется 4,5 *ккал*. Отсюда теплопродукция за счет азотистых веществ $(T_а)$ будет равна $П_м \times 4{,}5 = N_м \times 6{,}25 \times 4{,}5 = N_м \times 28{,}125 = T_а$.

Общая теплопродукция животного составит, таким образом, сумму: $T_{б.в.} + T_а$.

---

[1] А. А. Лихачев. Теплопроизводство здорового человека при относительном покое. Диссертация. ВМА, СПб. 1893.

[2] Метод подсчета, принятый Кельнером, обычно называется «методом косвенной калориметрии», хотя это обозначение может быть отнесено ко всем приемам определения теплопродукции подсчетом.

Этот способ подсчета теплопродукции был предложен для голодающих животных, у которых не происходит образование новых тканей тела за счет пищи. В специальных исследованиях последнего времени показано, что этот способ с некоторыми изменениями может быть распространен и на кормимых животных.

Следует отметить, что при кормлении RQ может быть как меньше 0,707, так и больше единицы. При голодании же он не может быть выше единицы и меньше 0,7. Эти пределы независимы от участия белка тела в окислении, так как косвенно вычисленный RQ для белка равен примерно 0,81.

Таким образом, в некоторых случаях по RQ трудно судить, имеем ли мы дело с кормимым или с голодающим животным. К этим случаям относятся те опыты, в которых при кормлении RQ остается в пределах 0,7—1,0.

Третьим способом косвенного определения теплопродукции животных, разработанным для крупного рогатого скота, является способ вычисления ее по количеству продуцируемой углекислоты. Как у всех косвенных приемов, точность его невелика, но упомянуть о нем следует, как о наиболее простом приеме.

Из статистической обработки опытов [1], проводившихся в респирационном калориметре, были найдены эмпирические зависимости между теплопродукцией, количеством поглощенного сухого вещества и выдыхаемой углекислотой. После некоторого пересчета, выполненного нами, может быть получена следующая формула: $T = 1{,}848\,У + 6{,}266$ *ккал*, где T — теплопродукция в *ккал* на 1 *кг* живого веса животного в сутки; $У$ — продукция углекислоты на кило живого веса — в граммах, в сутки.

ВОЗМОЖНОСТЬ КОСВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОПРОДУКЦИИ У ЖИВОТНЫХ ПРИ КОРМЛЕНИИ

Выше (стр. 140) было указано, что при кормлении животного нельзя судить по RQ об относительном участии жиров и углеводов в распаде безазотистых веществ. Это же обстоятельство должно бы ограничить и применимость формул, приведенных выше.

Известно, что одинаковые химические соединения имеют одинаковую теплоту сгорания, причем эта теплота сгорания будет одной и той же, происходит ли сгорание сразу или проходя несколько промежуточных ступеней.

Несколько иначе приходится представлять себе синтетические процессы. Допустим, мы рассматриваем процесс образования жира из углеводов. Если бы этот процесс протекал при всяких обстоятельствах по одному и тому же пути, через одни и те же ступени, надо думать, что он давал бы один и тот же результат, т. е. совершался бы с одинаковыми потерями. В этом случае указанное выше ограничение в применении RQ безазотистых веществ не могло бы иметь решающего значения. Но на деле оказывается иначе. Превращение углеводов в жир тела далеко не всегда дает одинаковый эффект, который, видимо, зависит от пути, по которому идет реакция.

Только условно допуская, что процессы «в среднем» протекают одинаково, тепловую продукцию животного можно вычислить и при кормлении по RQ, как это делается при голодании [2].

Нужно иметь данные о продукции углекислоты, потреблении кислорода, количестве выделенного в моче азота. Если при кормлении RQ безазотистых

[1] W. W. Braman. Journ. Biol. Chem., v. 60, p. 79, 1924.

[2] И именно на том основании, что как окисление веществ в теле, так и окисление тех же веществ в пищеварительном тракте дает одинаковый тепловой эффект. Разделить же тепло, выделяемое при окислениях в тканях от тепла, выделяемого при брожении, задача хоть и возможная, но представляет известные трудности.

веществ будет в пределах от 0,707 до 1,0, то ход вычисления совпадает с указанными выше (стр. 139) для случая голодания.

Если же имеют дело, особенно у жвачных, с сильным брожением в пищеварительном канале, то из-за образования в тракте CO_2 и CH_4 вычисления по указанному выше способу приводят к ошибочному результату. Ошибки появляются прежде всего потому, что при брожении в пищеварительном тракте образуются продукты неполного сгорания (метан), теряющиеся при учете продукции CO_2 и потребления O_2.

Если бы мы сжигали какое-нибудь вещество, например 1 *г* сахара, до углекислоты и воды, то в результате сжигания получили бы вполне определенное количество выделенных тепла и углекислоты и потребленного кислорода. Определенность этих результатов не зависела бы от того, где происходит сгорание: в клетках ли тела или в кишечнике, и происходило ли оно сразу или же через ряд промежуточных реакций. Таким образом, если допустить, что метан сгорает до углекислоты и воды и при этом развивается определенное количество тепла и потребляется кислород, то упомянутый выше способ подсчета теплопродукции по кислороду может быть применен и при наличии брожения в тракте. Для вычисления теплопродукции нужно знать: 1) количество азота, выделенного с мочой, 2) количество продуцированной углекислоты, 3) общее потребление кислорода и 4) количество выделенного метана.

Посчет ведется следующим образом. По азоту в моче вычисляют количество разрушенного протеина ($П$); по последнему подсчитывают количество образовавшихся за его счет углекислоты ($У_п$), тепловой энергии [1] ($Т_п$) и потребленного кислорода ($К_п$).

Вычитая углекислоту и кислород, относящиеся к протеину, из общей продукции углекислоты ($У$) и потребления кислорода ($К$), найдем количество этих газов ($У_{б.в.}$ и $К_{б.в.}$), относимое за счет безазотистых веществ, в литрах: $У - У_п = У_{б.в.}$; $К - К_п = К_{б.в.}$.

Метана (CH_4) найдено было $М$ *л*, при его полном сгорании образуется $М$ *л* CO_2; тепла $М \times 9{,}505$ *ккал* [2] и потребляется $2М$ *л* кислорода:

$$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O; \quad M \times CH_4 + 2MO_2 = MCO_2 + 2MH_2O.$$

Если бы метан сгорел в теле животного, то за счет безазотистых веществ мы имели бы продукцию углекислоты $У_{б.в.} + М$ и потребление кислорода $К_{б.в.} + 2М$ *л*.

В этом случае мы также имеем продукцию углекислоты и потребление кислорода за счет окисления углеводов и жира, т. е. мы имеем основания применять формулу, данную на стр. 139. Очевидно в этом случае: $RQ_{б.в.} = (У_{б.в.} + М) : (К_{б.в.} + 2М)$.

Вычисленная по этому RQ теплопродукция будет больше истинной и именно на такую величину, которая соответствует теплоте сгорания метана. Очевидно, эта величина должна быть вычтена из подсчитанной по формуле теплопродукции. Кроме того, сюда должно быть прибавлено количество тепла, развившееся за счет сгорания протеина. Сумма дает общую теплопродукцию подопытного животного.

[1] Величина теплопродукции окислившегося протеина вычисляется по равенству $Т_п =$ = азоту мочи $\times 6{,}25 \times 4{,}5$. Здесь 4,5 означает количество калорий, развивающихся при окислении в теле 1 *г* протеина. Это значение представляет собой среднюю величину, выведенную на основании многих наблюдений над плотоядными животными, у которых из протеина (при тепловой ценности 1 *г* протеина в 5,7 *ккал*) в теле окисляется 79% и в моче выделяется 21% тепловой энергии в виде не вполне окислившихся веществ ($0{,}79 \times 5{,}7 = 4{,}5$). К сожалению, для травоядных и всеядных нет столь же подробных исследований, почему до сих пор коэффициент 4,5 применяется ко всем видам животных.

[2] 9,505 *ккал* тепла развивается при сжигании 1 *л* метана (объем которого установлен при 0° и давлении 760 *мм* ртутного столба).

Для более ясного представления о способе рассмотрим пример вычисления теплопродукции в опыте с коровой, находившейся в состоянии нулевого баланса питания.

Пример. Корова получала в корме 16 996 *ккал*; из них выделено в кале, моче и метане 8606 *ккал*.

Так как животное было в состоянии нулевого баланса, не откладывало и не разрушало тканей своего тела, то теплопродукция может быть найдена из разности 16 996 — 8606 = = 8392 *ккал*.

Моча содержала 32,2 *г* азота, что соответствует 193,2 *г* разрушенного протеина. Для его окисления потребовалось 187 *л* кислорода и при этом образовались 151 *л* углекислоты и 858 *ккал*.

Всего в опыте было потреблено 1638 *л* кислорода и образовалось 1734 *л* углекислоты и 127 *л* метана. При условии сгорания метана мы бы получили дополнительно продукцию 127 *л* углекислоты и потребление 254 *л* кислорода. Таким образом, за счет безазотистых веществ имеем (в литрах):

углекислоты 1734 — 151 + 127 = 1710
кислорода 1638 — 187 + 254 = 1705

Дыхательный коэффициент безазотистых веществ будет равен 1,003 (1710 : 1705), т. е. около единицы.

Подставляя найденное значение в формулу, имеем (стр. 145): $T_{б.в.} = 1705 \times [(4{,}686 + 1{,}23 \times (1{,}003 - 0{,}707)] = 8610$ *ккал*.

При сжигании образовалось бы за счет метана 1207 *ккал* и за счет протеина 858 *ккал*. Очевидно общая теплопродукция животного составит 8261 *ккал* (8610 — 1207 + 858).

Найденная этим способом величина отличается от ранее вычисленной (8392 *ккал*) на 1,6%, что следует считать вполне удовлетворительным.

Если бы в числе газообразных выделений был найден водород, его также надо было бы принять в расчет на следующих основаниях: 4 молекулы водорода требуют для полного окисления 1 молекулу кислорода и при этом образуется 2 молекулы воды $4H + O_2 = 2H_2O$. Углекислоты при этом не образуется. Развивающееся при окислении тепло должно быть вычтено из общей теплопродукции.

Если же высчитывать теплопродукцию в тех случаях, когда при обильном, но бедном по содержанию жира питании имеет место образование жира тела из углеводов, что обычно сопровождается RQ значительно большим единицы, — применимо ли в этих случаях приведенное выше уравнение?

Повышение дыхательного коэффициента выше единицы объясняется тем, что вещества кормов не разрушались до углекислоты и воды, а отложились в жире.

Если сделать допущение, аналогичное указанному для метана и водорода, т. е. предположить, что отложенный жир сгорел, то RQ безазотистых веществ приблизится к значениям теоретического RQ, и мы получим основание пользоваться уравнением (стр. 145). Оказалось, что теплопродукция, определенная разными способами и вычисленная по формуле, практически совпадает. Позднее было выяснено, что делать допущение о сгорании жира, отложившегося в теле, не обязательно, так как пользование формулой $T_{б.в.} = K \times \times 4{,}686 + 1{,}23 \times (RQ_{б.в.} - 0{,}707)$ при RQ большем единицы вполне возможно и не приводит к значительным ошибкам.

Образование метана в результате брожения имеет место преимущественно у жвачных, почему указанный способ применим и предложен для этого вида животных. Вообще же говоря, нет оснований не применять его и для свиней. Некоторые из выполненных нами подсчетов показали его удовлетворительность и в этом случае.

Постоянно повторяющиеся одни и те же расчеты побудили нас проследить ход их и дать им общее выражение. В результате мы получили формулу, годную для любого случая питания и любой величины RQ, приводимую ниже. При этом следует отметить, что при наших упрощениях ни одно из положений, рассмотренных выше, не было отвергнуто и ни одно не было добавлено вновь.

Теплопродукция животного равняется $K_0 \times [4{,}686 + 1{,}23 \times (RQ_0 - 0{,}707)] - 1{,}005\ A_м - 0{,}643\ M$, где: K_0 — объем всего кислорода, потребленного в опыте, в литрах;

RQ_0 — дыхательный коэффициент, наблюденный в опыте (без исключения кислорода и углекислоты, относимых за счет протеина и дальнейших поправок на окисление метана и жира);

$A_м$ — азот в моче подопытного животного в граммах;

M — метан в газообразных выделениях в литрах.

Все величины, конечно, относятся к суткам. Эта формула действительна только в том случае, если останутся неизменными принятые ранее указанные константы для окисления протеина и метана. Нам кажется, что не может быть возражений против значительного упрощения вычисления теплопродукции с помощью этой формулы.

Для проверки пригодности формулы, предложенной нами, произведем подсчет теплопродукции для коровы, которая выделяла за сутки азота в моче ($A_м$) 58,7 *г*; CO_2 в газах — 2709 *л*; CH_4(M) — 240 *л*, а потребляла кислорода воздуха (K_0) 2254 *л*. Ее теплопродукция была равна 11 703 *ккал*.

Отсюда RQ_0 будет равен 1,201. Тогда теплопродукция животного будет равняться $2254 \times [4{,}686 + 1{,}23 \times (1{,}201 - 0{,}707)] - [(1{,}005 \times 58{,}7) - (0{,}643 \times 240)] = 11\,719$ *ккал*.

Найденная величина очень близка к полученной в опыте.

ПРЯМОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОГО

На стр. 142 упоминалось, что, помимо косвенного определения теплопродукции, возможно и непосредственное определение. Это определение осуществимо тогда, когда в распоряжении исследователя имеется прибор, называемый животным калориметром (или биокалориметром). Прибор изолирован от тепловых потерь, и все тепло, выделяемое животным и уходящее с вентилируемым воздухом, тщательно улавливается и измеряется. Применение прямого определения теплопродукции ничего принципиально нового в сказанное ранее о балансе тепловой энергии не вносит. Сравнительный баланс в животном организме тепловой энергии и углерода и, как результат каждого из них, количество вычисленного жира, отложенного в организме, можно проследить на числовом примере для опыта с быком, проведенного с применением биокалориметра.

Пример. По балансу азота и углерода, с одной стороны, и азота и энергии, с другой — требуется вычислить отложение жира у быка.

	Азота (*г*)	Углерода (*г*)	Энергии (*ккал*)
Быку задавалось в корме	90,8	2126,8	20608,4
Выделено в кале, моче и метане	75,3	736,2	8023,5
В дыхании	—	119,3	—
Теплопродукция, измеренная в калориметре	—	—	9493,3

При вычислении приняты константы: 1 *г* азота содержится в 6,25 *г* протеина тела, 1 *г* протеина тела эквивалентен 5,7 *ккал*, протеин содержит 52,6% углерода, жир содержит 76,5% углерода, 1 *г* жира эквивалентен 9,5 *ккал*.

Из приведенных данных балансов азота и углерода видно, что в теле задержано азота 15,5 *г* и углерода 271,3 *г*. 15,5 *г* азота соответствуют 51,9 *г* углерода (3,35 × 15,5). Таким образом, углерод, отложившийся в жире, составит 219,6 *г*, что эквивалентно 287 *г* жира. Отложившийся в теле протеин содержит 552,3 *ккал* (15,5 × 6,25 × 5,7).

Из баланса энергии в 3091 *ккал* на долю жира приходится 2539,3 *ккал*, соответствующих 267,3 *г* жира [(3091,6 — 552,3) : 9,5)].

Расхождение в конечных данных на 20 *г* жира составляет около 7% размера отложений, что является результатом экспериментальных и расчетных ошибок. Иногда принимают среднюю из подобных расчетов, давшую для данного случая 277 *г* жира.

ГЛАВА XIII

ПРОЧИЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ КОРМЛЕНИЯ

ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ В ТЕЛЕ ПО МЕТОДУ КОНТРОЛЬНЫХ ЖИВОТНЫХ

Можно судить о суммарном результате воздействия не только кормления, но и прочих факторов среды, используя и другой путь, а именно метод контрольных животных. Подбираются две группы подобных по признакам и условиям предшествующего содержания и кормления животных. Животных одной группы убивают и их тело анализируют на содержание мяса, жира и других веществ, а животных второй группы кормят некоторое время изучаемым рационом и после того тоже убивают и анализируют. По разности в содержании веществ в теле животных второй и первой групп получают представление об изменениях, происшедших в результате примененного пищевого режима и прочих факторов среды. Описываемый метод не получил широкого распространения, так как анализ туш животных, особенно крупных, затруднителен, и проследить влияние опытного режима на одном и том же животном невозможно.

Сущность метода понятна из его краткой характеристики, а детали приведем в примере.

Пример. В опыте, проведенном проф. И. С. Поповым по откорму растущих свиней, были получены данные о составе туш поросят (табл. 33).

Таблица 33

Состав туши поросят в процентах

№ поросенка	Чистый вес (г)	Состав туши в процентах			
		вода	зола	жир	белок
Группа первая, убитая до опытного кормления					
15	15,604	67,82	2,93	12,50	15,07
3	17,127	66,32	2,66	16,15	13,64
Группа вторая (А), получившая за опыт 156,83 кг ячменя, 126,7 кг картофеля и 253,9 кг молока, убитая в конце опыта					
12	40,046	58,93	2,32	22,48	13,20
18	38,797	57,66	2,55	23,63	13,91
Группа третья (В), получившая за опыт 238,72 кг ячменя, 126,7 кг картофеля и 253,9 кг молока [1]					
13	44,773	64,87	2,18	26,87	13,51
17	47,737	54,6	2,19	27,50	13,93

[1] В опыте было три животных. Анализировались туши двух из них.

Живой вес поросят был (*кг*)

	№ поросенка	В начале опыта	В конце опыта
Группа А	18	17,20	44,02
	16	18,02	43,62
	12	16,38	42,52
	Сумма	51,60	130,16
Группа В	17	18,02	52,26
	8	18,02	49,01
	13	16,71	49,43
Контрольная группа: животные убиты в начале опыта	15	17,20	—
	3	18,22	—

Для контрольной группы подсчитан средний живой вес в 17,71 *кг* и среднее содержание в теле белка 2351,16 *г* и жира 2279,96 *г*. Отсюда можно предположить, что в начале опыта у всей группы А содержалось 6850 *г* белка (2351,16×51,60 : 17,71), а в конце при общем живом весе 130,22 *кг* — 16 057,6 *г* белка. Следовательно, опытное кормление вызвало прирост у всей группы А в 9207,2 *г* белка.

Подобным путем были рассчитаны изменения в содержании мяса и жира у животных группы А, получавших основной рацион, и изменения в содержании мяса и жира в группе В, которые отнесены автором за счет скармливания лишних 81,89 *кг* ячменя.

У группы А за время кормления отложилось белка 9207,2 *г* и жира 20678,3 *г*.

Группа В отложила за счет избытка ячменя больше, чем группа А, белка на 2612,5 *г* и жира на 9817,7 *г*.

Анализы химического состава тела животных немногочисленны. Их результаты, естественно, представляют интерес, так как по ним можно судить о направленности функций организма в зависимости от возраста, питания и других факторов. Поэтому в табл. 34 и 35 приводятся результаты некоторых исследований, выполненных разными авторами и при разных условиях. Данные таблиц представляют собою средние значения химического состава тела животных. Вообще же состав тела сильно варьирует в зависимости от возраста и упитанности. Об изменении состава тела с возрастом можно судить по данным, приведенным в табл. 35 для кроликов. Аналогичны закономерности изменения состава и для других животных. Так, например, у крупного рогатого скота содержится воды: у эмбрионов вскоре после зачатия — 95%, при рождении — 75—80%, в 5-месячном возрасте — 66—72% и у взрослых животных — 50—60%. У сильно откормленных животных содержание воды бывает и ниже 50%. Содержание жира при нормальном питании увеличивается с возрастом, но, вообще говоря, оно сильно зависит от обильности питания. С увеличением содержания жира в теле снижается процент прочих веществ, в особенности процент воды. Так, например, у 4-летнего вола средней упитанности было найдено 56% воды, 18% протеина и 21% жира, а у откормленного вола в том же возрасте было соответственно 49,15 и 32%. Если жир, как сильно

Таблица 34

Средний состав тела взрослых животных
(в процентах к чистому весу)

Животные	Вода	Протеин	Жир	Зола
Крупный рогатый скот	56,0	18,0	20,0	5,0
Овцы	54,0	19,0	22,0	4,0
Свиньи	58,0	15,0	23,0	3,0
Птица [1] (петухи)	68,0	22,0	5,0	4,0

[1] А. П. Дмитроченко. Труды Вологодского с.-х. ин-та, 1942, вып. V, стр. 99—105.

Таблица 35

Химический состав тела кроликов пород шиншилла и венской голубой[1]

Возраст	Вода в процентах к живому весу	В процентах абсолютного сухого вещества				
		белок	жир	зола	кальций	фосфор
1 день	86,9	65,3	17,0	14,0	3,50	2,53
10 дней	77,8	66,3	15,5	12,7	3,38	3,23
20 »	78,5	66,1	17,8	12,6	3,20	2,67
1 месяц	63,8	64,6	15,0	14,3	4,22	3,15
1.5 месяца	65,2	62,8	16,7	17,6	4,18	3,49
2 »	59,1	66,4	14,3	15,3	4,33	3,35
3 »	55,0	65,7	16,3	14,4	4,12	3,23
4 »	63,3	61,6	17,2	16,7	4,32	3,29
6 месяцев	65,1	63,6	16,6	14,6	4,27	3,06
8 »	58,3	67,6	14,2	15,1	4,57	3,11

варьирующее вещество, исключить из рассмотрения, то состав обезжиренного вещества тела окажется довольно постоянным, содержащим округло 73% воды, 20% протеина и 7% золы. Количество углеводов в теле животных весьма невелико, оно составляет обычно меньше 1% чистого веса (веса животного без содержимого пищеварительного тракта).

НАУЧНО-ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ОПЫТЫ

Определение переваримости и балансов веществ и энергии позволяют разрешать только некоторые вопросы кормления животных, характеризующие прежде всего статику процессов в организме в момент исследования. Сложная, требующая больших затрат сил и времени техника таких опытов не позволяет проводить их длительное время. Условия ведения обменных опытов требуют для животных обстановки и режима, сильно отличающихся от обычных условий их существования. Возникающие при этом особенности обмена не только должны быть учтены при использовании результатов опытов в производстве, но иногда ограничивают их практическое значение.

Поэтому в зоотехнических исследованиях часто прибегают к опытам иного характера, получившим название научно-хозяйственных. Последние представляют собой возможно тщательно обставленные эксперименты в хозяйственной обстановке, проводимые, как правило, на нескольких группах животных.

Эти опыты могут быть различной продолжительности и проводятся при сохранении обычного для животных режима содержания. Проф. Е. А. Богданову[2] принадлежит обстоятельная разработка методики научно-хозяйственных опытов, правда назначавшихся для решения ограниченного круга вопросов.

Сущность этих опытов сводится к тому, что нескольким группам подобных животных назначается на различный срок кормление по некоторым признакам сходное, но другим же различающееся. В опыте учитывается, влияет ли исследуемое кормление либо на заранее избранные, либо на какие бы то ни было процессы в организме животных и на их состояние.

---

[1] М. Ф. Томмэ и М. М. Ким. Химический состав тела крольчат. Успехи зоотехнических наук, т. V, II, 1938, стр. 95—99.

[2] С. С. Еленевский. Постановка научно-хозяйственных опытов кормления молочного скота с добавлениями Е. А. Богданова. Москва, 1916.

Вопросы, разрешаемые в научно-хозяйственных опытах, разнообразны. К ним относятся выяснение требований животных к роду пищи, питательности кормов и рационов, определение полноценности кормления и многие детали, относящиеся к перечисленным проблемным вопросам.

Иногда указывают, что научно-хозяйственные опыты менее точны, так как в них применяются более грубые приемы учета условий и результатов опытов. К тому же обстановка таких опытов варьирует и притом часто в зависимости от факторов, не поддающихся контролю и регулированию со стороны исследователя. Эти соображения верны в той части, что число переменных факторов возрастает, но в то же время они не должны быть решающими при выборе методики опыта, так как для практики не менее важно знать ответные реакции животных в меняющихся условиях среды, особенно в таких, которые повторяют условия существования животных в производстве.

Для организации и оценки достоверности опытов имеют важное значение такие вопросы, как число животных в каждой группе, признаки, по которым подбираются подобные животные, начальное состояние, при котором животное вступает в опыт, продолжительность опыта, сходство и различие кормовых рационов и наконец признаки, по которым определяются ответные реакции животных.

Надо сказать, что отношение исследователей к перечисленным условиям ведения опытов в значительной степени определяется методологическими предпосылками. Поэтому не всякое методическое требование, появившееся в результате одних методологических позиций, приложимо к опытам, проводимым на иной основе.

Так, например, сторонники признания принципа продуктивного действия кормов требуют, чтобы рационы подопытных животных в разных группах содержали в себе одинаковое количество единиц общей питательности. Это требование приводит к тому, что все рационы задаются на уровне хуже всего поедаемой пищи. Изучая взаимодействие между организмом и пищей, указанному требованию следовать не нужно. Формальным является выдвигаемое некоторыми требование, чтобы корма во весь опыт были неизменными, чтобы животное получало рацион не менее заранее определенного числа дней. Это требование обосновывается на том, что в противном случае нельзя установить четкого действия корма, например на качество продукции. Четкость действия не является целью опытов. Продолжительность скармливания одного и того же рациона должна совпадать с применяемой на практике.

То же самое следует сказать и о выводах из опытов. Если сравниваемые в опыте рационы отличаются каким-либо признаком, допустим родом корма, то очень часто наблюденную разницу в ответе животных приписывают действию разницы в кормлении, упуская из виду те сопутствующие условия, в которых эта разница наблюдалась. Такая, мягко говоря, формальная трактовка результатов чаще всего является причиной их разноречивости и последующего неправильного применения в производстве.

Научно-хозяйственные опыты проводятся в трех методических вариантах, охарактеризованных на стр. 99.

Для разрешения большинства вопросов кормления наиболее пригодна методика групповых опытов.

Научно-хозяйственные опыты иногда дополняются периодическим изучением переваримости и балансов, что расширяет круг разрешаемых в них вопросов.

Научно-хозяйственные опыты, проведенные по единообразной схеме, но на разных по набору кормов в рационах, позволяют наметить проблемы, требующие более глубокого исследования. С другой стороны, некоторые вопросы могут быть удовлетворительно разрешены статистическим путем на

основе многочисленных опытов, опубликованных к данному моменту в литературе. Так, например, из большого числа датских научно-хозяйственных опытов по зимнему кормлению молочных коров оказалось возможным подсчитать, что 1 *кг* снижения и увеличения живого веса коров в период от 120-го до 200-го дня лактации по затрате кормов может быть приравнен 10 *кг* молока с 40 *г* жира в 1 *л*. При этом повышение веса обычно наблюдается при высоком уровне кормления и в тех случаях, когда давалось много корнеплодов и концентратов при относительно малом количестве грубых кормов (рис. 20).

Продолжительность главного периода опыта, для которого можно было установить эту зависимость, была в среднем около 8 недель.

До недавнего прошлого в научно-хозяйственных опытах в качестве результата кормления учитывались расход кормов, продуктивность животных и иногда качество продукции.

С тех пор, как выяснилось, что кормление может влиять на состояние животных, их здоровье и нормальное течение физиологических функций, постепенно вошла в практику регистрация показателей, характеризующих физиологическое состояние животных.

Считается, что общее благополучие животных, помимо количественной достаточности органического вещества, протеина и некоторых других веществ, зависит от полноценности кормления, т. е. от разностороннего соответствия кормления потребностям (стр. 380).

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ОПЫТЫ

Производственные опыты ставятся с целью проверки тех или других приемов, разработанных передовыми животноводами и научными учреждениями. Условия их характеризуются большей простотой и не обязательным выделением контрольной группы животных. Производственные опыты могут проводиться на всем поголовье животных хозяйства. Основными требованиями к производственным опытам является строгое выполнение принятого режима содержания, кормления, ухода за животными и достаточно тщательный учет. Результаты таких опытов сравниваются с показателями по этому же стаду за предыдущие годы, если на опыт было поставлено все стадо, или сравниваются с результатами, полученными на той части стада, которая не была под опытом. Производственные опыты ведутся во многих передовых хозяйствах и значительно дополняют и расширяют разрешение вопросов кормления.

ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ ОБМЕН. МЕТОДИКА МЕЧЕННЫХ ИЗОТОПАМИ ВЕЩЕСТВ

Вопросы кормления животных не во всех случаях могут быть исчерпывающе разрешены по конечным результатам обмена веществ.

Сходные конечные результаты обмена, например одинаковые отложения жира в теле животного, полученные при разных кормовых рационах, еще не означают, что кормление в этих случаях сопровождалось одинаковыми превращениями веществ на всех этапах обмена.

Последовательность и объем превращений веществ в организме, затраты со стороны самого организма в одном случае могут быть и обычно бывают иными, чем в другом.

Поэтому и достигнутый успех в продуктивности приходится ценить по-разному в зависимости от того, какими путями и средствами он получен, а не только по его конечному размеру.

В связи с последней задачей возникает необходимость изучать последовательные превращения, их характер и объем как в организме в целом, так иногда и в его отдельных тканях и органах.

Такое последовательное превращение внутри организма называется «промежуточным обменом веществ». Для его изучения разработано несколько методик, причем многие из них основаны на исследовании биохимических превращений в изолированных органах и в срезах тканей убитых животных, на исследованиях биохимических изменений крови различных участков кровяного русла и т. д.

В последнее время для изучения промежуточного обмена широко применяется методика меченных изотопами соединений. Эта методика позволяет исследовать промежуточный обмен как в тканях убитого, так и на целом организме, в последнем случае в условиях, наиболее приближающихся к физиологическим. После открытия в 1895 г. лучей Рентгена, проникающих через непрозрачные тела и способных воздействовать на светочувствительный слой фотографической пластинки, начались поиски источников сходных лучей. Позднее было установлено, что подобные лучи исходят из элементов урана, тория и от многих других элементов, сходных с ураном. Эти явления излучения получили название радиоактивности. Как оказалось, оно основано на распаде элементов. Введение таких природно радиоактивных, а теперь и искусственно активизированных элементов в химические соединения позволяло пометить последние в том смысле, что излучения радиоактивных элементов могли быть уловлены, а следовательно, можно было обнаружить и включающие их соединения. Кроме того, соединения можно было пометить, вводя в молекулу синтезируемого вещества атом «тяжелого» изотопа какого-либо элемента, встречающегося в смеси природных элементов в ничтожных количествах.

Впервые меченые вещества для изучения химических реакций были применены В. И. Спицыным в 1917 г.[1]

Употребление меченых радиоактивных или тяжелых атомов для изучения биологических процессов началось с 1923 г. в работах Хевеши [2].

Для изучения биологических процессов используются вещества, в молекулу которых введены или стабильные «тяжелые» элементы, отличающиеся по массе от обычных, или радиоактивные (естественные или искусственные) изотопы. Специальные приборы (масспектрометры или счетчики излучений) позволяют обнаружить меченые соединения или их производные.

Применение меченых веществ в биологии основано на представлениях, что организмы относятся к изотопам безразлично и что превращения изотопов не отличаются от превращений обычных стабильных атомов того же элемента.

Повидимому, эти представления верны только относительно. В частности, радиоактивные элементы биологически активны, и их умеренные количества действуют как стимуляторы [3], а большие количества действуют на организм разрушительно [4]. Биологически активное действие радиоактивных изотопов ограничивает их дозировку при постановке опытов, а также и распространенное толкование результатов, полученных с помощью этой методики, но в то же время не исключает ее применения. К тому же следует указать, что пользование радиоактивными изотопами при исследованиях требует соблюдения выработанных правил обращения с ними с целью сохранения здоровья экспериментатора.

---

[1] В. И. Спицын и В. И. Баранов. Из истории работ по радиоактивности в Московском университете. «Радиохимия». Сборник работ, изданных Московским университетом. 1952.

[2] Г. Хевеши. Радиоактивные индикаторы. Изд. иностранной литературы, 1950.

[3] В. И. Сухарев, проф. Эманизированные корма — опыт их использования в практике биологии как стимуляторов организма. Ученые записки Московского гос. пед. института им. В. И. Ленина, т. 78, 1954.

[4] А. П. Егоров и В. В. Бочкарев. Кроветворение и ионизирующая радиация. Медгиз, 1955, а также журнал «Действие излучений и применение изотопов в биологии», № 4(24), 1955.

При применении метода меченых веществ к изучению вопросов кормления меченое вещество может быть включено в пищу и скармливаться с ней многократно на протяжении опыта или может быть введено парэнтерально однократно. После того животное может быть забито и распределение помеченного вещества и веществ, образовавшихся при его превращениях, по отдельным тканям и органам выясняется путем их исследования. Можно вести исследование в балансовом опыте на живом животном. В этом случае определяется содержание изотопа в пище в продуктах обмена в производных организма и тем самым может быть установлено как происхождение продуктов обмена, так и скорость исчезновения меченого вещества из организма. Повторение опытов в разном возрасте одного и того же животного позволяет выяснить возрастные изменения обмена.

Наконец, возможно и ауторадиографическое исследование распределения излучающего элемента у животного или в его тканях. Эта методика основана на том факте, что излучение радиоактивного элемента, находящегося в теле животного, чернит фотографическую пластинку. Степень потемнения фотопластинки пропорциональна количеству энергии, поглощаемой светочувствительным слоем. В ряде мест книги будут приведены данные, полученные методом меченых веществ. Указания по методике их применения в опытах по кормлению животных можно найти в специальной литературе.

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ

ПОТРЕБНОСТИ ЖИВОТНЫХ В КОРМАХ И ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВАХ

ГЛАВА XIV

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТЕЙ ЖИВОТНЫХ

ПОНЯТИЕ О ПОТРЕБНОСТЯХ

Основным принципом развития органической природы является принцип единства организма и условий его жизни. Под условиями жизни понимаются как условия внешней среды, так и те условия, которые создаются в организме для его клеток, органов, для всего организма в целом.

В единстве организма и условий жизни определяющая роль принадлежит среде. Однако организм, взаимодействуя со средой, относится к ней не пассивно, а активно, избирательно извлекая из среды то, что требуется для его существования и развития.

Отношение организма к среде обусловлено как процессом его индивидуального развития, так и процессом исторического развития органической природы. Мичуринская биологическая наука учит, что внешние условия среды, в которых исторически сформировался организм, становятся для него необходимыми. Животные для своего роста и развития требуют тех условий внешней среды, в каких в прошлом они создавались.

В то же время, изменяя условия жизни на определенных этапах развития организма, можно вынудить его к существованию в измененных условиях. Следствием такого вынуждения являются и измененные требования к условиям жизни.

К числу условий жизни животных относится прежде всего кормление, т. е. потребление ими тех веществ пищи, которые обеспечивают процесс питания, частично ассимилируются животным и превращаются в его тело.

Физиологическое действие пищи, съеденной животным, выражается в смещении обмена; организм, вступая с пищей в противоречие, регулирует, устраняет смещение обмена всеми своими системами. При этом в обменных процессах участвуют вещества из тела совместно и нераздельно с веществами пищи; те и другие, дополняя друг друга, совместно обеспечивают поддержание требуемой степени постоянства внутренней среды организма. Образованные в теле новые ткани (рост), запасы, выделяемое молоко представляют собой результаты регуляции обмена, осуществленной в условиях достаточного кормления и наличия прочих необходимых факторов среды.

Такая связь между питанием и обменом веществ у животных позволяет посредством кормления добиваться от животных определенных ответных реакций, выражающихся в их продуктивности и состоянии. Условия среды и кормле-

ния, в которых достигается нужный нам результат обмена, являются потребностями животного для данной совокупности функций.

Таким образом, пищевые потребности представляют собой условия кормления, соответствующие состоянию животного и прочим условиям его жизни и в то же время необходимые и достаточные для получения от животных определенных ответных реакций.

Наличие требований животных к условиям питания доказывается опытом. Доказательство необходимости определенных свойств можно получить при кормлении животных пищей, из которой полностью или почти полностью удалено, например, одно из питательных веществ. В результате кормления пищей, в которой отсутствует какое-либо из необходимых веществ, у животных возникают расстройства обмена, могущие привести к патологическому состоянию, а при достаточной продолжительности опыта — и к гибели животного.

Результаты подобного рода опытов рассмотрены при описании синтетических рационов.

ИЗМЕРЕНИЕ ПОТРЕБНОСТЕЙ

Пищевые потребности животных определяются и выражаются через свойства кормов, имеющих важное значение для питания. Эти свойства должны быть возможно тожественными в разных кормах.

К числу важных для питания свойств относится прежде всего доступность веществ корма для использования животным. Кроме того, эти вещества должны быть необходимыми, незаменимыми в обмене. Наконец, нужно знать потребность животных прежде всего в тех из веществ, содержание которых сильно изменяется в разных кормах. В связи с этим возможно как их чрезмерное, так и недостаточное поступление.

Доступность веществ корма для использования животными определяется наличием в организме средств, с помощью которых вещества корма могут быть переработаны животными. Так, например, новорожденные телята не могут использовать грубых кормов, пока у них не разовьются преджелудки, в которых происходит основная переработка этих кормов.

К незаменимым веществам пищи относится прежде всего органическое вещество. Известно, что органические вещества пищи служат единственным материалом, преобразуемым в органические вещества тела, и животное не способно к синтезу органических веществ своего тела только из неорганических веществ окружающей среды.

Органическое вещество пищи выполняет в организме разные функции, в связи с чем и потребность в нем может быть выражена по-разному. Прежде всего за счет органического вещества кормов обеспечивается необходимый объем кормовой массы. Пища должна обеспечить оптимальное наполнение пищеварительного тракта. В этих условиях пищеварительный тракт нормально функционирует, а недостаток и избыток объема нарушает течение пищеварительного процесса.

Чтобы выразить потребность животных для этой функции, можно указать валовой вес требуемого органического или сухого вещества кормов.

Значительная часть поступившего органического вещества подвергается переработке в пищеварительном тракте. Эта переварившаяся часть органического вещества пищи характеризует размер работы, которую производит организм при освоении съеденной пищи. Потребность животного, связанная с производством определенной обменной работы, проще всего выразить в количестве необходимых животному переваримых питательных веществ или энергии, эквивалентной этим переваримым питательным веществам.

Наконец, с поступлением органического вещества пищи до некоторой степени связана величина продуктивности животных. На основании некоторых

прежних опытов считалось, что из «физиологически полезной энергии» продуктивной части пищи довольно постоянный процент энергии переходит в продукцию. Основываясь на этих представлениях, потребность в органическом веществе выражали в единицах «продуктивной ценности» кормов. В какой мере последний прием правилен, будет выяснено при обсуждении вопроса о питательности кормов.

Перечисленные три показателя потребности в органическом веществе — валовое количество сухого вещества, количество энергии переваримых веществ и кормовые единицы — не тожественны. Одинаковые количества сухого вещества разных рационов не всегда будут содержать равные количества энергии переваримых веществ или равные количества кормовых единиц и т. д.

Поэтому в зависимости от целей кормления приходится обеспечивать потребности с учетом то одного, то другого показателя, а иногда считаться и с несколькими показателями.

К незаменимым веществам пищи относятся протеин или белок. Их отсутствие в пище приводит животных к гибели, а недостаток, как и чрезмерный избыток, — к расстройствам здоровья, снижению продуктивности и т. п. (стр. 55 и 394). Потребность в протеине или белке выражается в весовых единицах переваримых протеина или белка, т. е. в количествах этих соединений в доступной для животных форме.

Так как переваримая часть протеина и белка не всегда сходна в качественном отношении, рекомендуется в некоторых случаях контролировать удовлетворение потребностей животных в незаменимых аминокислотах. Для количественного контроля поступления незаменимых аминокислот данных недостаточно; вместо этого рекомендуют скармливать те корма, в протеине которых такие аминокислоты обычно содержатся.

Животные нуждаются в доставке с пищей оптимальных количеств клетчатки, жира и легко переваримых углеводов. Эти потребности выражаются в весовых количествах сырых веществ кормов.

Учитывают потребности в клетчатке, жире и углеводах редко, только в тех случаях, когда есть основания подозревать серьезное отклонение от нормальных уровней их содержания из-за своеобразного набора кормов в рационе.

Незаменим для животных ряд минеральных элементов, биологическая роль и необходимость которых выяснена. Содержание минеральных элементов в кормах к тому же подвержено большим колебаниям.

Так как о требованиях животных к форме соединений минеральных веществ пищи известно крайне мало, потребности в минеральных элементах обычно выражают в весовых единицах (граммах или миллиграммах) валового содержания каждого элемента (кальция, фосфора и т. д.).

Наконец, незаменимы и часто содержатся в кормах в сильно колеблющихся количествах витамины. Потребность в тех витаминах, химическая природа которых известна, определяется в весовых единицах (миллиграммах или микрограммах). Потребность же в других витаминах определяется в условных единицах (международных, цыплячьих, крысиных и т. д.).

Необходимо отметить, что потребности животных должны выражаться в тех же показателях и единицах, в которых оценивается и питательность кормов.

При контроле кормления принимаются во внимание не все перечисленные выше стороны потребностей, а только те из них, которые скорее всего могут оказаться неудовлетворенными или удовлетворенными неправильно. Чаще всего пользуются показателями потребностей в органическом веществе, протеине (или белке), кальции, фосфоре и каротине.

Помимо потребностей в перечисленных питательных веществах, животные иногда нуждаются в доставке определенных кормов (стр. 211).

ПРИЗНАКИ УДОВЛЕТВОРЕНИЯ ПОТРЕБНОСТЕЙ

Из определения понятия вытекает, что пищевыми потребностями называются условия кормления, необходимые и достаточные для достижения определенных реакций от животных в конкретных условиях их содержания и использования.

Следовательно, судить об удовлетворении потребностей можно по показателям, характеризующим ответ животных на кормление. По современным взглядам, кормление влияет на живой вес животных, их продуктивность и ее качество, на состояние здоровья, на функцию воспроизводства и т. д. Различное кормление не одинаково может влиять на перечисленные выше признаки. Так, например, в некоторых случаях можно наблюдать у коров возрастание живого веса при одновременном снижении молочной продуктивности. Поэтому при решении вопроса, удовлетворяются ли кормлением пищевые потребности животных, нужно следить за проявлением всех признаков или тех из них, которые являются целью содержания и использования животных.

Оценивая удовлетворение потребностей по признакам продуктивности, всегда нужно следить, совпадает ли динамика продуктивности с установленной в практике. Для ориентировки в этом вопросе приводятся данные (по С. Г. Давыдову) о нормальном изменении с возрастом годовых удоев (в процентах к удою за шестую лактацию) коров ярославской породы:

отел	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й
удой	70,8	81,9	92,7	96,0	99,7	100	92,0	82,4

В табл. 36 приведены изменения суточных удоев по месяцам лактации при разном годовом удое, в табл. 37 — примерные удои, содержание в молоке жира и живые веса коров некоторых пород, а в табл. 38 — примерные живые веса молодняка некоторых пород в разном возрасте.

Достижение установленных показателей удоя, живого веса, роста должно свидетельствовать об удовлетворении основных потребностей животных в питательных веществах (конечно при условии удовлетворения прочих требований к содержанию и уходу за животными, с которыми указанные показатели также связаны.)

Необходимо особо подчеркнуть, что продуктивность животных не является синонимом здорового состояния и удовлетворения их жизненно важных потребностей. Известны случаи, когда животные хорошо продуцировали, но

Таблица 36

Изменения суточных удоев по месяцам лактации (в килограммах) при разном годовом удое

(по Г. Е. Овсянникову)

Месяц лактации	Годовой удой (*кг*)					
	1500	2000	2500	3000	4000	4500
1-й	7,1	9,3	11,4	13,5	17,8	19,9
2-й	7,1	9,3	11,4	13,5	17,8	19,9
3-й	6,6	8,6	10,6	12,4	16,5	16,5
4-й	6,1	7,9	9,7	11,6	15,3	17,1
5-й	5,5	7,2	9,0	10,7	14,0	15,8
6-й	5,0	6,6	8,2	9,8	13,0	14,6
7-й	4,6	5,9	7,4	8,9	11,8	13,3
8-й	3,7	5,1	6,5	7,8	10,8	12,0
9-й	2,8	4,1	5,3	6,6	9,2	10,4
10-й	1,5	2,7	3,9	5,1	7,4	8,6

Таблица 37

Примерные удои, проценты жира и живые веса коров некоторых пород

Порода	Удой (*кг*) за 300 дней по лактациям			Процент жира	Живой вес (*кг*) после		
	I	II	III		I отела	II отела	III отела
Холмогорская	2300	2700	3000	3,7	370	430	460
Костромская	2600	3000	3400	3,9	430	480	510
Ярославская	2100	2500	2800	3,9	350	390	420
Сибирская	1600	1800	2200	4,4	320	360	380

Таблица 38

Примерные живые веса (в килограммах) молодняка крупного рогатого скота некоторых пород

Порода	В 6 месяцев		В 9 месяцев		В 12 месяцев		В 18 месяцев		В 24 месяца	
	бычков	телочек	бычков	телочек	бычков	телочек	бычков	телочек	бычков	телочек
Холмогорская	160	150	210	200	260	240	360	310	450	360
Костромская	175	185	245	225	295	275	385	345	475	390
Ярославская	140	130	190	180	240	220	330	300	400	340
Сибирская	130	120	175	165	230	210	310	260	370	310

одновременно происходили глубокие нарушения в их организме, кончавшиеся заболеванием и даже смертельным исходом. Поэтому продуктивность никак нельзя принимать за суммарный показатель успешного удовлетворения всех потребностей. Нужны дополнительные показатели состояния здоровья и благополучия животных, хотя бы без разграничения по степеням здоровья.

Нарушения питания могут проявляться многообразно, причем они могут охватывать как организм в целом, так и его отдельные органы, вызывая те или иные отклонения в функциях, а иногда и в строении.

Наличие связи здоровья и функций животных с питанием было подмечено давно и нашло свое выражение в конкретных рекомендациях практикам сельского хозяйства[1]. В конце XIX в. такая связь была подтверждена экспериментально в работах учеников В. В. Пашутина (сноска на стр. 70).

К сожалению, многие из признаков, появляющихся в результате неправильного кормления, неспецифичны и могут вызываться целым рядом подчас далеко не схожих причин. Поэтому для точного распознавания причин, вызвавших то или другое отклонение, недостаточно бывает учитывать один симптом (функциональное отклонение) или признак (морфологическое отклонение), но необходимо устанавливать совокупность (сочетание) признаков и симптомов. Опыт показывает, что такой симптом, как потеря аппетита, наблюдается при многих нарушениях питания.

Внешние проявления могут быть подтверждены лабораторными исследованиями молока, мочи, крови и некоторых внутренних органов убитых или умерших особей из стада. Об истощении запасов витамина А в организме можно судить по содержанию витамина А в молозиве и молоке, об ацидозе — по некоторым показателям мочи и крови и т. д.

Так, например, для телок и коров была установлена следующая связь между степенью обеспечения доставки в течение длительного срока каротина в корме и его содержанием в сыворотке крови:

[1] Н. Тютчев. Недостатки питания животных. Труды Вольного экономического общества, 1878, т. II, в. 3, стр. 439—454.

каротин в корме в процентах к суточному выведению из организма	40	90	194
каротина в сыворотке крови (*мг* на 100 *мл*)	0,041	0,398	1,230

Содержание витамина А в крови у крупного рогатого скота (в микрограммах на 100 *мл*):

при круглогодовом пастбищном содержании и пастбищном с добавлением рыбьего жира	20,4 ± 1,18
при стойловом содержании с добавкой рыбьего жира	16,1 ± 1,65
при стойловом без витаминных добавок	6,7 ± 2,68

В органах, тканях и производных у крупного рогатого скота содержались также медь, железо и кобальт (в миллиграммах на 1 *кг*):

	при недостатке в пище, приводящем к заболеваниям	у здоровых животных
медь: в крови	0,05—0,10	0,74—0,87
в молоке	0,03—0,05	0,12—0,19
железо в крови	127—306	315—465
кобальт в печени	0,02	0,07—0,25

Содержание в сыворотке крови крупного рогатого скота минеральных веществ зависит от их доставки в пище (в миллиграммах на 1 *кг*):

	при недостаточном притоке	при достаточном притоке
кальций	—	12,0
неорганический фосфор	ниже 3,0	5,0

Таким образом, можно считать, что потребности животного в питательных веществах удовлетворены, если оно сохраняет свой вес, дает ожидаемую от него продукцию и притом на протяжении нормального срока, остается здоровым и нормально репродуцирует (приносит нормальное, жизнеспособное потомство, без перерывов в воспроизводстве) и не обнаруживает признаков расстройств, связанных с неправильным питанием.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТЕЙ В ОПЫТАХ КОРМЛЕНИЯ ЖИВОТНЫХ

Определение характера и размера потребности животных в кормах и питательных веществах производят различными приемами. Для этого пригодны данные производственно-зоотехнического учета передовых хозяйств, производственные опыты, научно-хозяйственные и балансовые опыты.

Во всех этих случаях требуется точный учет съеденных кормов, характеристика качества и состава кормов, учет продуктивности, ее качества, учет живого веса животных и обязательно учет признаков здоровья, состояния животных и их воспроизводства.

Результаты, полученные указанными путями, будут зависеть от точности учета различных показателей и от учитываемых показателей. Так, например, при использовании производственных данных для выяснения потребностей животных приходится допускать, что содержание питательных веществ в рационах, их переваримость и использование соответствуют средним, известным из ранее проведенных опытов. При изучении потребностей путем балансовых опытов состав рационов, переваримость и использование веществ учитываются прямо и достаточно точно, однако балансовые опыты невозможно проводить длительное время, и потому, основываясь на них, приходится найденный результат распространять за пределы тех сроков, в которые проводился опыт. Поэтому лучшим следует считать сочетание данных производственного учета

с параллельно проводимыми точными, хотя и кратковременными балансовыми опытами.

План исследований по выяснению потребностей животных должен включать в себя изучение нескольких вариантов кормления, различающихся доставкой основных питательных веществ, в частности протеина, минеральных веществ и витаминов, при одном или нескольких уровнях притока органического вещества. Такой план необходим для того, чтобы найти оптимальные потребности животных. Оптимальные потребности находятся между минимальным и максимальным уровнями доставки питательных веществ (рис. 51).

Проведение опытов на нескольких уровнях доставки основных питательных веществ обусловливается известным из исследований и практики правилом, что животные дают более высокую продуктивность, лучше себя чувствуют и лучше используют корма в тех случаях, когда доставляемая пища ближе соответствует их потребностям. Этим правилом пользуются и при изучении необходимости добавок к рационам из натуральных кормов. Так, например, если добавка к рациону солей кальция приводит к повышению продуктивности коров без увеличения расхода корма, есть основание считать этот факт за доказательство, что потребность коров в кальции была выше того уровня, который обеспечивается содержанием кальция в основном рационе.

Отрицательной стороной этого приема определения потребности являются неточности учета влияющих на потребности факторов. Так, например, из опытов по кормлению подсвинков были установлены оптимальные уровни доставки в пище протеина. Снижение этих уровней вело к снижению приростов веса. После того как выяснилось, что спутником некоторых протеинов является витамин B_{12} и что этот витамин, заданный или в виде препарата, или с антибиотиками (стр. 183), приводит к лучшему использованию протеина пищи, представилось возможным норму доставки протеина снизить, не вызывая этим снижения прироста.

Таким образом, в прежних исследованиях часть протеина кормов доставлялась не потому, что он сам был необходим, а потому что вместе с ним доставлялся сопутствующий ему в кормах витамин.

Результаты опытов или передовой практики используются для определения потребностей путем установления оптимальных соотношений кормов в рационах и содержания в них основных питательных веществ (органического вещества, протеина или белка, клетчатки, кальция, фосфора, каротина, а иногда и других веществ). Требуемое соотношение кормов в рационах указывается в процентах питательности по основным группам кормов (грубым, сочным, концентратам).

СИНТЕТИЧЕСКИЕ РАЦИОНЫ

Определение потребностей животных при кормлении рационами из натуральных кормов скрывает в себе элемент неопределенности, так как в натуральных кормах в связи с чрезвычайным разнообразием их состава отдельные питательные вещества могут поступать одновременно: одни в минимальных количествах, другие в оптимальных, третьи в максимальных.

Применение натуральных кормов в подопытных рационах не позволяет произвольно менять количества и соотношения отдельных питательных веществ. Тем самым при этом трудно отыскать кормовую дачу такого состава и свойства, при которой животное дает требуемую продукцию, нормально функционирует и в то же время получает питательные вещества в оптимальных количествах и соотношениях. Применение натуральных кормов в подопытных рационах не позволяет также изучать последствия недостатка или полного отсутствия отдельных питательных веществ. Натуральные корма содержат, как правило, питательные вещества всех основных групп, только в разных количествах и

иногда в разной форме и разных соотношениях. Отмеченные неудобства устраняются применением синтетических рационов, которые составляются из отдельных, часто химически чистых, веществ и соединений.

Уже довольно давно как при разрешении вопросов о потребностях животных, так и в некоторых других случаях изучают рационы не из натуральных кормов, а из смеси химически чистых веществ.

Как уже указывалось, синтетические рационы удобны в том отношении, что они позволяют изучить любые количественные комбинации веществ синтетической смеси. Этот метод условен в том отношении, что в синтетические диеты входит ограниченное число форм питательных веществ.

Метод синтетических рационов позволил сделать много важных открытий. В начале прошлого столетия при его помощи была доказана необходимость доставки пищевого белка. В 1873 г. на пище, почти лишенной золы, была показана невозможность существования животных без должной доставки минеральных веществ. В 1881 г. Н. И. Лунин провел опыты, в которых кормил животных смесью веществ, соответствовавшей известному в то время химическому составу молока[1]. На такой смеси животные неизбежно погибали.

Луниным впервые было предположено, что искусственно приготовленная (синтетическая) смесь веществ, состоящая из известных органических и минеральных соединений, не соответствует составу натурального молока, что в молоке содержатся какие-то жизненно важные, но еще неизвестные вещества. С открытием витаминов это предположение полностью подтвердилось.

По мере расширения и углубления наших знаний удавалось приготовлять все более и более удовлетворительные смеси, на которых животные выживали значительно дольше, чем это было наблюдено хотя бы Луниным.

При удалении из таких смесей отдельных ингредиентов становилось возможным устанавливать факт их необходимости и определять степень их важности, незаменимости. Таким путем, в частности, шли исследования о незаменимости отдельных аминокислот в питании. И многие другие из известных в настоящее время достижений являются результатом опытов с кормлением животных рационами из очищенных питательных веществ. Так, замена белка смесью аминокислот в рационе долго была неудачной. Было предположено, что в белке содержится еще какая-то неизвестная аминокислота. Предположение подтвердилось. Была открыта (в 1936 г.) аминокислота треонин.

Синтетические рационы применялись для опытов с лабораторными животными — крысами и мышами. Только в позднейшее время их изучали на собаках, курах и цыплятах. Применением синтетической смеси для цыплят была показана необходимость клетчатки для их нормального роста и развития.

Метод синтетических рационов почти не применялся к сельскохозяйственным животным и к травоядным вообще. Последних трудно заставить поедать очищенные смеси, а приготовление и применение смеси для крупных животных к тому же осложнено и методически.

В последнее время удалось подобрать синтетические рационы для воспитания ягнят и поросят. Недавно на подсвинках было показано, что полное исключение из их пищи жира приводит к потере волос, дерматитам и гибели животных через 10—11 недель такого кормления.

Рацион для ягнят, выращивавшихся с 3—4-недельного возраста, состоял из казеина, крахмала, сахара, хлопкового масла, смеси солей и витаминных добавок. В «послемолочный» период в синтетическую смесь таких ягнят добавляли 10% клетчатки, заменяя ею 10% крахмала. Уровень клетчатки постепенно увеличивали и доводили до 20%.

[1] См. сноску на стр. 375.

Путем подобных исследований как необходимому, так и допустимому составу пищи для животных придается большая определенность. Если еще недавно, соответственно уровню знаний, нельзя было построить смесь из очищенных веществ, на которой животные могли бы поддерживать свою жизнь, то теперь уже встречаются сообщения о синтетических смесях, на которых удавалось получить от лабораторных животных потомство в несколько поколений[1].

Такая пища для белых мышей состояла из 25% очищенного фибрина, 4% смеси разных солей, 4% очищенной целлюлозы и 67% глюкозы. К 100 *г* смеси добавляли комплекс водно- и жирорастворимых витаминов.

Однако вопрос о полной замене смесями натуральных кормов нельзя считать разрешенным даже для лабораторных животных. На смеси из очищенных веществ пока еще не удается получить жизнестойкое потомство, чего не наблюдается у животных, воспитанных на натуральной пище. В то же время применение синтетических рационов оказывается успешным в уточнении потребностей животных, а также и при разрешении некоторых других вопросов рационального питания.

РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПА ВОЗМЕЩЕНИЯ ТРАТ

С конца прошлого столетия получил распространение прием расчета пищевых потребностей по принципу полного возмещения трат.

Считается, что формулировка принципа принадлежит К. Леману. Сущность этого приема заключалась в трех положениях: 1) животному в пище должно возмещаться ежедневно все то, что им за этот же срок расходуется в любой форме; 2) пищевое возмещение израсходованного из тела должно соответствовать биохимическим превращениям веществ в обмене, известным из предшествующих опытов; 3) каждое вещество съеденной пищи используется для возобновления разрушенных тканей или для образования продукции всегда в определенной доле, в определенном проценте от доставленного с пищей. Если, например, найдено в опыте, что для образования суточного удоя расходуется 12 000 *кал*, то и в корме должно быть доставлено также 12 000 *кал*. Если в опыте было найдено, что в молоке обнаруживается энергия в количестве 50% от энергии продуктивной части корма, то считалось, что при содержании в удое 5000 *кал* в корме должно заключаться 10 000 *кал*, а при содержании в удое 8000 — в корме должно быть 16 000 *кал*. Для пользования этим методом расчета нужно было знать, из какого вещества пищи может образоваться то или иное вещество тела или вещество продукции животного. Представим, что 1 *кг* прироста веса принимается эквивалентным 3600 *кал*, а использование энергии продуктивной части опять-таки равным 50%. В состав прироста входило 200 *г* белка. Процент использования переваримого белка корма, допустим, принимается равным 70. Так как известно, что белок прироста может образоваться только из белка кормов, то потребность в продуктивном корме исчислялась для приведенного выше случая равной 3600 : 0,50 = 7200 *кал* и в том числе 200 × 70 = 286 *г* переваримого белка кормов. Принимаемое постоянство процента использования веществ кормов не имеет физиологического обоснования. В самой идее постоянства видно сходство принципа возмещения трат с принципом продуктивного действия кормов, рассматриваемого в четвертой части книги.

Распространение принципа возмещения трат на случаи, экспериментально не изученные, может привести к серьезным ошибкам. Так, например, из опытов было известно, что потери энергии за счет распада тела, вызванные теплорегуляцией в связи с пребыванием животного в среде с пониженными температурами, могут быть предотвращены достаточными количествами питательных веществ любой группы — белков, жиров или углеводов. С другой стороны, в опытах

[1] «Природа», № 6, 1945, стр. 81. Реферат И. Ф. Леонтьева.

наблюдалось, что организмы, помещенные в среду высоких температур, значительно превосходящих нормальные, также выделяют повышенное количество энергии в связи с процессами терморегуляции.

Предполагалось, что и эти потери, вызванные тепловым раздражением, можно предотвратить любым веществом, в частности углеводами. Однако, как показала в своей работе А. А. Миттельштедт[1], тепловые потери из организма, вызванные высокой окружающей температурой, нельзя восстановить углеводным или смешанным питанием, а только белковым с небольшой добавкой углеводов.

Приведенный пример является иллюстрацией ошибочности чисто физико-химического понимания «возмещения трат».

Приведем еще пример. Теплопотери нужно возмещать дачей органического вещества, но их можно уменьшить лучшей сбалансированностью пищевых веществ.

Первые блестящие доказательства зависимости между функциями организма и качеством питания даны школой акад. И. П. Павлова, а впоследствии эта проблема развита акад. А. В. Палладиным и особенно проф. И. П. Разенковым и его сотрудниками.

Проф. И. П. Разенков в заключительных абзацах своей книги [2] пишет: «...в качественно различном питании мы имеем мощный фактор, при помощи которого функции и трофику тканей, органов, систем и организма в целом мы можем изменять по произволу или в сторону их усиления, или ослабления...

Может меняться не только количественная сторона, но и самый характер проявления этих возможностей. Это обстоятельство в жизнедеятельности организма может иметь огромное значение как в смысле отношения организма к воздействиям условий внешней среды — его работоспособности, так и в смысле борьбы с патологическим состоянием — его реакции на различные инфекционные начала».

Эти несколько строк резюмируют большие работы, обрисовывающие физиологические представления о питании, представления, которые, конечно, не исключают добытого биохимией, но значительно его углубляют и приводят в большее соответствие с действительно протекающими в организме физиологическими процессами.

В свете этих новых представлений доставка вещества пищи в постоянных соотношениях, переносимых с одного случая существования на другой, не определяет благополучия состояния животного. На основании изученных закономерностей, принятых в химии питания, возмещение одних и тех же трат из организма может быть достигнуто скармливанием пищи, в которую входят корма в бесчисленных, качественно различных комбинациях. Но физиология нас учит, что «под влиянием качественно различного питания организм, оставаясь тем же, может стать как бы другим. Организм остается тем же потому, что морфология его клеток, тканей, органов, направленность в них основных процессов и функциональных проявлений, предопределенных историей их развития, остаются теми же. Но организм может стать другим потому, что объем функциональных возможностей тканей, органов и организма в целом может меняться в значительной степени или в сторону увеличения, или в сторону уменьшения» (Разенков).

Принцип полного возмещения трат без учета физиологического состояния не может служить приемом для определения потребностей животных. На это указано в постановлении 35-го пленума секции животноводства ВАСХНИЛ.

[1] А. А. Миттельштедт. Регуляция процессов газового и азотистого обмена у человека в условиях высокой внешней температуры. Сборник «О механизмах нервных и гуморальных связей» под ред. проф. Розанова. Медгиз, 1940, стр. 89—183.

[2] И. П. Разенков. См. сноску на стр. 7.

ПОТРЕБНОСТЬ В ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВАХ НА СУТКИ И НА ОПРЕДЕЛЕННЫЙ ПРОЦЕСС

При нормированном кормлении необходимо точно скармливать животным корма в количестве, соответствующем суточной потребности. Такое кормление можно назвать сбалансированным с потребностями.

В практических условиях наличные кормовые средства иногда не позволяют составить такую кормовую дачу, которая полностью и во всех отношениях возмещала бы суточные потребности. Особенно это относится к высокопроизводительным животным (лактирующим и тяжело работающим) в моменты их наивысшей производительности, когда корма, которые они способны съесть, могут не содержать достаточного количества питательных веществ. Акад. М. И. Дьяков [1] приводит ряд данных, подтверждающих сказанное. Коровы в период раздоя часто выделяют из организма значительно больше минеральных веществ, чем могут их использовать из пищи. В последующем эти потери могут восстановиться, если пища будет содержать нужные вещества в количествах, обеспечивающих не только суточную потребность, но и восстановление позаимствованного.

Напряженно работающим лошадям периодически дают отдых, во время которого возмещаются перерасходы за те дни, когда они интенсивно работали.

В периоды, предшествующие тяжелой нагрузке, животных принято «подкармливать», чтобы создать у них в теле запасы. Когда наступит момент такой нагрузки и животным трудно будет восполнить затраченное целиком из пищи, они расходуют ранее созданные запасы.

Создают запасы в теле сухостойных коров, подготовляя их к раздою, в теле рабочих лошадей в период, предшествующий посевной кампании, в теле производителей перед случной кампанией. Наконец, создают запасы в теле животных во время летней пастьбы, подготовляя их к стойловому периоду.

Уже один перечень случаев, когда нужно задавать пищу в количествах, превышающих суточные потребности, свидетельствуют о формальном характере представлений, что всегда нужно суточную потребность сейчас же покрыть суточным кормлением. В некоторых состояниях такое соответствие между кормлением и потребностями необходимо, но, повторяем, не всегда.

Между тем, укоренение этого формального представления приводит к забвению возможного разрыва между питанием и потребностями и может повлечь за собою «накопление» такого разрыва как в сторону недостатка, так и избытка пищи.

Поэтому всегда необходимо помнить, что раз позаимствование имело место, его необходимо возместить; если позаимствование предстоит, необходимо своевременно создать в теле запасы. Сказанное свидетельствует о необходимости разграничения понятий о потребностях. Потребность суточная соответствует суточным расходам. Она должна полностью удовлетворяться, но иногда этого может и не быть. Потребность на процесс, на цикл (допустим на всю лактацию, на случной сезон и т. д.) нормальной продолжительности, в общем виде равная сумме суточных потребностей, должна быть покрыта доставкой питательных веществ не только в кормах, заданных во время этого процесса, но и созданием запасов до его начала или компенсацией непосредственно после его окончания. В противном случае к началу следующего периода использования животное окажется в неудовлетворительном «начальном» состоянии (стр. 385), что может отразиться на успехе его дальнейшего использования.

---

[1] М. И. Дьяков и Ю. В. Голубенцева. Минеральное питание сельскохозяйственных животных. Сельхозгиз, 1947, стр. 159—161.

ПОТРЕБНОСТИ НА ПОДДЕРЖАНИЕ ЖИЗНИ И ОБРАЗОВАНИЕ ПРОДУКЦИИ

Животное, находящееся в состоянии покоя и не продуцирующее, требует минимальной доставки питательных веществ. Этот расход сопряжен с поддержанием температуры тела, с деятельностью пищеварительных органов, сердца, легких, мышц, нервной системы и т. п.

Минимальные потребности покоящихся животных называются потребностями для поддержания жизни.

Если в пище доставляются питательные вещества в количествах, превышающих минимальные потребности, то животное образует продукцию. В общем случае в теле животного откладываются запасные вещества, в частности жир.

Таким образом, общие потребности продуцирующих животных всегда бывают больше, чем их поддерживающие потребности. В кормлении до сих пор было принято общие потребности продуцирующих животных рассматривать как состоящие из двух независимых потребностей — поддерживающей и продуктивной. За продуктивную потребность принимали разность между общей и поддерживающей потребностями, так как при обильном кормлении раздельно определить эти потребности невозможно. Этот, как его называют, факториальный прием приносит пользу при анализе явлений и в исследованиях допустим.

УРОВЕНЬ КОРМЛЕНИЯ

Разделение потребностей на поддерживающую и продуктивную, и даже более того, разграничение продуктивной потребности на отдельные частные потребности, например для производства молока, образование плода, прироста тела, — вытекало из представления или, по крайней мере, из допущения, что поддержание жизни и образование отдельных видов продукции можно рассматривать как разобщенные и обособленные функции. Эти представления требуют признания, что расходы питательных веществ на каждую функцию пропорциональны ее величине и постоянны на единицу ее размера. Следствием представлений об обособленности поддерживающей и продуктивной потребностей была рекомендация считать первую зависящей от живого веса, а вторую от рода и количества продукции. Представление об обособленности и независимости потребностей противоречит основным положениям павловской физиологии и известным из практики фактам. Продуктивность животных представляет собой результат регуляции обмена веществ, направленного на сохранение жизни. Поэтому потребности принципиально нельзя разделять на поддерживающую и продуктивную, так как продуктивность неотделима от жизнедеятельности. Жизнедеятельность — функция, зависящая от общих условий обмена, от пищевой нагрузки в целом, от полноценности кормления.

В то же время разделение потребностей на поддерживающие и продуктивные было удобным при нормировании кормления, так как многочисленные и разнообразные сочетания состояний животных можно было учесть, пользуясь данными нескольких отдельных табличек небольшого размера. Из затруднения, связанного со сложностью одновременного учета и состояния и продуктивности животного легко найти выход, приняв предлагаемое понятие об уровне кормления.

Уровнем кормления мы называем количество питательных веществ, задаваемое животным ежесуточно по расчету на один и тот же вес — на 100 *кг*.

Как это будет показано ниже (стр. 311), через уровень кормления очень просто устанавливается взаимосвязь между условиями кормления, состоянием, величиной животного и размером его продуктивности.

ГЛАВА XV

ПОТРЕБНОСТИ ЖИВОТНЫХ В ОТДЕЛЬНЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВАХ

ПОТРЕБНОСТЬ В ОРГАНИЧЕСКОМ ВЕЩЕСТВЕ И ЭНЕРГИИ

Органическое вещество в питании незаменимо и должно поступать в пище систематически, но в различном количестве и в форме различных соединений. Требования к количеству и форме соединений органического вещества зависят от функций, которые выполняет органическое вещество в питании, от вида и возраста животных и от пищевой нагрузки (и продуктивности) животных. В отношении доставки питательных веществ корм в целом может быть отожествлен со снабжением животного сухим и органическим веществами и энергией, заключенной в них.

Органическое вещество пищи в обычных условиях кормления сельскохозяйственных животных определяет общий размер обмена (работы) организма.

Потребление животными кормов, сухого органического вещества и энергии в них ограничивается аппетитом, поеданием кормов в единицу времени (за сутки).

В задачу рационального кормления входит побудить продуктивных животных съесть возможно большее количество кормов и питательных веществ в них, так как с увеличением поглощения кормов, как правило, увеличивается продуктивность животных.

Широким распространением пользовался взгляд, что поедание кормов ограничено емкостью пищеварительного тракта животного. Накопленные факты и их современное толкование дают основания к иной трактовке аппетита животных. Напомним теории аппетита, которыми специалисты руководствовались до сих пор.

Наиболее ранней является теория постоянства поедания сухого вещества кормов. Эта теория основывалась на правильном, но не исчерпывающем вопроса положении, что для нормального функционирования пищеварительного тракта корм должен иметь достаточный объем, выраженный в сухом веществе кормов.

Если рацион, достаточный в других отношениях, не имел необходимого объема, рекомендовалось дополнительно к нему, для придания пище должного объема скармливать суррогаты — древесный корм, водоросли, вереск и т. п. (О. Кельнер).

Если, наоборот, нужно было животному усилить доставку доступных форм питательных веществ, по этой теории рекомендовалось изменить рацион, уменьшить дачу объемистых кормов и увеличить дачу концентратов, сохраняя при этом величину общего поступления сухого вещества в рационе.

Позднее появилась попытка внести в эту теорию поправку. Основанием к этой поправке послужила выясненная разная набухаемость кормов во влажном состоянии. Два корма, содержащие одинаковое количество сухого вещества,

во влажном состоянии могут занимать разные объемы. Объем будет бо́льшим у того корма, набухаемость которого выше. Поэтому предлагалось считать, что поглощение пищи ограничивается объемом, который она займет в пищеварительном тракте в набухшем состоянии. Это положение можно назвать теорией постоянства объема кормов.

Для подкрепления последнего взгляда было проведено несколько опытов на свиньях разных возрастов. Однако результаты этих опытов не были убедительными. Насколько нам известно, теория постоянства объема не получила распространения.

Относительно недавно появилась рекомендация аппетит ставить в зависимость от содержания в кормах балласта. Под балластом понимается количество сухого вещества в непереваренных остатках кормов — в кале (см. также стр. 120).

Уже раньше в кормлении птиц рекомендовалось считать балласт за фактор, ограничивающий поедание кормов. Это предложение может быть определено, как теория постоянства балласта. По теории постоянства балласта рационы предлагалось подбирать так, чтобы содержание в них неперевариимых остатков не превосходило рекомендуемой нормы. Норма же эта обусловливалась опять-таки емкостью пищеварительного тракта. Указывалось, что как недостаток, так и избыток балласта нежелательны, так как при этом неизбежно ухудшение условий пищеварения.

В наших исследованиях 1947—1949 гг. [1] учитывалось поедание сухого вещества кормов коровами, а в некоторых опытах учитывалось и количество балласта.

Результаты этих опытов показали, что из смешанных рационов зимнего периода и рационов из одной травы или из травы с концентратами коровы поедают тем больше сухого вещества кормов, чем выше их удой.

Так на 1 *ц* живого веса сухостойные коровы съедают около 2 *кг* сухого вещества за сутки, в то время как высокоудойные коровы за те же сутки съедают до 5 *кг* сухого вещества.

Результаты опытов представлены на рис. 12. Учитывая данные опытов А. Д. Синещекова, приведенные результаты можно истолковать так, что у высокоудойных коров на пищу изливается больше соков или что в их пищеварительных соках больше ферментов, с более высокой пищеварительной активностью. Поэтому у высокоудойных коров пища быстрее переваривается и они могут съесть больше кормов; так как коэффициенты переваримости питательных веществ как у высокоудойных, так и у низкоудойных коров примерно одинаковы, то количество балласта за сутки у высокоудойных коров больше.

Этот факт был подтвержден В. И. Якушевым [2] и В. В. Благовещенским [3].

В. И. Якушев сообщил о своих наблюдениях над караваевским стадом высокопродуктивных молочных коров. В этом стаде наблюдалось ускоренное прохождение пищевых масс по пищеварительному тракту по сравнению с данными для прохождения корма, имеющимися в литературе. Автор пришел также к выводу, что чем выше суточный удой молока, тем быстрее происходит процесс пищеварения. В. В. Благовещенский сообщил, что подсосные каракульские овцы съедают травы и вообще кормов примерно в полтора раза больше, чем находящиеся в одинаковых с ними условиях кормления нелактирующие

[1] А. П. Дмитроченко. Основные вопросы кормления с.-х. животных. «Советская зоотехния», 1951, № 11

[2] В. И. Якушев. Сроки эвакуации корма у коров. «Советская зоотехния», 1949. № 6.

[3] В. В. Благовещенский. Влияние лактации на повышение деятельности органов пищеварения. «Советская зоотехния», 1950, № 3.

матки того же возраста и веса. Автор считает, что лактация обусловливает более интенсивную функциональную деятельность пищеварительного тракта.

Таким образом, аппетит определяется не только емкостью пищеварительного тракта и объемом пищи или непереваренных остатков, но и скоростью прохождения по тракту пищевых масс.

Таким образом, восприятие органического вещества животным ограничивается его пищеварительной способностью и емкостью пищеварительного тракта. Еще Н. П. Чирвинским, а после него и многими другими, было показано, что на размер тракта и его функциональную деятельность можно влиять, особенно в молодом возрасте. Однако уровень питания определяется не только количеством поглощенной пищи (сухого вещества) за единицу времени, а прежде

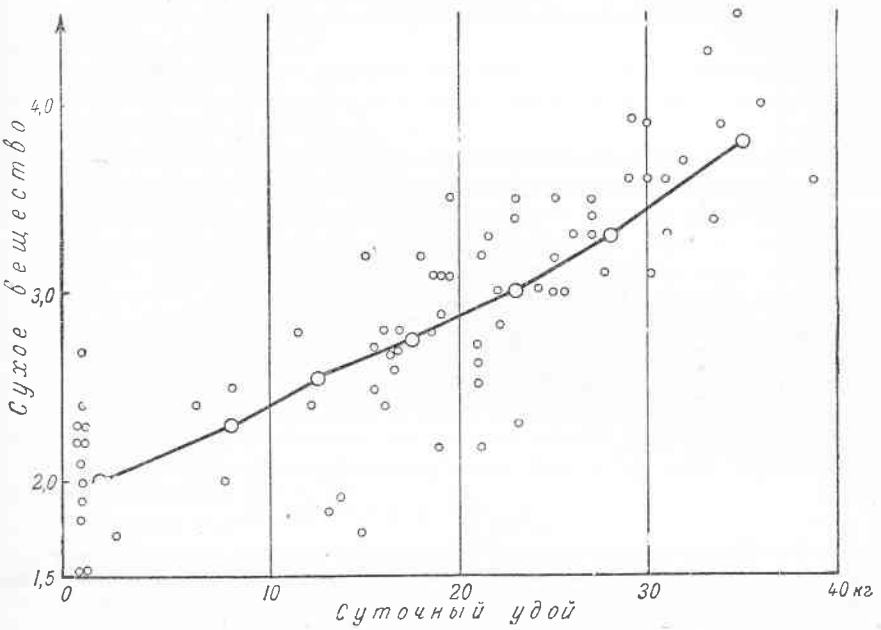


Рис. 12. Поедание коровами сухого вещества кормов (в килограммах на 100 *кг* живого веса) при разных уровнях суточного удоя.

всего количеством переварившихся веществ, всосавшихся и поступивших в обменные русла организма. Переварившиеся и всосавшиеся вещества определяют размер и характер обменной работы организма. До тех пор, пока количество всасывающихся питательных веществ будет так незначительно, что их будет достаточно только для компенсации потерь, связанных с минимальными потребностями покоящегося животного, можно говорить о покрытии потребности только на поддержание жизни. Но как только приток веществ возрастает, животное либо побуждается к большему объему функциональной деятельности, либо у него в теле создаются запасы.

У животных в определенном их состоянии потенциально возможны рост, лактация, мышечная работа, и для их проявления в некотором размере необходима соответствующая доставка органического вещества.

Мы теперь знаем, что верхняя граница роста, лактации и мышечной деятельности находится в значительной мере в наших руках. С другой стороны, в пределах потенциальных возможностей животных в нашей воле обеспечивать условия для большего или меньшего получения молока, роста и развития или

для мышечной работы. Поэтому размер потребности для названных функций определяется нами.

Между размером функции (лактацией, ростом, работой) и потребностью в органическом веществе существует тесная зависимость. Чем больше размер функции, тем больше потребность и наоборот.

Эта зависимость иллюстрируется диаграммой (рис. 13), где по горизонтальной оси расположено количество энергии переваримых питательных веществ, заданной крупному рогатому скоту на 1 *кг* живого веса в сутки. По вертикаль-

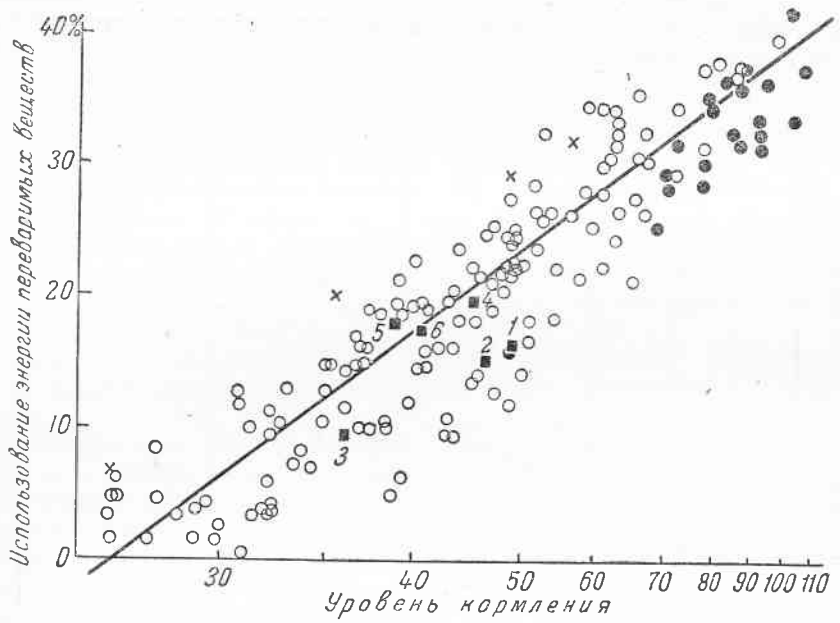


Рис. 13. Использование энергии переваримых веществ рационов крупным рогатым скотом в зависимости от уровня кормления. Энергия, заключенная в продукции (жир, белок тела, молоко), дана в процентах энергии переваримых веществ скормленных кормов. Уровень кормления выражен в калориях энергии переваримых веществ на 1 *кг* живого веса.

Черными квадратами обозначены данные по волу: *1* — добавка сена, *2* — добавка овсяной соломы, *3* — основной рацион, *4* — добавка крахмала, *5* — добавка растительного масла и *6* — добавка патоки; светлыми кружками — данные балансовых опытов на откармливаемом скоте и молочных коровах; черными кружками — данные опытов по переваримости на молочных коровах. Крестиками обозначены данные по одному животному, получавшему одинаковый рацион, но на различных уровнях кормления (балансовые опыты).

ной оси показана калорийность продукции животных, выраженная в процентах к заданной энергии. Диаграмма построена на основании результатов, опубликованных в печати, а также проведенных нами опытов с крупным рогатым скотом, главным образом с дойными коровами.

На той же диаграмме видно, что зависимость между притоком энергии и процентом ее использования варьирует. Так, например, 20% использования отмечено в пределах поступления энергии с кормами от 36 до 65 *кал* переваримой энергии на 1 *кг* живого веса. Исследование причин широкого варьирования использования энергии привело к заключению, что основной из них является различная степень полноценности кормления, различная степень совпадения состава и свойств рационов с требованиями животных.

Иногда наблюдается, что увеличение доставки пищи влечет за собой ухудшение ее использования, снижение переваримости и усиленное окисление переваренных веществ. Такое снижение эффективности наблюдается в тех слу-

чаях, когда прибавка пищи носит односторонний характер. Если же животное снабжается всем комплексом необходимых ему питательных веществ и если оно до того было разумно подготовлено к обильному питанию, то размер продуктивности может и должен возрастать без снижения использования питательных веществ.

Таким образом, потребности в энергии переваримых питательных веществ и в сухом (органическом) веществе кормов зависят от величины продуктивности животных и от полноценности кормления. Чем выше относительная (на единицу живого веса) продуктивность, тем выше и относительная потребность. Зато чем менее полноценно кормление, тем больше расходует животное органического вещества для достижения одной и той же продуктивности.

Помимо этих общих закономерностей, потребности зависят также от породной принадлежности (доц. И. П. Павлов) и от индивидуальных особенностей животных [1] и др.

Потребности в органическом веществе и энергии, как указано выше, должны выражаться в тех же показателях, в которых характеризуются и соответствующие свойства кормов.

Определяя потребности животных, необходимо помнить об их зависимости не только от величины желательной продуктивности, но и от прочих условий жизни и состояния животных.

ПОТРЕБНОСТЬ В ПРОТЕИНЕ

Необходимость доставки протеина животным обосновывается прежде всего тем, что протеин (или белок) представляет собой пластический материал, из которого строятся ткани и органы животных, их тело.

Протеин занимает центральное место в обмене, так как он входит в состав ферментов животного, без которых невозможен обмен. За счет протеина корма образуются азотсодержащие вещества молока, яиц, шерсти и т. п. Таким образом, протеин в питании незаменим.

При недостатке в рационе протеина наблюдаются изменения обмена, снижение продуктивности животных, снижение их сопротивляемости инфекции. В то же время избыток протеина также вреден, да к тому же содержание протеина в кормах ограничено, чтобы можно было допускать его перерасход. Поэтому вопрос об определении оптимальных потребностей в протеине имеет исключительное значение.

Удовлетворение потребностей в протеине может быть определено по учету баланса азота, по учету биохимических показателей крови и мочи, по величине прироста веса и по составу привеса растущих и откармливаемых животных, по ходу кривой лактации лактирующих животных и по использованию питательных веществ.

Потребность в протеине, определяемая по количеству разрушенного или отложенного азота, может быть удовлетворена различным количеством протеинов различных кормов. Степень использования последних связана с характером потребностей, а также со свойствами протеинов кормов рациона. Один и тот же протеин может быть достаточен для удовлетворения потребностей при поддержании жизни и недостаточен для обеспечения роста, а смесь такого протеина с другим, тоже недостаточным, может уже дать удовлетворительную комбинацию. На использовании протеинов кормов сказывается одновременное поступление витаминов, в частности витамина B_{12} (стр. 392).

Обычная методика опытов по определению потребностей в протеине такова. Определяют наименьшее количество переваримого протеина из определенного

[1] Например, колебания расхода питательных веществ на 1 *кг* молока.

пищевого источника, при котором достигается нулевой баланс азота (при поддержании жизни), максимальный прирост азота у растущих или максимальное выделение его с молоком.

Этот эмпирический результат, строго говоря, применим только к данному частному рациону, употребленному в опыте. Результат имеет практическую ценность настолько, насколько важен тот частный рацион, который был применен в опыте.

Если ряд других кормов и смесей испытывают таким же образом с животным того же возраста и веса, то полученные различные величины питательной ценности будут выражать разницу в питательном значении этих различных источников протеина. Но такой путь труден и длителен.

При проведении опытов по балансу азота с целью определения потребности в протеине считалось, что животное получает достаточно протеина в корме, если в опыте достигается нулевой или положительный баланс азота. И, наоборот, протеина в корме недостаточно, если баланс азота отрицательный.

В свете современных представлений эти результаты нельзя считать достаточными для определения потребностей в протеине. Положительный баланс азота достигается как при умеренном по протеину питании, так и при максимальном; при этом размер задержанного в теле протеина не пропорционален его избытку в корме. Поэтому избыток протеина этим путем установить нельзя. Известно также, что нулевой баланс азота устанавливается в соответствии с общим состоянием питания организма. Можно наблюдать нулевой баланс в условиях крайнего недостатка снабжения животных протеином. Равным образом и отрицательный баланс азота не всегда характеризует собой недостаток протеина в пище. Отрицательный баланс азота можно наблюдать при достаточном притоке протеина, но при одновременном недостатке органического вещества в рационе и в некоторых других случаях плохо сбалансированного с потребностями кормления.

Большую помощь в разрешении сложного вопроса о потребности животных в протеине оказали последние работы наших биохимиков, в которых исследовалось влияние доставки протеина на течение обмена животных и на их состояние.

Вопрос об оптимуме снабжения животных протеином гораздо определеннее решается при учете состояния промежуточного обмена у животных на основе биохимических исследований крови и мочи. Так, например, по данным С. Я. Капланского[1] и других, избыточное введение протеина в корме приводит к увеличению относительного содержания азота мочевины в общем азоте мочи. Это наблюдается в том случае, если у животного хватает средств справляться с таким избытком. Если же животное нагружено протеином выше своих обменных возможностей, в моче возрастает содержание аминокислот, т. е. соединений, не участвовавших в обмене, которые могли бы быть использованы в организме для любых целей. При недостатке протеина в пище не только уменьшается азот мочевины, но одновременно возрастает относительное выделение азота пуриновых оснований.

Дополнение опытов по балансу азота и по изучению роста исследованиями деталей азотного обмена принесло большую пользу при определении потребностей в протеине.

Потребность в пищевом протеине обычно выражается в граммах переваримого протеина. Тем самым предполагается, что переваримый протеин должен быть в пищевом отношении тожественным во всех кормах. Однако теперь известно, что протеины в кормах из вегетативных органов растений (стеблей и листьев) усваиваются более эффективно, чем из генеративных ор-

[1] С. Я. Капланский. См. сноску на стр. 54.

ганов (концентратов). Причина этой разницы объясняется тем, что в стеблях и листьях растений содержатся более полноценные плазменные протеины, качественно отличные от запасных белков семян и плодов [1].

Таким образом, указание на количественную потребность в переваримом протеине должно сопровождаться требованием доставлять его в определенных кормах. В противном случае нужно давать несколько норм потребностей для случаев кормления кормами разного рода.

Эта мысль нашла свое подтверждение в расчетах потребности в протеине овец и телок, вычисленных Блекстером и Митчеллом [2] с помощью «факториального метода».

Потребность в протеине представлена авторами зависящей от трех факторов: 1) потерь из тела в связи с жизнедеятельностью, 2) таких же потерь, вызванных переработкой пищи, и 3) накопления протеина в приросте тканей.

Потребности вычислены раздельно, пропорционально каждому из этих факторов, почему это начисление и названо «факториальным».

В этих вычислениях учтено, что с понижением качества корма расход протеина тканей на его переработку увеличивается. Поэтому потребность в переваримом протеине корма будет различной (табл. 39).

Таблица 39

Потребность в протеине гольштинских телок, вычисленная Блекстером и Митчеллом

Показатели	Возраст (месяцев)			
	3,0	6,6	15,4	28,9
Живой вес (в *кг*)	90	180	360	570
Требуется в сутки переваримого протеина кормов (*г*):				
при кормах хорошего качества	405	410	369	345
при кормах плохого качества	413	430	419	423

Из таблицы видно, что при кормлении телок кормами хорошего качества потребность в переваримом протеине ниже, чем при кормлении их кормами низкого качества.

Конечно, результаты этих расчетов нуждаются в производственной проверке и приведены здесь, с одной стороны, как иллюстрация факториального метода и с другой — как иллюстрация обоснования разных потребностей в протеине в зависимости от качества кормов.

В связи с отмеченной разницей использования протеина делались попытки найти другие измерители потребности в протеине, которые характеризовали бы только его полезную часть[3]. Однако вряд ли этот путь правилен, так как, исключая из учета некоторые из протеиновых веществ, мы тем самым не исключаем их из обмена и не должны игнорировать их влияния на размер и характер работы организма животных.

Так как нормирование кормления по переваримому протеину еще в практике широко не применяется и во многих случаях потребность выражают в переваримом белке, то в дальнейшем будут приводиться ссылки как на протеин, так и на белок, отнесенные как к кормам, так и к потребностям.

---

[1] А. А. Зубрилин. К проблеме белка в животноводстве. «Советская зоотехния», 1949, № 2.

[2] K. L. Blaxter a H. H. Mitchell. Факторизация потребности жвачных в протеине и питательная ценность протеинов в кормах, с обсуждением важности обменного азота кала. Journ. Anim. Science, Vol. 7, № 3, стр. 351, 1948.

[3] М. Ф. Томмэ. О пересмотре норм кормления с.-х. животных в отношении азотистых веществ (белок или протеин). П. С. Попехина. См. сноску на стр. 360.

Там, где встречаются указания на переваримый белок в кормах и кормовых таблицах, он вычислен по разности [1] между переваримым протеином и амидами. По прежним представлениям, амиды не участвуют в восстановлении разрушенных и в образовании новых белковых тканей, но в то же время амиды целиком перевариваются.

Недостаточный приток протеина у растущих животных приводит к задержке роста, снижению аппетита, иногда к гибели. Недостаток протеина влечет за собой ожирение обильно кормимых животных. Изменение притока протеина в сторону снижения против применявшегося до того уровня влечет снижение молочной продуктивности. Недостаток протеина ведет к неэкономному использованию органического вещества пищи и снижению процента его использования. Наконец, недостаток протеина в пище приводит к снижению сопротивляемости (резистентности) животных инфекции и к уменьшению количества образующихся в организме антител.

Наоборот, избыточное и чрезмерное количество протеина в пище также влечет за собой ряд последствий. Животные приобретают хорошую упитанность и блестящий вид. У самок активно проявляется течка, но часто не наступает оплодотворение. Избыток протеина стимулирует лактацию, однако замечалось, что коровы, получающие много протеина, преждевременно выходят из строя. Повышенные дачи протеина стимулируют более быстрый рост молодняка, однако замечено, что такой быстрый рост, связанный с избытком протеина, может быть в ущерб здоровому состоянию животных. Быстрое повышение притока протеина может повлечь за собой тяжелые последствия (протеиновый перекорм) — отравление организма продуктами протеинового обмена. В то же время при постепенном приучении возможно содержать животных на довольно высоких уровнях протеина без каких бы то ни было последствий.

Избыточное введение протеина ведет к понижению эффективности использования органического вещества пищи.

ПОТРЕБНОСТЬ В АМИНОКИСЛОТАХ

Животное может синтезировать белки своего тела и белки молока из аминокислот пищи. Такой синтез имеет место и тогда, когда животное получает в пище организованный белок, а не отдельные аминокислоты. В последнем случае белок, поступивший в пищеварительный тракт, сначала расщепляется на отдельные аминокислоты, а затем из них в организме строится необходимая комбинация для образования белка тела.

Рассмотрим приемы, с помощью которых определяют потребности животных в той или иной аминокислоте.

1. К пище, содержащей протеин заведомо известного состава, недостаточный по аминокислоте, прибавляют испытуемую аминокислоту и такой рацион скармливают опытному животному. Контрольные животные этой аминокислоты не получают. Таким путем установлена необходимость триптофана, лизина[2] и цистина для поддержания жизни и для роста.

2. Опытное животное (собаку) отравляют ядом, который обезвреживается при даче достаточного количества необходимой аминокислоты (показано с цистином). Подобным путем показано, что синтез цистина из некоторых кормовых веществ невозможен.

---

[1] В свете современных воззрений этот прием встречает заслуженные сомнения и возражения, так как даже небелковый азот может быть использован для отдельных функций организма.

[2] Лизин в этих опытах скармливался при одновременном введении в рацион глиадина или цеина, дополненных триптофаном.

3. Животных кормят смесью аминокислот, полученных полным гидролизом протеина, из которого химическим путем удалена одна или несколько испытуемых аминокислот. Этим путем была доказана необходимость триптофана и тирозина. Неясные результаты были получены относительно гистидина, аргинина и цистина. Кроме того, показано, что аргинин и гистидин взаимно заменяемы, но один из них необходим.

По современным данным, кормление неполноценным белком (недостаточным по какой-либо аминокислоте) может приводить к различным расстройствам. Если данная аминокислота необходима как материал при синтезе белка, то ее отсутствие задерживает такой синтез. В этом случае действие недостаточности сильнее сказывается у растущих животных, чем у взрослых. Проявление любых признаков недостаточности зависит от количественной потребности организма в данной аминокислоте, от ее запасов в теле и от скорости ее расходования с необратимым окислением, постепенно происходящим в организме при расщеплении белка. Так, Д. Д. Позамантир [1] показала, что недостаток лизина и триптофана в протеине пищи может ограничивать размер молочной продуктивности коров.

К числу незаменимых аминокислот, т. е. таких, которые не могут быть синтезированы в организме и обязательно должны доставляться с пищей, относятся триптофан, лизин, лейцин, изолейцин, фенилаланин, треонин, метионин, валин, аргинин, гистидин. Отсутствие и недостаток одних из аминокислот вызывает остановку в росте, а возможно, влечет за собой еще и другие последствия. Отсутствие и недостаток других аминокислот, кроме остановки в росте, вызывает и некоторые специфические симптомы [2].

Вопрос о потребностях в аминокислотах сельскохозяйственных животных детально еще не разработан. Еще не представляется возможным дать потребностям в аминокислотах количественное выражение. Однако добытые данные уже достаточны для того, чтобы считаться с присутствием аминокислот в кормах при планировании рационов.

Н. Д. Прянишников с сотрудниками [3] впервые выдвинули положение о том, что животные в питании используют аминокислоты протеина корма, а не отдельных белков, входящих в состав протеина. Это положение, блестяще подтверждающееся на практике, стало теперь общепризнанным.

В то же время валовое содержание аминокислот в протеинах кормов может не соответствовать их питательному значению, так как часть сложных белков корма — нуклеопротеиды клеточных ядер и липопротеиды пластид, полноценных по аминокислотному составу, трудно или вовсе непереваримы, а следовательно, недоступны для животных. Поэтому правильнее всего считаться с аминокислотным составом доступных для животных форм протеина.

Характеристика содержания питательных веществ в кормах включает указания о содержании аминокислот. Данные эти могут быть полезными, и потому они приведены в табл. 121 на стр. 446.

ПОТРЕБНОСТЬ В МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВАХ

Потребность в минеральных веществах известна далеко не полно. Причина, что такой важный вопрос в питании животных подробно не выяснен, кроется прежде всего в отсутствии методов определения минеральных веществ

[1] Д. Д. Позамантир. Аминокислотный состав кормов. Вестник сельскохозяйственной науки, животноводство, в. 4, 1940, стр. 3—16.

[2] С. Я. Давыдова. Питательная ценность отдельных аминокислот. «Успехи современной биохимии», Медгиз, 1947, т. 1, стр. 23—29.

[3] Н. Д. Прянишников. К изучению биологической полноценности белков кормовых средств. «Успехи зоотехнических наук», т. 1, в. 2, 1935.

в их натуральном состоянии. Минеральные вещества определяются в виде компонентов золы, полученной при сжигании корма, продуктов или экскрементов животных.

Потребность, выраженная в таких элементах золы, может быть определена несколькими способами. Во-первых, возможно проведение опытов по балансу минеральных веществ при разных случаях кормления животных. Во-вторых, количество необходимых веществ может быть определено по их содержанию в выделенном продукте (например, молоке). В-третьих, применим метод контрольных животных, причем может быть определен как общий прирост минеральных веществ во всем организме животного, так и прирост в отдельных тканях и органах. Наконец, в-четвертых, о потребностях в минеральных веществах судят по длительным опытам кормления рационами с разным количеством отдельных элементов.

Работы, выполненные одним из этих путей, представляют большой интерес для суждения об общем значении минеральных веществ и о количествах их, отлагающихся в организме или выделяемых в продуктах. В то же время они мало дают для решения практических вопросов нормирования минерального питания животных. Из минеральных веществ, заданных в корме, некоторая часть их используется животными, причем эта часть сильно колеблется. Существует несколько объяснений колебания в использовании минеральных веществ. Из них приведем три, касающиеся количественной стороны[1]: 1) отношение минеральных составляющих в пище не имеет решающего значения для их усвоения, важно присутствие достаточного количества каждой составляющей; 2) отношение между веществами имеет доминирующее значение; несоблюдение этих отношений приводит к понижению использования необходимых минеральных веществ даже в том случае, если каждая из составляющих минерального питания имеется в достаточном количестве; 3) важно доставить животному необходимые количества составляющих, но в то же время необходимо, чтобы они были даны в соответствующих пропорциях.

Как видно, эти объяснения или взаимно исключают друг друга, или же пытаются совместить противоположные положения, не определяя значения каждого из них. Такая неопределенность могла бы быть избегнута только в том случае, если бы были твердо установлены принципы удовлетворения потребностей животных или же если бы в систематических опытах были проверены разные кормовые комбинации для животных разного типа и вида продукции. В этих опытах должно быть определено: 1) в каких веществах и в каком количестве их нуждаются животные и 2) какими кормами или химическими препаратами эта потребность может быть удовлетворена, причем дополнительно должны быть найдены принципы замещения одного корма и препарата другими.

Данные физико-химических, биологических и физиологических исследований дают дополнительные материалы в разрешении выдвинутых выше проблем минерального питания.

Одна из функций растворов солей — осмотическое действие, как выяснилось, неспецифична. Осмотическое действие не зависит от рода ионов, для него ионы взаимозаменяемы, но физиологическое специфическое действие присуще отдельным ионам. Выяснено, что чистые растворы отдельных солей, взятые в тех же концентрациях, в которых они встречаются в природной среде организмов, ядовиты для них. Так, например, чистый раствор хлористого натрия ядовит. Это действие исчезает, если к такому раствору прибавлены небольшие количества солей калия и кальция. По исследованиям Лёба, ядови-

[1] Равным образом в литературе обсуждается вопрос и о форме, в которой минеральные вещества должны попадать в организм.

ты чистые изотонические растворы и других нейтральных солей. Опытами также установлено, что чем выше концентрация в растворе одной соли, тем больше нужно прибавлять другой соли, чтобы устранить ядовитое действие. Таким обезвреживающим действием обладают, в частности, соли многовалентных и соли тяжелых металлов, ядовитое действие которых (в чистых растворах) считалось общепризнанным. Таким образом, две соли, порознь ядовитые (даже такая общепризнанная безвредная, как поваренная) в чистых растворах, нейтрализуют действие друг друга в смеси. Такое взаимодействие солей обозначается как антагонистическое действие.

Эти факты заставили различать питательное и защитное действие ионов. В первом случае ион бывает необходим для участия в построении организма или в какой-либо функции его. Во втором случае он необходим только тогда, когда присутствуют антагонистически действующие ионы, вредное действие которых надо подавлять. Возможны следующие типы взаимодействия ионов.

1. Ионы могут находиться в антагонистических взаимодействиях. Это означает наличие какой-то криволинейной положительной связи между их концентрациями в растворе. По мере повышения концентрации одного из агентов смеси должна повышаться концентрация и его антагонистов.

2. Ионы действуют независимо. Между концентрациями никакой связи нет.

3. Ионы действуют суммарно. Насколько одного из них убудет или прибудет, настолько другого или других должно, наоборот, прибыть или убыть. Такое действие может быть не строго суммарным, т. е. суммирующимся не прямолинейно, а криволинейно. Если обозначить общую потребность концентраций величиною 100, меняющееся количество одной из составляющих x, то суммарное действие может быть изображено как $xA + (100 - x)\ B$, где A и B — взаимодействующие агенты, а x и $100 - x$ — соответствующие их количества. Несуммарный синергизм, т. е. криволинейное суммирование в символах будет изображаться $xA + yB$, где $x + y > 100$.

4. Наконец, ионы действуют так, что их суммарный биологический эффект превышает действие каждого порознь. Это взаимодействие можно понимать так, что одно вещество как бы сенсибилизирует организм и действие другого или одно вещество усиливает действие другого. Такое взаимодействие называется сенсибилизацией. В символах оно может быть обозначено как $xA + yB$, где $x + y < 100$.

Мы подробно остановились на этой классификации действия ионов, считая, что сама идея имеет более универсальное значение.

Непосредственно для рассматриваемого нами вопроса мы из этих данных можем подчеркнуть следующий вывод. Там, где ионы находятся в любом типе взаимодействия (антагонизме, синергизме, сенсибилизации), существенны будут их соотношения. Там, где они действуют независимо или суммарно, возможно бы было считаться только с их количествами. А так как некоторые ионы служат и питательным материалом (что возможно отнести скорее к случаю независимости) и могут участвовать как антагонисты, то естественно склониться к необходимости учитывать и их количества и их взаимоотношения (стр. 178).

Антагонистическое действие солей сводится к антагонизму между катионами (особенно разных валентностей), электрический заряд которых противоположен заряду клеточных коллоидов. Имеются только единичные примеры существования антагонизма между анионами.

Одно из физиологических действий (но не единственное) антагонизма ионов — это действие на состояние клеточных коллоидов.

Потребность в минеральных веществах определяется не только их важной структурной и обменной ролью, но и систематической потерей их из организма.

Выделение из организма такого элемента, как кальций, продолжается даже тогда, когда поступление его с кормом уменьшается или совершенно прекращается. При этом кальций в организме убывает за счет кальция костной ткани. Иначе себя ведут калий и натрий, уменьшение поступления в корме которых снижает и их выделение из организма. Наличие отрицательного баланса является показателем необходимости изменения кормления, увеличения доставки минеральных веществ вообще или того из них, для которого найден отрицательный баланс.

Напротив, установление положительного баланса вслед за отрицательным указывает на эффективность сделанных изменений в кормлении.

Однако достижение положительного баланса еще не означает, что животное обеспечено данным элементом в оптимуме. Имеются данные, что некоторый избыток кальция в пище молодняка влечет за собой повышенную жизнеспособность молодняка.

В опытах на лабораторных животных изучались два рациона. Первый из них содержал 16% сухого вещества молока и 84% сухого вещества зерна, а второй 33% молока и 67% зерна. Второй рацион считался лучше сбалансированным во всех отношениях. К первому и второму рационам добавляли кальций так, что его содержание составляло в первом рационе 0,20; 0,34; 0,64 и 0,80% сухого вещества корма и во втором — 0,35; 0,48 и 0,64%. При первом рационе наилучшие результаты, если судить по качеству потомства, сроку продуктивной жизни и многоплодию, достигались при уровне 0,64 и 0,80% кальция в корме. При втором рационе, лучше сбалансированном и содержащим большее количество витаминов А и B_2, наилучшие результаты были получены при уровне в 0,48% кальция. Таким образом, в первом рационе кальций как бы компенсировал недочеты плохо сбалансированного рациона, но для этого его приходилось задавать в большом количестве. Этот результат соответствует взгляду, согласно которому кальций вдобавок к своим специфическим функциям, служит более общим регулирующим фактором в тех случаях, когда имеет место некоторая несбалансированность веществ в организме.

С другой стороны, этот результат должен предостерегать против признания за оптимальное некоторого определенного и неизменного количества вещества в пище.

По указанию акад. М. И. Дьякова, использование минеральных веществ организмом зависит от того, в каком корме они поступают. Из молока усвоение их наивысшее, достигающее 97% для кальция и 73% для фосфора от заданного с пищей. Для молодой травы и кормов, не содержащих трудно переваримых веществ, оно выше, чем для кормов, сильно огрубевших и трудно переваримых.

Минеральные вещества, задаваемые в виде подкормки, усваиваются плохо. Это обстоятельство надо также учитывать при удовлетворении потребностей в минеральных веществах, так как потребности обычно выражаются в весовых количествах их валового содержания в пище.

Помимо решения вопроса о достаточности минеральных веществ по результатам балансовых опытов, в практике кормления можно контролировать, хватает ли минеральных веществ, по отсутствию некоторых признаков нарушения нормального состояния животных. Некоторые из таких признаков приведены на стр. 68 и 400. Если недостаток минеральных веществ ведет к тяжелым последствиям, не следует ли стремиться к возможным избыткам минерального питания?

Однако повышенное введение минеральных веществ не менее рискованно, чем недостаточное. Такие элементы, как медь, марганец, кобальт, в повышенных дозах токсичны. Некоторые избыточно вводимые минеральные вещества осаждают другие в нерастворимой форме в пищеварительном тракте и устра-

няют их от всасывания и участия в обмене. В таком взаимодействии оказываются растворимые фосфаты с растворимыми же солями железа. Избыток поваренной соли ведет к отекам и к истощению тканей организма в отношении иода. Избыток кальция нарушает усвоение других элементов, в частности фосфора, в некоторых случаях железа, марганца, иода.

Существенно важно доставлять необходимые количества минеральных веществ в корме животных, но доставлять их нужно не в чрезмерных количествах и нужно считаться с их взаимными отношениями.

Удовлетворением потребностей животных в минеральных веществах достигается не только цель снабдить их материалом для структурных образований, но минеральные вещества, прямо или косвенно участвуя в физиологических функциях, оказываются ответственными за многие нарушения в состоянии животных и в их продуктивности.

ПОТРЕБНОСТЬ В ВИТАМИНАХ

Вопрос о потребности в витаминах сельскохозяйственных животных пока еще не изучен в достаточной мере. Лучше изучена необходимость доставки животным витаминов A и D.

Следует отметить, что недостаточность данных о потребности в витаминах относительно успешно возмещается применением разнообразия кормов в рационах. Такой успех приводил к неоднократным высказываниям, что при смешанном питании необходимые витамины доставляются автоматически. Эта точка зрения не способствовала проявлению должного интереса к изучению потребностей животных в витаминах.

Однако работы последнего времени показывают, что смешанное питание, понятие о котором не носит определенности, далеко не всегда обеспечивает доставку необходимых витаминов. Хотя и есть основания для утверждения, что некоторые из витаминов синтезируются либо животными, либо микрофлорой пищеварительного тракта (стр. 184), но размер этого синтеза ограничен. Повидимому, из-за ограниченности синтеза, у интенсивно питающихся высокопродуктивных животных потребности в витаминах возрастают, и эффект от их прибавки становится совершенно явственным.

Проф. М. Ф. Томмэ с сотрудниками [1] показали, что при применении дополнительных дач витаминов A и D растущим откармливаемым свиньям увеличиваются их привесы на 23—25%, аппетит животных улучшается, сокращается расход корма на единицу привеса, значительно сокращается падеж животных. Проф. П. Д. Пшеничный [2] сообщил об улучшении использования телятами корма и о повышении у них прироста в результате введения с пищей недостававшего в ней витамина A.

В опытах на поросятах неоднократно наблюдалось, что восполнение недостатков витаминов комплекса B (биотина, B_{12} и др.) приводило к лучшему росту при одном и том же расходе кормов.

Исключение из пищи этих витаминов снижало размер роста поросят и приводило к повышенному расходу пищи на прирост.

Количественная недостаточность в рационе витаминов влечет за собой уменьшение аппетита, иногда уменьшение переваримости питательных веществ и увеличение теплопродукции. Вот почему устранение пищевой недостаточности приводит к улучшению результата кормления без дополнительных расходов кормов.

[1] Проф. М. Ф. Томмэ, Л. Г. Томмэ, Р. П. Мозговая. Эффективность добавок препаратов витаминов A и D при откорме свиней. Вестник животноводства, в. 4, 1947, стр. 69—82.

[2] См. сноску на стр. 403.

На почве недостатка разных витаминов зарегистрированы многообразные изменения в органах пищеварения.

Установлено, что длительный недостаток витаминов ведет к нарушению функции органов пищеварения, а нарушение функций понижает доступ витаминов в организм, что в конечном итоге может привести к раннему увяданию организма.

Отдельные витамины, количество которых в пище недостаточно, приводят к появлению специфических расстройств (стр. 77).

Известны попытки проведения опытов с целью установления баланса витаминов или их предшественников. Так, В. Е. Кондырев[1] произвел ряд исследований и подсчетов вероятных балансов каротина с целью обеспечить необходимое содержание витамина А в молоке. М. И. Володина (Вологодский молочный институт) исследовала условия каротинового питания коров на основании анализов кормов, кала и молока.

В других экспериментальных исследованиях была принята система меняющегося кормления, при котором телкам и коровам задавали различные корма с широко варьирующим количеством каротина. Одновременно учитывали выведение каротина из организма с экскрементами и молоком, составляли баланс каротина и учитывали его содержание в крови.

Опыты позволили установить, что питание коров балансируется в том случае, если в корме поступает около 0,3 *мг* каротина на 1 *кг* живого веса и при этом в крови его содержится около 0,4 *мг* на 100 *мл* сыворотки.

Что размер рациона мало влияет на потребность животных в витамине А и каротине, можно судить по следующим данным. В группе молодняка крупного рогатого скота было определено (по данным убоя нескольких животных) в печени 51,4 *мг* витамина А и 5,31 *мг* каротина на 1 *г* сырой печени. Часть животных была поставлена на откорм, другая же на поддерживающий рацион. Первые в пище получали каротина в 2—5 раз меньше, чем вторые. До окончания опыта, продолжавшегося $5^1/_2$ месяцев, признаков авитаминоза не наблюдалось. После окончания опыта животные были убиты, причем оказалось, что в печени откармливавшихся содержалось 3,7% начального количества витамина А и 33,9% начального количества каротина. В печени же животных, получавших поддерживающее питание, содержалось соответственно 18,3 и 71,0%. Более высокое содержание витамина А и каротина у последних вызвано более высокой доставкой каротина в пище.

Отмечается, что благополучный баланс каротина достигается быстрее и на более низком уровне поступления каротина пищи, если животное поедает зеленую траву, чем в том случае, если оно поедает сухие корма стойлового периода. Ряд работ показывает, что минимальный уровень притока каротина, определяемый в 26—33 *мкг* на 1 *кг* живого веса, хотя и устраняет признаки расстройств, но еще недостаточен для положительного баланса каротина и может повлечь за собой ухудшение вкуса молока и сниженное содержание каротина в крови. Устранение этих признаков достигается при оптимальном поступлении каротина, которое должно быть значительно большим, чем минимальное.

Недостаток витамина D ведет к задержке роста, иногда приводит к уменьшению аппетита, походка становится шатающейся и жесткой, нарушается структура костей, чувствительность к внешним раздражениям повышена, иногда бывают конвульсии.

Прямым следствием далеко зашедшего недостатка витамина D являются рахит молодняка и остеомаляции взрослых животных, расширение (утолще-

[1] В. Е. Кондырев. Пути повышения количества витамина А (каротина) в зимних рационах крупного рогатого скота северной полосы СССР. Труды Вологодского с.-х. ин-та, т. III, 1941, стр. 23—33.

ние) суставов, болезни костей, снижающееся количество кальция в сыворотке крови, тетанические конвульсии.

Недостаток витамина D в рационе молочных коров ведет также к заметному снижению удоя и к плохому использованию пищи.

Выяснение потребностей животных в ряде витаминов осложняется тем, что некоторые из витаминов могут быть синтезированы либо микрофлорой пищеварительного тракта, либо в теле животных. Особенно значителен синтез витаминов комплекса В микрофлорой у жвачных (табл. 40). В связи с этим потребности в этих витаминах у жвачных не учитываются, а имеющиеся данные о доставке их в пище относятся к свиньям, птице и отчасти к лошадям. Однако и жвачные в некоторых случаях нуждаются в доставке витаминов комплекса В с пищей. К этим случаям относятся следующие.

1. Явная необходимость доставки витамина B_1, а иногда и других витаминов комплекса В: 1) при кормлении грубыми кормами с высоким содержанием сырой клетчатки и 2) высокоудойным коровам в период максимальных удоев.

2. Необходимо лечебное снабжение витаминами, иногда через инъекцию: 1) при желудочно-кишечных расстройствах, 2) при неправильном кормлении (очень высокие дачи концентратов, употребление испорченных кормов и т. д.)[1].

Недостаток витаминов комплекса В (тиамина — B_1, рибофлавина — B_2, никотиновой кислоты, пантотеновой кислоты, пиридоксина — B_6, витамина B_{12} и др.), порознь каждого и нескольких одновременно ведет к появлению разнообразных расстройств функций и к неудовлетворительному состоянию, описанным в других местах книги. Поэтому достаточное обеспечение этими витаминами животных, у которых они не синтезируются, и обеспечение условий для их синтеза у других является задачей правильного кормления.

В прежних работах считалось, что витамин B_6 (пиридоксин) необходим только для крыс. Сейчас показана его необходимость для цыплят, индеек, собак и свиней. При его недостатке собаки и свиньи заболевают микроцитарной гипохромной анемией.

Так как пиридоксин связан с обменом протеинов, то предполагают, что возникающая при его недостатке в пище анемия связана с нарушением новообразования протеинов крови, в особенности гемоглобина[2].

Из опытов кормления животных было давно известно, что белки животного происхождения более ценны для питания, чем белки растительные.

Разницу в пищевой ценности белков пытались объяснить различием их аминокислотного состава. В 1948 г. был выделен витамин B_{12}, причем оказалось, что добавка этого витамина к растительным протеинам повышает их пищевую ценность, которая становится равной пищевой ценности белков животного происхождения.

Исследования показали, что богатыми источниками витамина B_{12} являются промышленные остатки от приготовления лечебных препаратов антибиотиков, пенициллина, стрептомицина и др.

Добавление этих остатков к рациону животных приводило к эффекту, даже превосходившему действие добавки чистого препарата витамина B_{12}.

После этого открытия вопрос о применении антибиотиков как дополнителей к рационам из натуральных кормов подвергся весьма обширному изучению как на свиньях и птице, так и на крупном рогатом скоте[3].

---

[1] F. Usuelli a G. Piana. В кн. Atti della societa italiana della scienze veterinarie. Vol. 6, Faenza, 1953, p. 85—87.

[2] См. сноску на стр. 75.

[3] E. Braude и др. Антибиотики в питании (обзор на англ. языке). Nutrit. Abstr. a Rev. Vol. 23 № 3, 473—487, 1953 г. C. A. Lassiter. Антибиотики как стимуляторы роста молочного скота (обзор на англ. языке). Journ. Dairy Sci., Vol. 38, № 10, 1102—1138, 1955.

Таблица 40

Синтез витаминов в рубце и потребность жвачных животных в витаминах

(по Блекстеру, с изменениями)

Витамины	Доказанные синтезы микроорганизмами в рубце развившихся и взрослых жвачных	Доказанные потребности животного-хозяина в поступлении витаминов с пищей
A	Не синтезируется: имеются доказательства очень незначительного синтеза каротина в тонком отделе кишечника овец	Необходим даже в присутствии активной флоры рубца
D	Не синтезируется	Необходим даже в присутствии активной флоры рубца
E	Не синтезируется	Необходим телятам, ягнятам и взрослому крупному рогатому скоту
K	Синтезируется	Нет доказательств, что он необходим, за исключением случая присутствия в пище кумарина в испорченном сене из шведского клевера
B_1	Синтезируется, но, вероятно, только в небольших количествах	Необходим телятам и ягнятам, а иногда и взрослым (стр. 183)
B_2	Синтезируется	Необходим телятам и ягнятам
Никотиновая кислота	Синтезируется	Необходима в отсутствии триптофана в пище
Пиридоксин	Синтезируется	По американским данным, необходим для телят
Биотин	Синтезируется	По американским данным, необходим для телят, что не подтвердилось в английских опытах
Пантотеновая кислота	Синтезируется	По данным американских авторов, необходима
Холин	—	По американским данным, необходим, если даются рационы, бедные по метионину
Инозитол	Неизвестно, но весьма вероятно, что синтезируется	Неизвестно
Фолиевая кислота	Синтезируется	Недостаточность развивается у ягнят при употреблении антагонистов фолиевой кислоты
B_{12}	Синтезируется	Оказалось, что требуется овцам при недостаточности в пище кобальта
C (аскорбиновая кислота)	Разрушается в рубце	Не требуется ни в каком возрасте

Значение антибиотиков можно понять хотя бы из такого факта, что их введение в рацион поросят позволило снизить на 12—15% норму доставки протеина в пище, не вызывая этим снижения привесов. Антибиотики в проведенных исследованиях задавались в граммах на английскую тонну (1016 *кг*) кормов: ауромицин от 9 до 20; пенициллин от 1 до 20; стрептомицин от 20 до 50 и террамицин от 10 до 20.

СВЯЗЬ МЕЖДУ ПОТРЕБНОСТЯМИ ЖИВОТНЫХ В ОТДЕЛЬНЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВАХ

В современной практике кормления пользуется признанием и широким распространением определение потребностей в любом контролируемом питательном веществе пропорционально, с одной стороны, живому весу животного и, с другой — фактической или ожидаемой продуктивности. Такой

принцип определения потребностей является скорее привычным, чем доказанным и теоретически обоснованным. Он возник и получил признание прежде всего в отношении доставки энергии (органического вещества).

Если сравнить поступление органического вещества в пище с наблюдаемыми при этом материальными изменениями в организме, то можно усмотреть подтверждение правильности такой зависимости между притоком пищи и продуктивностью. В качестве иллюстрации приведем результат одного опыта, в котором животное в ряде смежных периодов получало меняющееся количество органического вещества; при этом у него контролировали баланс энергии. Состав кормовой дачи от периода к периоду оставался сходным, менялось только количество задававшейся и поедаемой пищи (табл. 41).

Таблица 41

Зависимость между поступлением в пище органического вещества и балансом энергии в теле животного

Период	Живой вес (*кг*)	Съедено за сутки		Баланс энергии (*ккал*)	
		органического вещества (*г*)	в нем содержится энергии (*ккал*)	абсолютный	по сравнению с III периодом
III	471	1781	6190	—3452	0
IV	481	3555	12531	+ 218	3670
II	490	5058	17520	+2525	5977
I	483	6650	22005	+4731	8183

Из таблицы видно, что: 1) живой вес животного оставался практически постоянным, 2) кормление в IV периоде было близко к поддерживающему (баланс энергии близок к нулю), 3) баланс энергии, характеризующий количественную сторону как распада, так и отложений в теле, связан в какой-то степени с притоком пищи. Изменение результатов баланса пропорционально скорее избытку пищи над поддерживающим уровнем, чем общему притоку пищи.

В то же время результат баланса является следствием общего притока пищи — результатом регуляции обмена в организме обильно питающегося животного. Побуждение животных к отложению запасов в теле появляется тогда, когда мы их переводим на более высокий уровень кормления, измеряемый по отношению к величине животных, к их живому весу. Как указывалось ранее, уровнем кормления мы называем поступление энергии переваримых веществ на 1 *ц* живого веса в сутки. Для примера, приведенного в табл. 41, уровни кормления будут соответственно равны: в III периоде — 1314 *ккал*, в IV — 2605, во II — 3575 и в I — 4556 *ккал* на 1 *ц* живого веса.

Уровень кормления является суммарным выражением потребностей животных в органическом веществе и в доставляемой с ним энергии, — последней в форме доступных для использования животными соединений.

Несколько иначе, чем баланс энергии, выглядят результаты баланса азота (табл. 42). Как уже указывалось, животное получало все возрастающее количество пищи однородного состава, а следовательно, оно получало и возрастающее количество протеина (азота).

Баланс азота, как видно из табл. 42, зависит от размера поступления протеина в пище только в том смысле, что при недостатке притока баланс отрицателен. Если же протеина поступает достаточно, то размер откладывающегося протеина не следует за его притоком, а соответствует физиологическому состоянию животного, его способности к отложению протеиновых веществ.

Таблица 42

Поступление в пище протеина и его отложение в теле

Период опыта	Поступление протеина (*г*)		Баланс азота (*г*)		
	сырого	переваримого	потеряно из тела	отложено в теле	изменение баланса по сравнению с III периодом
III	246,7	175,6	—13,8	—	0
IV	492,9	348,8	—	+ 8,7	22,5
II	724,0	477,0	—	+ 5,5	19,3
I	930,6	591,5	—	+11,2	25,0

Если бы строго следовать изложенному выше принципу определения потребностей, с одной стороны, пропорционально весу животного, а с другой — пропорционально продукции и за продукцию принять отложение протеина в теле, то животному, которое мы рассматриваем, надо бы было давать во II и в I периодах примерно столько же протеина, сколько его давалось в IV периоде, т. е. около 500 *г* сырого и 350 *г* переваримого, следовательно, непропорционально общему количеству поступавшей пищи. Однако делать это не принято на том основании, что расширение протеинового отношения ведет к депрессии переваривания и к нарушению обмена.

Мало того, ограниченное поступление протеина, хотя и обеспечивающее его отложение в теле в размерах, соответствующих возможностям животного, влечет за собой глубокие нарушения, задевающие состав тканей и важные физиологические функции, причем снижается резистентность организма.

Поэтому протеин должен доставляться в пище скорее в определенной пропорции к суммарному количеству пищи, чем пропорционально его отложению в теле. Только в тех случаях, когда отложения в теле очень велики (на ранних ступенях роста) или животное лактирует, а следовательно, выделяет значительные количества протеина в молоке, можно наблюдать более определенную зависимость между его доставкой и «продуктивностью».

На иных основаниях строится потребность животных в витамине А и каротине. Считается, что минимальная потребность в витамине А (или каротине) пропорциональна только живому весу и не зависит от вида животных. Это положение подкрепляется тем, что на основании результатов опытов с одними животными удалось предсказать потребность в этом витамине для других животных. Исключение составляли беременные и лактирующие животные, потребность которых в этом витамине определена в $1^1/_2$ раза больше, чем для прочих случаев их существования.

Повидимому, нет определенной связи потребности в витамине А ни с продуктивностью, ни с количеством поглощаемой пищи, но более обильная доставка каротина полезна.

Однако если желательно повысить содержание витамина А в молоке, необходимо задавать его выше минимальной потребности и пропорционально удою (продуктивности).

Что касается витамина B_1, то существуют доказательства необходимости его доставки пропорционально суточному потреблению в рационе углеводов. Так, свиньям для поддержания их в здоровом состоянии необходима систематическая доставка этого витамина в количестве 125—141 *мкг* на 100 *г* углеводов пищи.

Недостаточный уровень притока витамина B_1 действует на организм угнетающе. При мышечной работе, выполняемой в его отсутствие, появляется быстрая утомляемость, исчезающая как только его начнут доставлять в надле-

ящем количестве. Связь потребности в этом витамине с размером поступающих питательных веществ у жвачных затемняется синтезом его микрофлорой рубца. Однако при повышенной доставке пищи бактериальный синтез, повидимому, оказывается недостаточным, и даже для жвачных появляется необходимость его дополнительного введения с пищей.

Необходимость этого витамина для животных и требование к комплектности его содержания в пище по типу сходно с потребностью в протеине. Его доставка должна быть пропорциональной притоку углеводов пищи. При пище, богатой жиром, потребности в витамине B_1 сильно снижаются, но возрастает потребность в холине.

Отсутствие и недостаток в пище витамина B_2 (рибофлавина) у растущих животных сильно ограничивает прирост.

У взрослых животных исключение витамина B_2 из пищи вызывало симптомы недостаточности только спустя 4 месяца. Куры, получавшие пищу без витамина B_2, несли столько же яиц, как и куры, получавшие его, но вылупляемость цыплят из яиц кур, лишенных этого витамина, была в 9—10 раз ниже, чем вылупляемость из яиц кур, получавших его. Витамин B_2, повидимому, связан также с углеродным обменом, и необходимость его доставки соответствует поступлению углеводов пищи.

Потребность в никотиновой кислоте тесно связана с доставкой в пище протеина. Если подсвинки получают высокий процент протеина в пище (исследования производились при скармливании протеина в казеине и молочных отходах), то у них даже при полном отсутствии никотиновой кислоты не наблюдается никаких расстройств. Только растут такие подсвинки несколько медленнее сравнительно с получающими никотиновую кислоту. Если же в пище подсвинков протеина мало, то отсутствие никотиновой кислоты приводит к развитию таких признаков, как резкое отставание в росте, огрубение кожи, поносы, плохой аппетит и анемия. Таким образом, потребность в никотиновой кислоте суммируется с доставкой протеина, между этими двумя компонентами пищи намечается синергизм.

Относительно витамина B_6 (пиридоксина) установлено, что он участвует в использовании в синтезе белка в организме животных.

Признаки нарушения, связанного с недостатком витамина B_6, наступают тем быстрее и проявляются в тем более тяжелой форме, чем выше процент протеина в кормовой даче. Для использования белка необходима также доставка в пище и витамина B_{12}.

Приведенные факты и данные свидетельствуют об отсутствии единого принципа, на основе которого могут быть определены потребности в различных питательных веществах или группах их. Если потребность в органическом веществе определяется размером обменной работы, производимой животными, то потребности в ряде питательных веществ определяются как состоянием животного, так и количеством и составом (свойствами) пищи.

Потребности в некоторых веществах не могут отождествляться с достижениями нулевого их баланса на минимальном притоке пищи. Такой уровень поступления может быть определен как минимальный, удовлетворяющий минимальные потребности животных.

Доставка веществ выше минимального уровня позволяет найти оптимум, лучше обеспечивающий благополучие и хорошее течение физиологических процессов.

Необходимо разыскивать также сочетания поступлений питательных веществ в организм, при которых достигалась бы взаимная оптимальная укомплектованность их.

Трудно указать всеобщие, пригодные для любого случая содержания животных, признаки уравновешенных сочетаний. Однако считают, что одним

из признаков уравновешенных сочетаний питательных веществ является улучшение использования энергии рациона. Признают, что использование (полезность) энергии переваримых веществ или обменной энергии выше для взаимно уравновешенных (сбалансированных) рационов, чем для несбалансированных. Если это так, то для взаимно уравновешенных рационов можно ожидать наилучшего использования энергии, т. е. возможно высокого процента энергии, откладываемой в теле и выделяемой в молоке, от энергии пищи. Помимо этой общей проблемы, разрешались и разрешаются некоторые частные вопросы, приведшие к установлению оптимальных соотношений между отдельными элементами пищи.

Должны быть приняты во внимание и необходимые отношения между энергетическими (по природе) и неэнергетическими веществами.

Выше уже указывалось, что некоторые члены комплекса витаминов В играют первостепенную роль в обмене углеводов, т. е. рацион, содержавший достаточно энергии для поддержания или роста организма, не мог проявить себя, пока не наступало известное отношение витаминов В к углеводам. Нарушение установленного соотношения происходило как при увеличении количества углеводов, так и при уменьшении витаминов В. Другие члены этого комплекса связаны подобными же отношениями с протеином.

Необходимо определенное соотношение между минеральными веществами и энергетическими как для развития организма, так и для репродукции. Удовлетворительный рацион ухудшился как от прибавления минеральных веществ, так и от добавления углеводов, но не от прибавления одновременно обоих веществ в соответствующих пропорциях.

Подтверждением необходимости поступления веществ пищи в определенных соотношениях, таких, которые не приводили бы к резким нарушениям соотношений всех веществ, входящих в состав живого организма, следует считать и тот факт, что при полном голодании или при недостаточном, но разностороннем по притоку веществ питании не наблюдается таких патологических явлений, какие происходят при обильном питании с частичными недостаточностями (например, при недостатке белка, минеральных веществ, витаминов).

В соответствии с этой мыслью находятся результаты исследований Ефремова, установившего, что при достаточном притоке в пище белка рибофлавин необходим для организма животных, но если последние питаются безбелковой пищей, то та же доза рибофлавина токсична для животных и вызывает заболевание глаз и нарушение тонуса мышечной системы.

Мы полагаем, что нормальное пищевое соотношение в различных случаях может быть установлено при варьировании относительных пропорций определенных питательных элементов. Этот чрезвычайно интересный и важный вопрос, к сожалению, еще не разработан настолько, чтобы можно было делать практические выводы.

Ниже перечислен ряд отношений из числа принятых или привлекающих внимание исследователей и практики.

1. Протеиновое, или белковое, отношение (стр. 123). Этим отношением минимальную потребность в азоте связывают с потребностью в энергии. Для поддержания жизни оно принимается равным 1 : 10 или 12, а для роста — 1 : 8.

2. Отношение между грубыми и концентрированными кормами. Оно имеет существенное значение как для использования пищи, так и в отношении доставки специфических веществ.

3. Фосфорно-кальциевое отношение. Значение его наиболее резко проявляется у растущих животных. Несоблюдение этого отношения в отдельных опытах приводило к порозности и ломкости костей. Нормально в пище отношение кальция к фосфору должно быть близким к единице, что важно

как для роста молодых, так и для поддержания жизни взрослых животных. Для иллюстрации важности этого отношения приводится график (рис. 14), построенный на основе ряда опытов со свиньями.

4. Отношение между кислотными и щелочными элементами золы корма. Оно необходимо для содействия сохранению легкой щелочности крови. Избыток кислотных элементов вызывается концентрированными кормами, избыток щелочных — грубыми и корнеплодами.

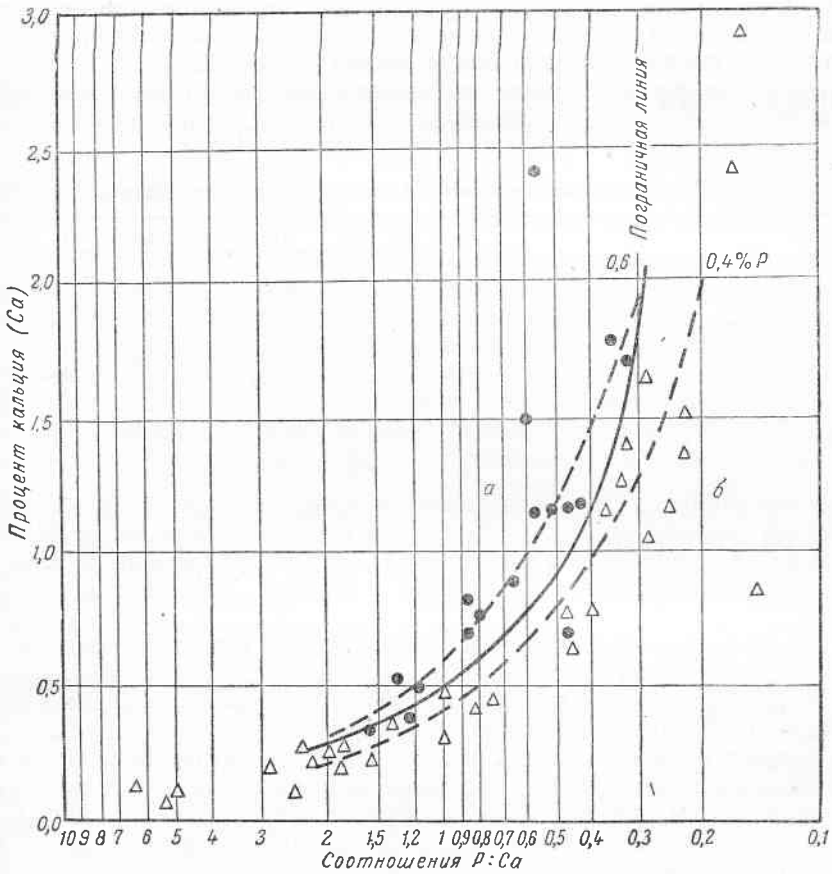


Рис. 14. Результаты кормления подсвинков с различным притоком кальция и фосфора в сухом веществе корма (по Денлопу).

а — зона (слева от пограничной линии) антирахитических уровней и соотношений; *б* — зона рахитических уровней и соотношений; черные кружки — благополучные случаи; треугольники — неблагополучные случаи.

5. Отношение между витаминами комплекса В, с одной стороны, углеводами и протеином, с другой.

Два рациона, содержащие соответствующие количества в первом случае углеводов, а во втором жиров, одинаковы по питательности, если количество витаминов B_1 и B_2 достаточно. Если же их недостаточно, то рацион, содержащий жиры, значительно превосходит рацион с углеводами (принцип изодинамии нарушается). Это отношение имеет значение как при поддержании жизни взрослых животных, так и при росте молодых.

6. Отношение калия к натрию. Это отношение имеет значение для нормального роста молодых животных. В табл. 43 приводятся примеры сена различного

минерального состава и указана связь состава с проявлениями рахита у животных.

7. Отношение общего количества минеральных веществ к общему количеству переваримых углеводов. В длительных опытах с растущими крысами найдено, что степень роста непропорциональна энергетической ценности рациона (теоретически достаточной во всех случаях), если это отношение не соответствует 1 : 9,7 (примерный оптимум).

8. Отношение жира к протеину. Считают, что это отношение важно для роста. Указывается на величину этого соотношения в молоке, являющемся естественной пищей в первое время жизни животных.

Перечисленные отношения не исчерпывают всех предположений, которые построены по поводу пищевой комплектности. Вопрос безусловно заслу-

Таблица 43

Связь минерального состава сена с проявлением рахита

Сено	Процент в золе		$\frac{Na_2O}{K_2O}$
	K_2O	Na_2O	
Нормальное	20,00	5,43	1 : 3,58
	20,88	4,40	1 : 4,75
Вызывающее рахит	37,65	1,74	1 : 21,64
	37,40	0,21	1 : 178,10

живает внимания, но в его современном состоянии еще не может считаться достаточно разработанным, тем более что некоторые выводы сделаны только по опытам на лабораторных животных. То, что может быть применено в практике кормления сельскохозяйственных животных, изложено в пятой части книги.

Подробное изучение проблемы взаимодействия в питании веществ, доставляемых в рационах из естественных кормов, приводит к заключению о необходимости рассматривать и изучать кормовые рационы, а не отдельные корма.

Научно и практически ценно сравнивать различные рационы в опытах с животными, одни из которых могут оказаться сбалансированными, другие же несбалансированными. Это сравнение помогает точнее определить потребности животных и измерить физиологические последствия неудачных сочетаний как из-за недостатка, так и из-за избытка или из-за неправильного использования питательных веществ и кормов.

При настоящем состоянии наших знаний о потребностях животных и их удовлетворении, а также при далеко не полных сведениях о вариациях состава кормов в различных зонах нашей страны целесообразно изучение так называемых «типовых» кормовых рационов, имеющих практическое значение для отдельных сельскохозяйственных районов Советского Союза.

ГЛАВА XVI

ПОТРЕБНОСТЬ В ПИЩЕ В СВЯЗИ С ПОДДЕРЖАНИЕМ ЖИЗНИ, РЕПРОДУКЦИЕЙ И РОСТОМ

ПОТРЕБНОСТЬ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ЖИЗНИ ЖИВОТНЫХ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПОДДЕРЖИВАЮЩЕГО КОРМЛЕНИЯ

Если животное не производит продукции, не выполняет никакой работы, состояние его здоровья и жизнеспособность не ухудшаются и при этом баланс всех питательных веществ нулевой (т. е. приход веществ с пищей равен их расходу), то рацион, на котором животное содержится, достаточен для поддержания жизни.

В этом случае пища расходуется на процессы, связанные с работой внутренних органов (сердца, дыхательной, нервной системы и т. д.), с работой мышц, расходуется на поддержание температуры тела и, наконец, на усвоение той пищи, которая покрывает только что перечисленные расходы.

Потребностям, связанным только с поддержанием жизни, вряд ли следовало бы придавать большое значение с точки зрения практики кормления.

Сельскохозяйственные животные содержатся с целью получения от них полезной продукции, что требует кормления выше поддерживающего. Случаи содержания животных с целью только сохранить их жизнь, сохранить живой вес и химический состав тела весьма ограничены. Сюда может быть отнесено содержание взрослых неработающих лошадей, яловых маток, временное содержание животных до начала откорма, содержание откормленного скота от конца откорма до забоя.

В то же время на отыскание точных величин расхода питательных веществ на поддержание жизни и на выяснение закономерностей их изменения были затрачены большие усилия. Это диктовалось отнюдь не поисками оснований для кормления названных категорий животных.

В кормлении животных распространен принцип разделения общей потребности продуцирующего животного на две самостоятельные части — поддерживающую и продуктивную. Этот принцип не имеет строгих обоснований, однако до недавнего времени он являлся общераспространенным.

Общая потребность продуцирующего животного может быть найдена в прямом опыте кормления. В то же время продуктивную часть общей потребности прямо определить нельзя. Она обычно определяется как разность между общей потребностью и поддерживающей частью. Этим и объясняется большой интерес к расходу на поддержание жизни.

35-й пленум секции животноводства ВАСХНИЛ в своем постановлении указал на методологическую ошибочность разделения общих потребностей на поддерживающую и продуктивную части. Это указание основывается не только на логических заключениях, но и на учете результатов экспериментальных исследований, краткая характеристика которых приведена ниже.

Многочисленные исследования, касавшиеся принципиальной и практической сторон вопроса о потребностях животных на поддержание жизни, могут быть

обобщенно представлены как: 1) поиски способа определения величины расхода питательных веществ на поддержание жизни в прямых опытах на животных; 2) поиски принципа распространения данных, полученных в опытах, на условия практического кормления животных.

Потребности животного для поддержания жизни могут быть определены несколькими путями.

Первый путь ясен из определения поддерживающего рациона. Очевидно, надо найти такое количество кормов, при котором у животного достигался бы нулевой баланс и при этом производилась бы только внутренняя физиологическая и все другие виды необходимых для его существования работ. Тогда, очевидно, состав и свойства такого рациона и будут выражать потребность данного животного для поддержания жизни.

Так как подобрать рацион, соответствующий определенным потребностям, затруднительно, предлагалось пользоваться другим приемом, применяя дифференциальную методику (стр. 298). Этим приемом исследовался баланс у животного на двух уровнях кормления: один из них должен быть заведомо выше поддерживающего, второй — ниже поддерживающего.

Между этими двумя уровнями по пропорциональному расчету определялся промежуточный поддерживающий уровень кормления.

Имеется также предложение определять величины поддерживающей потребности у растущих животных сравнением у них балансов, полученных при одном и том же кормлении, но в разном возрасте и при разном весе. В этом случае предполагается, что действие кормов в обоих случаях одинаково, а изменение в балансе связано с изменением поддерживающей потребности (Фингерлинг, см. у А. В. Модянова).

Наконец, широким распространением пользовался прием определения поддерживающей потребности на голодающих животных, полностью лишенных пищи, у которых при этом иногда пищеварительный тракт освобождался от остатков пищи промыванием. Последний прием считался наиболее надежным, так как при нем получались более стабильные результаты как у взрослых, так и у растущих животных [1].

Считалось, что обмен голодающих животных может служить измерителем потребностей для поддержания жизни, так как в задачу поддерживающего кормления входит только восполнение с пищей того, что разрушается в теле при голодании.

Изучение обмена у голодающих животных производилось в условиях относительного их покоя, при температуре, близкой к критической [2], и при воз-

[1] А. В. Модянов. Методы определения поддерживающего корма у растущих овец. Вестник животноводства, № 2, 1945.

[2] Температура, при которой теплопродукция у голодающего животного достигает минимума, называется критической. Эта температура всегда ниже температуры тела животного. Из перечисленных в тексте расходов при поддерживающем кормлении и голодании имеют место: 1) расходы, связанные с работой внутренних органов и мышц, 2) расходы на поддержание температуры тела. Тепло, развивающееся в результате работы внутренних органов, идет на покрытие (части или всей) потребности для поддержания температуры тела. При этом расходы энергии на поддержание температуры тела больше расходов энергии на работу внутренних органов и мышц при температуре воздуха ниже критической, равны этой энергии, если температура воздуха равна критической, и ниже ее, если температура воздуха выше критической.

В последнем случае тело животного перегревается и для удаления излишка тепла требуется повышенный расход энергии. Так, у голодающей собаки при разных температурах была наблюдена теплопродукция:

температура воздуха	7,6	15	20	25	30
теплопродукция в *ккал*	83,5	63,0	53,5	54,2	56,2

Как видно, минимальная теплопродукция установилась при температуре 20°. Эта температура и считается «критической».

Критическую температуру принимают: для свиней 20—23° и для крупного рогатого скота 18—20°.

можно полном исключении пищи. Пользуясь этим путем, считалось затруднительным определить потребность у жвачных животных, у которых чрезвычайно трудно освободить их сложный желудок от остатков пищи.

В самом деле, в то время как у нормально питающихся коров очередная порция корма полностью покидает пищеварительный тракт через $2^1/_2$ суток (В. А. Сапунов), у умеренно кормимых остатки очередной порции корма могут задерживаться в пищеварительном тракте до 12—20 дней [1]. Без приема пищи у голодающих жвачных спустя 6—8 дней голодания задерживаются еще значительные количества корма [2] и только в случае систематического поения голодающих быков водой на 5-й день голодания сухой остаток содержимого был незначителен [3]. У лошадей при полном голодании через $1^1/_2$ суток желудок был совершенно свободен от остатков пищи [4].

Поддерживающая потребность, получаемая описанными путями, будет, очевидно, неравнозначной. В то время, как во втором и третьем приемах прямо или косвенно определяются потери из тела, вызванные деятельностью внутренних органов, в первом приеме, при отыскании поддерживающего рациона, определяют свойства пищи, предупреждающие потери из организма, связанные с деятельностью его органов и тканей, в том числе и по использованию кормов рациона.

Имеются доводы за и против каждого из трех приведенных приемов определения поддерживающей потребности.

Против первого приема возражения сводятся к тому, что в подобных опытах определяются не потребности животного, а частный случай их возмещения при употребленном в опыте качественном и количественном наборе кормов.

При втором приеме возможно увеличение расходов энергии в связи с повышенной нервностью голодающего животного. Кроме того, постоянно указывалось на невозможность полного голодания жвачных, хотя путем принудительной очистки пищеварительного тракта и жвачных можно приблизить к условиям полного голодания.

У травоядных реакция мочи при голодании резко изменяется и становится не щелочной, а кислой, присущей плотоядным. Резонно считается, что во время голодания физиологические процессы травоядных становятся, очевидно, подобными происходящим у плотоядных. Принимая это замечание, необходимо особенно подчеркнуть, что голодание вообще, и у травоядных в частности, является новым состоянием, отличным от обычного для нормально питающегося организма животных. Тем самым есть основание думать, что как качественная, так и количественная стороны потребностей при голодании и при поддержании жизни не идентичны.

Против дифференциального метода определения потребности возражают, указывая, что при нем получаются значительные колебания в потребности для поддержания жизни, так как в разности двух опытов могут суммироваться ошибки их обоих. Кроме того, размер потребностей обычно получается ниже, чем в опытах на голодании. Первое возражение разделяется далеко не всеми исследователями. Считают, что увеличением числа наблюдений можно избегнуть влияния ошибок опыта. Что же касается второго возражения, то в свете современного знания изменчивости питательности кормов пониженная потребность при питании сравнительно с голоданием понятна и законна.

---

[1] Цит. по Серебрякову. Вестник животноводства, № 1, 1948.
[2] E. B. Forbes. Journ. Agr. Res., 1928, vol. 28, № 5, 253—300.
[3] В. В. Пашутин. См. сноску на стр. 70.
[4] Проф. Г. П. Зеленый. Труды Ленинградского ветеринарного института, 1924, вып. 3.

Потребность на поддержание жизни, определяемая дифференциальным методом, будет зависеть от того, при каких уровнях питания сравнивается кормление за два опытных периода. Таким образом, непостоянство потребности будет зависеть не только от ошибок опыта, но и от уровня притока пищевых веществ в организм.

Приведем результаты сравнения поддерживающей потребности в энергии, определенной разными методами на взрослом рогатом скоте, отнесенные к одному и тому же весу — 450 *кг*; по дифференциальному методу они равны 5046 ± 340 *ккал* (24 наблюдения); по опытам на голодание — 5846 ± 174 *ккал* (11 наблюдений); по опытам на поддерживающем рационе — 4919 ± 366 *ккал* (22 наблюдения).

Как видно из приведенного сравнения, методики дифференциального и поддерживающего рациона дают сходные, но сильно варьирующие (высокий размер ошибок несмотря на большое число наблюдений) результаты, в то время как в опытах на голодание получены более высокие, но менее колеблющиеся величины. Конечно, колебание наблюдений не может быть единственным признаком, определяющим пригодность и правильность методики.

Изучение потребностей животных проводилось также в научно-хозяйственных опытах, при постановке которых искали рацион, не изменявший живого веса животных. Найденный рацион принимали за достаточный для поддержания веса. В какой мере живой вес может служить измерителем потребностей животных, сказано на стр. 160.

Некоторые из приемов, употребляемых для определения потребности животных в органических веществах (энергии) рациона, могут быть применены и при определении потребностей в белке, жирных кислотах, минеральных веществах, а также и витаминах.

В опытах наблюдалось, что потребность на поддержание жизни увеличивается с увеличением размера животного. Увеличение потребности в энергии исследователи объяснили потерями тепла в окружающую атмосферу. Так как эти потери при прочих равных условиях считались зависящими от поверхности, с которой излучается тепло, то был введен прием расчета поддерживающей потребности пропорционально поверхности тела, которую определяют в зависимости от веса животных.

Имеются данные, показывающие, что потребность в энергии на поддержание жизни хорошо связана как с живым весом, так и с вычисленной поверхностью тела.

Для практики кормления сельскохозяйственных животных прием вычисления поддерживающей потребности не имеет решающего значения. У нас ее принято вычислять пропорционально поверхности тела. В этом случае поддерживающие потребности в энергии (или других каких-нибудь единицах питательности) двух животных относятся друг к другу, как поверхности тел этих животных, что в символах обозначается так: $П_1 : П_2 = KB_1^n : KB_2^n$ (где n — $^2/_3$ или $^5/_8$), или $П_1 : П_2 = B_1^n : B_2^n$.

Отсюда искомая величина, допустим $П_1$, будет равна $П_1 = П_2 \cdot B_1^n : B_2^n$. Так как отношение $П_2 : B_2^n$ может быть принято величиной постоянной, найденной в специальных опытах, и мы ее можем, очевидно, обозначить постоянной C, то поддерживающая потребность для животного данного вида и любого веса может быть определена по равенству: $П = CB^n$, где n или $^2/_3$, или $^5/_8$.

Потребность в протеине в зависимости от веса животных меняется, как и потребность в энергии. Некоторые исследователи считают, что изменение потребности в протеине пропорционально весу животного, другие же, учитывая, что потребность в протеине находится в зависимости от доставляемых одновременно безазотистых веществ, определяют эту потребность как постоян-

ное отношение количества энергии, заключенной в чистом переваримом белке или протеине, к общей потребности в энергии для поддержания жизни.

Наконец, третьими устанавливается отношение между количеством чистого переваримого белка и количеством переваримых безазотистых веществ, поступающих в тело и покрывающих общую потребность животного. Практически получающиеся расхождения незначительны. Следует заметить, что таким образом потребность в белке принимается изменяющейся пропорционально или весу, или поверхности тела.

Об изменении потребности в минеральных веществах с изменением размера животного подробных данных нет, и эта потребность часто принимается пропорциональной весу животных.

Животные могут отличаться не только своим весом, но и относительным развитием тканей, различно участвующих в обмене, а также и темпераментом, что приводит к различию в мышечной деятельности. В связи с этим поддерживающая потребность также варьирует и может быть то больше, то меньше величин, принятых за средние.

Состояние упитанности влияет также на величину потребностей. Чем упитанность выше, тем выше потребность в энергии и протеине.

Приведенному утверждению противоречат наблюдения С. К. Шорникова [1], который нашел, что теплопотеря у голодающих волов разной упитанности по отношению к поверхности тела одинакова, а по отношению к единице веса теплопотери у тощих волов даже выше. Хотя речь идет не о теплопотерях при голодании, а о потребности на поддержание жизни, вывод Шорникова мы упоминаем, так как обмен при голодании используется для измерения этой потребности. У тощих животных потери тепла при голодании могут быть выше, чем у упитанных, так как при температурах ниже критических подкожный жир защищает более упитанных животных от части потерь тепла. Критические же температуры для животных, тем более разной упитанности, могут различаться. Судя по наблюдениям Шорникова, условия проведения опытов по основному обмену и их использование для установления потребности на поддержание жизни требуют уточнения. Опыты М. Ф. Томмэ, Р. Н. Одынец и М. И. Титовой [2] привели к выводам, противоположным выводам С. К. Шорникова, хотя и здесь респирационные опыты у голодающих животных проводились при температуре ниже критической. Во всяком случае, разрешение вопроса о связи потребности на поддержание жизни с упитанностью требует, повидимому, опытов при кормлении, а не опытов с голодающими животными.

Более обильное предшествующее кормление сказывается в последующем на величине потребностей. У молодых животных по мере роста потребность в энергии, отнесенная к единице веса (или поверхности), понижается.

Наконец, на величину потребности влияют внешние факторы и прежде всего температура среды. В опытах, проведенных с голодающими свиньями, наблюдалось, что с повышением температуры среды потеря тепловой энергии до некоторого предела понижается, а затем опять начинает повышаться. Наименьший обмен наблюдался при критической температуре тела. Критическая температура для крупного рогатого скота и свиней указана на стр. 192. Для овец она принимается 15—18°.

Как уже указывалось, подробное выяснение величины поддерживающей потребности признавалось необходимым для определения продуктивной части общей потребности животных. В то же время ни поддерживающую, ни продук-

[1] С. К. Шорников. Влияние упитанности на величину поддерживающего корма. Доклады ВАСХНИЛ, 1938, в. 19—20.

[2] М. Ф. Томмэ и др. Влияние упитанности на величину поддерживающего корма у кроликов. Вестник с.-х. науки, животноводство, № 2, 1940.

тивную части общей потребности продуцирующего животного раздельно определить в одном опыте невозможно.

Поэтому допускалось, что поддерживающая часть остается неизменной и ее-то и разыскивали в отдельных опытах как при умеренном кормлении, так и при голодании. Из общей потребности вычитали поддерживающую и таким образом определяли продуктивную часть потребностей.

Однако, как выяснилось позднее, расход на поддержание зависит от очень многих факторов, из которых наименее трудно контролируемым является мышечная активность. Не менее важными факторами являются окружающая температура и эндокринная деятельность. Поэтому признание потребности на поддержание жизни величиной постоянной и зависящей только от поверхности тела, неверно.

Однако потребность на поддержание жизни, определенная каким-либо путем, очень часто привлекалась для определения продуктивной части корма.

Такой способ определения одной из потребностей через другую приводил к значительным колебаниям потребностей на продукцию. Колебания потребностей на продукцию противоречили укоренившемуся мнению о постоянстве расхода энергии на образование единицы продукции. Постоянство расхода на продукцию особенно поддерживается Мельгором (Дания), Брейремом (Норвегия) и Клейбером (США) до такой степени, что названные авторы в случае колебания продуктивных потребностей — считали опыты недостоверными.

Мельгор [1], ссылаясь на свои опыты с возрастающими добавками кормов к рационам животных (рис. 24), пришел к заключению, что среди однотипных животных наблюдается большое индивидуальное непостоянство потребностей на поддержание жизни. При одинаковых уровнях кормления однотипных животных продуктивность была ниже у тех животных, у которых расходы на поддержание жизни повышены.

К. Брейрем [2], доказывая постоянство расхода на образование продукции у откармливаемого крупного рогатого скота, должен был заключить, что быки в опытах Г. Фингерлинга расходовали на поддержание жизни наибольшее количество энергии, а коровы Мельгора — наименьшее из всех обработанных им опытов. Никаких объяснений этому явлению Брейрем не дает.

Очевидно, что, принимая одну из составляющих общей потребности за постоянную, все изменения, какова бы причина их ни была, придется отнести к другой составляющей, в данном случае к поддерживающей потребности.

Однако можно ли поддерживать жизнь животного, когда оно не производит продукции и когда ее производит, одними и теми же средствами. Представляется весьма вероятным, что поддержать жизнь непродуцирующего животного можно такими средствами, которые мало пригодны для поддержания жизни продуцирующих животных, особенно на высоких уровнях производительности. Очень часто высокопродуктивное животное, продолжающее непрерывно продуцировать, погибает из-за невнимания к его специфическим потребностям, удовлетворение которых необходимо в связи с его состоянием, но именно для поддержания здоровья и жизни.

Поэтому определенная описанными выше приемами потребность на поддержание жизни имеет значение в практике кормления животных при передержках непродуцирующих животных, но ей нельзя придавать значение основы как для расчета рационов, выходящих далеко за пределы изученных примеров питания, так и при разрешении теоретических вопросов, особенно

[1] См. сноску на стр. 269.

[2] K. Breirem. Grunnlaget for fôrmiddel — vurderingen kungl. Lantbruksakademiens Tidsskrift, m.83, 1944.

в тех случаях, если для конкретного случая изучаемого кормления применяются «средние величины» потребности на поддержание жизни или величины, определенные в отдельных опытах и на иных животных.

ПОТРЕБНОСТИ В СВЯЗИ С РЕПРОДУКЦИЕЙ

В замечательном в свое время учебнике проф. Н. П. Чирвинского [1] в разделе «Учение о кормлении» питание в связи с воспроизводством совершенно не рассматривалось. В то время теории этого вопроса не существовало. В разделе «Зоогигиена» того же учебника имеются основанные на практических наблюдениях рекомендации — самцов в неслучной период кормить умеренно, а в период случки добавлять зерно, причем овсу и бобовым приписывается особенно сильное влияние на функции половой сферы [2]. В этом же учебнике есть ценные, но крайне краткие, выраженные в общей форме, указания по кормлению беременных маток.

Двадцать с лишним лет спустя проф. И. П. Попов [3] мог сообщить уже более подробные данные.

По проф. Попову, колебания плодовитости могут быть вызваны различными факторами, в частности они могут явиться следствием несоблюдения правил кормления, содержания и эксплуатации животных. Он не рекомендует допускать ни ожирение самца, ни истощение его, но поддерживать его вес на постоянном уровне, достигая этого равномерным кормлением с довольно узким белковым отношением 1 : 5.

Проф. Попов указывает, что самцы-производители особенно нуждаются в белке, «так как много расходуют его в семенной жидкости во время отправления акта случки; вместе с тем, они нуждаются также в солях фосфорной кислоты и преимущественно хлористого натрия».

Практически племенных производителей-самцов рекомендуется кормить сеном лучшего качества, овсом и 1—$1^1/_2$ *кг* бобовых зерен на 400 *кг* живого веса. Кормами, ослабляющими организм, понижающими половую энергию и плодовитость, считаются солома, плохое сено, мякина, свекла, картофель, барда.

И. П. Попов указывает, что наблюдавшееся в крестьянских хозяйствах кормление быков всю зиму соломой приводило к половому бессилию, проходившему только с выгоном на пастбище. Подобное же бессилие наступало и при обильном кормлении, особенно кормами, богатыми жиром и сахаром, которые, вызывая ожирение, окончательно подавляют половую деятельность.

Половая активность, как пишет автор, может быть искусственно возрождена, однако этого не следует делать, так как у импотентных самцов в их семенной жидкости (сперме) обыкновенно либо вовсе нет спермиев, либо они нежизнеспособны.

Эти совершенно правильные соображения в последующем советскими учеными были развиты в систему научного обоснования кормления племенных производителей.

В конце двадцатых годов нашего столетия и позднее появлялись попытки применить к питанию самцов и самок принцип полного возмещения трат. Собирали сперму самцов, подвергали ее анализу и сжиганию в калориметре с целью определения, сколько веществ и энергии выносится из организма с половыми продуктами. Имелось в виду добавлять соответствующее количество

[1] Н. П. Чирвинский. Общее животноводство, II изд. А. Ф. Девриена, СПб, 1906.

[2] Рекомендация вводить овес и бобовые зерна на фоне кормления грубыми кормами, соломой и сеном, вполне резонна.

[3] И. П. Попов. Скотоводство, изд. 4, Петроград, 1915.

веществ к поддерживающему корму, чтобы тем самым дать количество питательных веществ, необходимое племенным самцам. Равным образом производили анализы эмбрионов на разных ступенях развития, чтобы найти потребности беременных самок. В качестве иллюстрации приведем данные по составу эмбрионов свиней (табл. 44).

Таблица 44

Состав эмбрионов свиней

Неделя супоросности	Вес зародыша (*г*)	Сухого вещества	Протеина	Жира	Золы	Валовой энергии (*ккал/г*)	Железа	Кальция	Фосфора
		в процентах					в процентах		
6-я	15,78	8,15	6,38	0,52	1,33	0,453	0,0024	0,153	0,142
11-я	388,0	10,35	7,38	0,64	2,25	0,496	0,0033	0,540	0,292
16-я	1303,0	17,05	10,09	0,96	3,42	0,773	0,031	0,950	0,545

Однако в результате таких исследований добавки на развитие плода и на спермопродукцию были подсчитаны весьма незначительной величины, в частности для самцов они, можно сказать, несоизмеримо малы сравнительно с поддерживающим питанием. Несомненно, в период половой деятельности обмен увеличивался и суммирование расхода питательных веществ на поддержание жизни с затратой, соответствующей выведению веществ в сперме, не соответствовало действительным потребностям животных, обусловленной интенсивной нервной и мышечной деятельностью.

В общем надо считать неудачной и попытку определять потребность самок для воспроизводства как сумму потребности на поддержание жизни и потребности на образование продуктов зачатия. Такая сумма соответствовала бы потребности только в случае определенного физиологического состояния, но при иных состояниях ее необходимо было либо увеличивать, либо даже уменьшать.

При научной разработке проблемы питания в связи с воспроизводством, главнейшие достижения в которой принадлежат советским ученым, были вскрыты многие важные закономерности, касающиеся питания как самцов, так и самок.

В недавнее время появились указания на важное значение для процесса воспроизводства соответствующей подготовки к случке самцов и самок, обеспечивающей необходимую разницу в половых элементах производителей [1]. Эту разницу следует создавать разным их кормлением. Вначале проф. В. К. Милованов считал, что разницу вполне достаточно обеспечить различием зольного состава кормов. Для самцов рекомендовалось кислое по золе кормление, а для самок щелочное. Позднее эти рекомендации были видоизменены и выли-лись в предложение самок кормить рационами из вегетативных кормов — объемистых и сочных, а самцов — из кормов концентрированных.

Проверка этих рекомендаций в опытах наших сотрудников П. А. Наумова и Т. Н. Селезневой, проводившихся на свиньях, дала основания к несколько иной формулировке условий кормления производителей перед случкой. Если

[1] В. К. Милованов. «Советская зоотехния», № 2, 1950. Его же. Учение о жизненности в применении к сельскохозяйственным животным. «Агробиология», 1952, № 3. См. также: Н. Я. Никулина. Повышение жизненности потомства при близкородственном разведении посредством несходного кормления. «Советская зоотехния», 1951, № 3.

состояние самца и самки нормально и они получают полноценное кормление, то необходимая разность половых элементов обеспечивается, повидимому, их половой разницей обмена. Репродукция протекает успешно и качество приплода хорошее. Если же состояние животных и применяемое при этом кормление в каких-либо отношениях недостаточно, то только при недостаточностях разного порядка воспроизводство будет успешным.

Несходное кормление самцов и самок ведет к повышению жизненности потомства даже при близкородственном разведении. Хорошее потомство получается при спаривании родственных самцов и самок, содержавшихся в разнородных условиях [1].

Благотворное действие разницы в кормлении самцов и самок в период случки, по данным проф. Милованова, Никулиной и др., сказывается на кроликах, овцах и свиньях; возможно, что и крупный рогатый скот не является в этом отношении исключением [2].

Разнотипное кормление производителей, повидимому, имеет большее значение при пониженной полноценности и меньшее при высокой полноценности кормления самцов и самок.

В молочном животноводстве, а иногда и в свиноводстве, подготовка к спариванию обычно совмещается с интенсивной лактацией. Поскольку есть основания считать, что прохолосты и яловость высокомолочных животных связаны с неудовлетворительным их состоянием, представляют исключительный интерес исследования В. А. Скворцова [3] о воздействии кормления на воспроизводительные функции самок сельскохозяйственных животных.

В. А. Скворцов вызывал овуляцию у крольчих и у неполовозрелых самок — подсвинков, применяя инъекцию препаратов, приготовленных из некоторых кормов или скармливая крольчихам соки из этих кормов и, наконец, сами корма.

Гонадотропным действием обладали не все корма. На основании результатов своих многочисленных опытов автор пришел к заключению, что функцию яичников возбуждают растения, содержащие фермент полифенолоксидазу и что действует на животных или фермент, или его «обломки». Помимо лабораторных исследований, В. А. Скворцов провел производственные опыты. Введение кормов или сока из кормов, содержащих активные вещества, в рацион самок приводило к лучшим зачатию и расплодам по сравнению с контрольными животными. В этом исследовании мы имеем пример специфического действия кормления на функциональное состояние воспроизводительных органов животных.

В зарубежной литературе описываются исследования эстрогенного действия кормов [4].

Эстрогенным или эстрогеноподобным действием обладают вещества, содержащиеся в растениях семейства бобовых и в кормах, приготовленных из этих растений. Растения из семейства злаковых и корма из них такого действия не показали.

Как показали интересные опыты М. Н. Маньковской и проф. А. В. Квасницкого, состояние созревших яиц в организме самки находится в прямой

---

[1] С. Г. Давыдов. Инбридинг и условия содержания животных. «Советская зоотехния», № 10, 1940.

[2] П. И. Пакенас. Воспроизводительная способность крупного рогатого скота при зеленом и зерновом типах кормления. Институт биологии АН Литовской ССР, 1954.

[3] В. А. Скворцов. Труды Вологодского молочного института. 1955, т. XIII, стр. 23—28.

[4] S. Bartlett a oth. Эстрогены в траве и их возможное влияние на молочную секрецию. Nature, 1948, 162, 845. E. Cheng a oth. Обнаружение эстрогенных веществ в люцерне и клевере, скармливаемых овцам при откорме. Journ. Anim. Sci. 12, № 3, 507—514.

зависимости от характера питания самок в период, предшествующий оплодотворению.

В описываемых опытах изучалось влияние кормления на генеративную функцию яичников кролика (табл. 45). Под опыт были поставлены 4 группы животных породы фландр и исследование продолжалось 5 месяцев (период подопытного кормления).

Вторая подопытная группа отличалась от четвертой контрольной только тем, что самки второй группы регулярно, в течение 2—3 месяцев, покрывались вазэктомированным самцом. Авторы полагали, что частое (до 10—12 раз) вызывание овуляции должно повлечь за собой истощение яичников. Результаты опытов приведены в табл. 46.

Таблица 45

Рационы подопытных кроликов

Группа	Питание	Суточная дача (*г*)						Кормовых единиц в сутки
		овса	вико-овсяной зеленой массы	вико-овсяного сена	свеклы кормовой или моркови кормовой	молока	переваримого белка (*г*)	
I	Обильное	150—160	800 [1]	200	300—500	80—100	20—25	0,270—0,300
II—IV	Среднее	50	800	200	100—200	—	10—12	0,120—0,130
III	Скудное	—	800	200 [2]	50	—	8—10	0,080—0,100

Таблица 46

Влияние питания на состояние созревших яиц в матке крольчихи

Группа	Число животных в группе	Живой вес (*кг*)		Вес одного яичника (*г*)	Число яйцеклеток, выделенных на одну овуляцию	Средний объем зрелой яйцеклетки (тысяч куб. микронов)	Объем всех яйцеклеток в среднем на одну крольчиху (млн. куб. микронов)	Число зрелых, но не лопнувших фолликулов в среднем на одну крольчиху
		в начале опыта	в конце опыта					
I, опытная	8	2,360	4,614	0,33	12,75	620	7,5	0,9
II, опытная	6	2,339	4,010	0,49	10,1	630	6,5	2,25
III, опытная	7	2,370	3,200	0,23	7,0	590	3,5	5,42
IV, контрольная	8	2,328	3,960	0,25	10,2	580	6,0	0,38

Большой вес яичников второй группы объясняется тем, что в них к моменту убоя от предшествующих овуляций сохранились желтые тела. Из табл. 46 видно, что вес яичников, число яйцеклеток, выделяемых за одну овуляцию, и объем всех яйцеклеток находятся в прямой зависимости от достаточности питания. Если судить по весу яичников, то предполагавшегося авторами истощения яичников частыми овуляциями у второй группы не произошло, но если учесть количество не лопнувших зрелых фолликулов у скудно кормившейся,

[1] В рацион включалась или вико-овсяная зеленая масса, или вико-овсяное сено.
[2] Кроме того, давалось 100 *г* соломы.

«голодной», и у обильно кормившейся групп, то признаки недостаточности налицо. Общий вывод из этих опытов таков: плохое кормление ослабляет генеративную функцию яичников, ухудшает качество яиц, часть фолликулов созревает, но не лопается. Достаточное и даже обильное кормление оказывает обратное влияние.

Известно, что предшествующее питание сказывается на проявлении охоты у самок. Так, например, у сильно истощенных самок не наблюдается созревания яиц и течки. Такое же действие вызывается и частичными недостаточностями, как, например, систематическим недостатком белка и фосфора в пище.

Наоборот, при белковом перекармливании наблюдается ясно выраженная охота, но случки не приводят к оплодотворению. По данным проф. А. С. Со-

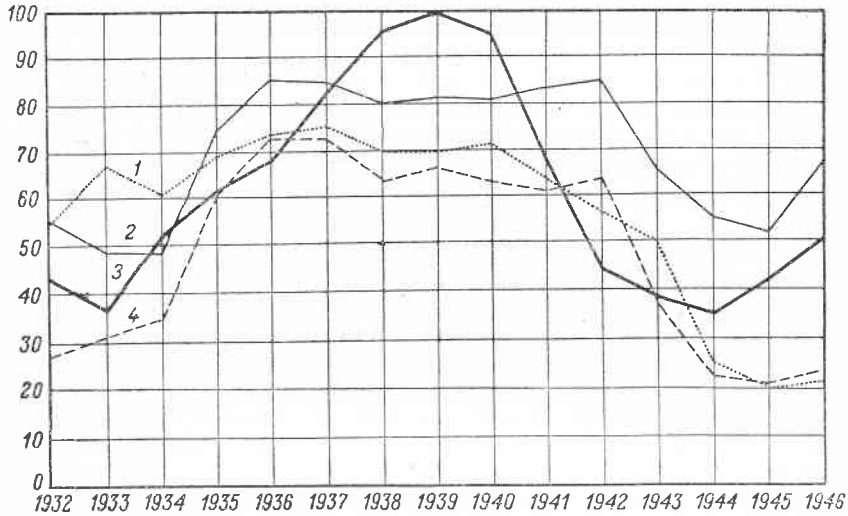


Рис. 15. Средние показатели воспроизводства и обильности кормления в стаде из 500—600 коров по годам в одном из хозяйств (по И. С. Маркову).

1 — число коров, имевших нормальный сервис-период до 90 дней; *2* — процент коров, пришедших в охоту после отела в нормальный срок до 60 дней; *3* — расход кормов на одну коровy в процентах к благополучному году, *4* — число коров, оплодотворенных после первой случки.

луна и другим данным, для достижения у самок правильного течения процесса овуляции и появления течки необходимо систематическое внимание к правильному питанию самок (рис. 15).

Когда самка не страдает какими-либо расстройствами, мешающими успеху оплодотворения, решающая роль в оплодотворении принадлежит самцу и зависит не только от активности самца, но и от качества спермы.

Последнее положение можно было допустить как весьма вероятное, но доказать его удалось только в связи с работами, представляющими собой исключительную заслугу советских ученых по развитию и усовершенствованию метода искусственного осеменения [1].

Этот метод дал возможность не только получать сперму самцов, но и объективно ее характеризовать. В качестве признаков объективной характеристики спермы приняты: 1) объем эякулята в миллилитрах, 2) глазомерная оценка густоты спермы, 3) подвижность (активность) спермиев, 4) количество спермиев в единице объема спермы, 5) резистентность спермиев (по отношению

[1] В. К. Милованов. Искусственное осеменение сельскохозяйственных животных. Изд. 5, Сельхозгиз, 1940.

к раствору поваренной соли) и 6) количество незрелых и патологических форм спермиев в эякуляте.

Названные выше показатели качества спермы колеблются в зависимости от: 1) возраста самцов, 2) степени их половой утомленности, 3) размера и качества питания. Факт колебаний принятых показателей, однако, еще не означал, что они могут иметь значение для предсказания эффекта оплодотворения, для браковки самцов, для разработки мероприятий по исправлению этих показателей. Нужны были доказательства, что сперма с одними качественными показателями обеспечивает оплодотворение, а с другими его не обеспечивает.

Такие доказательства получены для разных видов животных. В качестве примера, содержащего систематические данные, приведем табл. 47 [1].

Из этих данных следует, что более густая сперма, содержащая большое число и более активных спермиев с повышенной резистентностью, неизбежно приводила к лучшему эффекту оплодотворения. Видно также, что лучшая по качеству сперма получается от вполне зрелых самцов, а не от молодых или уже

Таблица 47

Оценка качества спермы петухов

№ петуха	Возраст петухов (лет)	Качество спермы				Заложено яиц в инкубатор	Из них (в процентах)	
		густота	активность (балл)	количество спермиев (млн.)	резистентность		оплодотворенных яиц	выведено цыплят из оплодотворенных яиц
16	3	Г	5	7,0	4500	38	83,0	89,7
5661	3	С	3	2,0	2500	25	68,5	81,4
972	2	Г	5	9,0	4500	20	100,0	88,6
776	2	С	4	1,0	2500	50	74,2	79,5
727	1	Г	5	6,6	3500	42	95,2	92,0
719	1	С	3	1,5	2000	34	82,4	84,6

стареющих. Таким образом, предложенные показатели качества спермы могут служить для характеристики как ценности самого производителя, так и эффективности того или иного на него воздействия, в частности кормления.

В. Н. Борсук и др. [2] описали случай бесплодия кроликов под влиянием неполноценного пищевого режима. Подопытные животные кормились соломой и картофелем. Такое кормление для животных, назначаемых в размножение, должно быть признано разносторонне недостаточным. При кормлении соломой и картофелем у животных наблюдалось понижение половой активности с изменением реакции полового аппарата на коитус. Вес гипофиза и его гонадотропная активность оказались в результате неполноценного кормления пониженными. Такое функциональное состояние гипофиза и яичников объясняет наблюдавшиеся в опыте неудачи с применением пролана. Действие пролана как стимулятора, могущего вызвать эструс, овуляцию и беременность, возможно только тогда, когда гипофиз и яичники находятся в нормальном функциональном состоянии.

[1] М. Я. Чайковская. Физиологические свойства спермы петухов и связь их со степенью оплодотворенности яиц у кур. Доклады ВАСХНИЛ, в. 1, 1948, стр. 43—48.

[2] В. Н. Борсук, М. Т. Закс и Е. Ф. Павлов. О механизме влияния внешних факторов на воспроизводительную функцию животных. Тр. Физиологического ин-та им. И. П. Павлова АН СССР, отд. оттиск, 1949.

С тех пор, как в первых исследованиях, сопровождавшихся оценкой качества спермы (В. В. Половцева [1]), была показана тесная связь спермиогенеза с питанием, проведено много работ по выяснению этой проблемы.

Прежде всего следует упомянуть о систематических исследованиях В. Д. Евдокимова [2], в которых изучалось влияние белковых дополнителей к рациону на спермиогенез у жеребцов и быков. Повышенный приток белка в рационе самцов содействовал спермиогенезу.

Это положение подтверждено целым рядом исследований (Смирнова-Угрюмова, Лаптева, Буйбуганова и др.). Есть указания на необходимость доставки животным соответствующего количества органических питательных веществ, минеральных веществ и витаминов. Потерю способности к воспроизводству и более или менее серьезные нарушения в воспроизводстве за последние 20—25 лет считают прежде всего связанными с недостатком в корме кальция и каротина. В последующем перечень необходимых факторов был значительно расширен, и теперь к ним относят кальций, фосфор, железо, кобальт, марганец, белок (протеин), общий приток питательных веществ и некоторые из витаминов. Однако нет еще полной ясности, необходима ли систематическая доставка всего набора питательных веществ или же имеются критические периоды, в которые прежде всего должно быть обеспечено поступление отдельных из важных элементов питания. Есть основания считать существенным достаточное питание в критические периоды.

Т. Н. Селезнева [3] в опытах на свиньях исследовала влияние кормления самок в разные моменты цикла на успех воспроизводства. Автором получены вполне определенные результаты, показывающие, что в рационы свиноматок должны входить либо трава (летом), либо объемистые грубые и сочные корма (зимой), по крайней мере в течение двух месяцев перед случкой и в течение двух последних месяцев супоросности, для того чтобы воспроизводство было хорошим. Наряду с указанными требованиями к составу рационов необходим систематический моцион зимой, а летом содержание в лагерях.

Критическим периодом является, повидимому, период созревания яйца вплоть до момента имплантации оплодотворенного яйца. В этот период эмбрион является весьма чувствительным к вредным влияниям со стороны внешней среды, в частности, вызванным недостатком в организме таких факторов, как витамины.

К подобным же следствиям приводят недостаток в пище матери витамина Е в период оплодотворения, комплексный гиповитаминоз В и, в еще более резкой форме, введение в организм матери с кормом продуктов окисления жиров пищи (стр. 78).

Повидимому, гибель эмбриона в момент имплантации может быть вызвана накопленными в организме матери вредными продуктами обмена. Этим может быть объяснено временное бесплодие у коров, длительно перекармливающихся протеином.

Причиной такой гибели являются или авитаминоз Е, или кормление прогорклыми кормами, содержащими продукты прогоркания альдегиды и кетоны.

---

[1] В. В. Половцева. Некоторые данные о продукции сперматозоидов у лошадей. Тр. Гос. ин-та экспериментальной ветеринарии, 1927, т. IV, в. 2, стр. 66—81.

[2] В. Д. Евдокимов и С. М. Кабозов. Влияние комбикорма с рыбной мукой на спермопродукцию племенных жеребцов, а также племенных быков. Записки Пушкинской зоотехнической лаборатории, 1939, в. 20, стр. 413—422 и 423—431. В опытах Евдокимова производители содержались летом без травы. Качество сена также неизвестно и, возможно, оно не всегда было высоким. В таких условиях протеины животного происхождения приобретают большое значение, в частности как источник тех аминокислот, которые могли быть доставлены в сене и траве хорошего качества.

[3] Т. Н. Селезнева. Роль объемистых кормов в кормлении свиноматок. Работы по кормлению с.-х. животных, изд. Ленинградского ветеринарного института, 1953.

Профессор Казанского ветеринарного института И. Попов еще в 1893 г. [1] предупреждал против скармливания животным кормов с испорченным жиром, указывая, что «старые жиры вредны для организма».

В кормах хозяйств, в которых наблюдались перекрытия коров после, казалось бы, наступившего оплодотворения, мы находили высокое содержание альдегидов и кетонов. Особенно много их бывало в измельченных злаковых кормах и почти не содержалось в жмыхах, хранившихся в плитках.

Если этот первый критический период пережит эмбрионом, то в дальнейшем он защищается от вредных воздействий развившейся плацентой. Но в тех случаях, когда организм матери терпит сильный недостаток в тех или иных веществах, и в этой стадии возможны нарушения, заканчивающиеся неинфекционными абортами или рождением уродливых нежизнеспособных или гиповитаминозных детенышей. Проф. А. С. Солун описал случаи таких абортов и указал средства к их профилактике — введение в рацион маток недостававших факторов. Для предупреждения таких явлений необходимо достаточно укомплектованное питание самок во вторую половину беременности (перед родами).

Таким образом, предродовой период также является критическим периодом в процессе воспроизводства.

Следующим критическим периодом должен быть признан период полового созревания особи. Приобретающая в этот момент большое значение функция эндокринных органов зависит в большей мере от достаточного питания, в частности от притока витаминов. Имеются данные, что длительный гиповитаминоз комплекса витаминов В у животных обоего пола и витамина А и Е у самцов может быть причиной задержки наступления половой зрелости, развития инфантилизма и даже дегенерации семенников (последнее при недостатке витамина Е). Эти нарушения, приобретающие конституциональный характер, обычно не устраняются возвращением животным нормального и даже усиленного питания.

Общий недостаток пищи, недостаток органических веществ, в результате которого приостанавливается рост молодых животных и падает живой вес взрослых, может задерживать репродукцию — спермиогенез у самцов, овуляцию у самок. Выше было указано на роль протеина в спермиогенезе у самцов. Необходимо также отметить, что и самки нуждаются в достаточном притоке протеина.

Недостаток протеина в пище самок, повидимому, влияет и на успех оплодотворения, а также на нормальное развитие плода в период эмбрионального развития. Проф. М. Н. Яковлев [2] сообщает, что кормовой рацион коров, содержавший 6—7 *кг* сухого вещества и в том числе около 14% переваримого протеина, привел к увеличению их веса к концу стойлового периода на 21 *кг* и к рождению телят весом 30,7 *кг*. Коровы же, получавшие в полтора раза больше 10,9 *кг* сухого вещества, но с 9% переваримого протеина, убыли в весе за тот же срок на 22 *кг* и принесли телят со средним весом 27,7 *кг*, т. е. на 3 *кг* ниже. Вторая группа коров, получавших кормов больше, чем первая, в рационе не имела сена, которого ей явно нехватало.

Требования к качеству протеина повышены у свиней больше, чем у жвачных, что, повидимому, объясняется возможностью синтеза протеина в рубце последних. В частности, протеины зерновых кормов для свиней по качеству недостаточны. Результаты значительно улучшаются, если зерновые корма

---

[1] И. Попов. Важнейшие теоретические и практические основания общей и частной зоотехнии. Учен. записки Казанского ветеринарного института, т. IX, 1892 и X, 1893.

[2] М. Н. Яковлев. Откорм сельскохозяйственных животных и птиц, часть 1. Сельхозгиз, 1948.

дополняются зеленью и сеном из бобовых растений. В наших опытах со свиноматками при систематическом введении бобового сена дополнительно к рациону из зерновых и животных кормов уменьшилось число покрытий на одно успешное оплодотворение, уменьшилось число яловых маток и увеличилось число крепких поросят в помете сравнительно с контрольной группой. Контрольная группа получала концентратное кормление, дополненное белковыми кормами животного происхождения.

При систематическом бедном по фосфору питании наблюдается прекращение ритмичных течек у коров и телок, но этому расстройству предшествует падение аппетита и прогрессирующее истощение.

У животных, облучаемых солнечным светом, в период пастьбы на зеленой траве наблюдаются подобные расстройства, если пастбище бедно по содержанию фосфора. Это относится прежде всего к крупному рогатому скоту, который и в сене и в траве получает достаточное количество кальция. У свиней же значительно чаще можно столкнуться с расстройствами, вызванными недостатком кальция, поскольку их рационы обычно достаточно богаты фосфором. Расстройства в репродукции могут быть вызваны недостатком иода. В этих условиях возможно рождение «зобатого», нежизнеспособного потомства. Иногда рождение зобатых телят являлось неожиданностью. Как это теперь стало известно, есть основание связывать его с избыточным введением в корме коров-матерей поваренной соли (Митчелл)[1].

Рацион быков, содержавший около 25 *мкг* марганца на 1 *кг* корма, был достаточен для роста, но недостаточен для продукции нормальной спермы, и нужно было вдвое больше марганца, чтобы устранить этот недостаток.

Проф. А. С. Солун [2] и его сотрудники в ряде работ показали исключительную роль витамина А и каротина в профилактике неинфекционных абортов у кобыл. В. Е. Кондыревым и другими установлено, что запасы каротина и витамина А к весне у животных истощаются, особенно в тех случаях, если каротина мало в сене. Недавно было выяснено, что в некоторых случаях стерильность животных зависит от недостатка витамина С (аскорбиновой кислоты). Витамин С оказался необходимым как самцам (быкам, жеребцам, хрякам), так и коровам с устранимой яловостью. Повидимому, введение витамина С необходимо тем животным, у которых нарушен нормальный его синтез в теле. Самкам витамин С необходим в период случки и в первую половину беременности, а самцам во все время племенной работы. Витамин Е, широко известный как связанный со стерильностью животных, по последним данным, не имеет прямого отношения к воспроизводству. Как теперь известно, его недостаток в пище может привести к мышечной дистрофии, но он не является необходимым для репродукции и исправления стерильности у быков, коров и коз.

Заслуживает внимания динамичность потребностей самок по мере развития эмбрионов.

Относительный состав кормовой дачи самке по мере роста эмбрионов должен меняться независимо от того, доставляются ли матке питательные вещества только для развития плода или имеет место избыток для создания некоторых запасов. Это находит свое выражение в требовании изменять процент доставки протеина в корме по мере беременности, изменять процент минеральных веществ и особенно их соотношения и т. п.

В качестве примера приведем изменение потребности супоросных свиноматок в кальции и фосфоре и в соотношении этих элементов в пище (табл. 48) [2].

[1] H. H. Mitchell. Минеральные потребности с.-х. животных. Journal anim. Science, 1947, т. 6, № 4, стр. 365—377.

[2] Проф. А. С. Солун и др. Труды Московского зооветеринарного ин-та, т. III, 1939 и т. IV, 1940.

Таблица 48

Потребность супоросных маток в кальции и фосфоре, выраженная в процентах сухого вещества рациона

Декады супоросности	Требуется		Отношение Ca : P
	кальция	фосфора	
VI	0,09	0,17	0,5
VII	0,10	0,19	0,6
VIII	0,15	0,20	0,7
IX	0,20	0,22	0,9
X	0,26	0,23	1,1
XI	0,35	0,27	1,3
XII	0,43	0,29	1,5

Удовлетворить указанные изменения потребностей возможно только систематическим изменением кормового рациона.

Как показали исследования, питание косвенно может влиять и на многоплодие. Многоплодие (плодовитость) считается наследственным признаком, причем у крупного рогатого скота и овец оно определяется количеством созревающих яиц, у лошадей количеством оплодотворенных яиц и у свиней количеством яиц, развившихся (из оплодотворенных) до стадии рождающегося детеныша. Одновременному созреванию нескольких яиц, например у овцы, соответствует усиление деятельности половых желез, которое в свою очередь зависит от усиления деятельности гипофиза.

У свиней при недостаточном питании возможно рождение замерших, мумифицированных поросят. Рождение слепых, нежизнеспособных, с ненормальностями строения поросят, в частности, наблюдается при недостатке в пище свиноматки каротина и витамина А.

Крупноплодность в значительно большей степени, если не исключительно, зависит от питания. На овцах, коровах, кобылах и свиноматках показано, что вес приплода при рождении зависит от интенсивности питания матери и именно в последнюю треть беременности. У крупного приплода сильнее развита способность к теплопроизводству, терморегуляции и теплоотдаче. В одних и тех же условиях содержания крупный приплод легче выживает, в то время как мелкий хиреет и часто погибает, в частности от холода.

В опытах С. В. Галибина, П. Д. Пшеничного и А. Г. Смердова (1934) [1], в опытах И. П. Трошина (1939) [2] и во многих других при увеличении обильности кормления коров увеличивается вес телят при рождении. Д. И. Муганлинская (1941) [3] обнаружила в пригородных хозяйствах г. Баку, что недостаток каротина в рационах сухостойных коров приводил к заболеванию новорожденных телят поносами и к гибели. Н. Т. Емелина [4] (1954) наблюдала в подмосковных совхозах, что кормление коров-матерей в последний период стельности оказывает сильное влияние на состояние новорожденных телят. Особенно сказывался недостаток обеспеченности коров витамином А.

[1] С. В. Галибин, П. Д. Пшеничный и А. Г. Смердов. Влияние различного кормления стельных коров на молочную продуктивность и развитие приплода. «Техника мясо-молочного скотоводства», 1934, № 48.

[2] И. П. Трошин. Влияние кормления стельных коров на вес телят при рождении. «Соц. животноводство», № 12, 1939, стр. 61—68.

[3] Д. М. Муганлинская. Причины падежа телят в пригородных хозяйствах г. Баку, «Советская зоотехния», 1941, № 1, 29—34.

[4] Н. Т. Емелина. Уровень каротина и витамина А в крови как критерий обеспеченности молодняка скота и телят витамином А. Сб. работ по кормлению с.-х. животных, Сельхозгиз, 1954, стр. 222.

И. И. Задерий (Московская сельскохозяйственная академия им. Тимирязева) сообщает, что дополнение витамином А недостаточных по нему рационов сухостойных коров приводит к более высокому весу телят при рождении и к лучшему последующему их росту и развитию.

Р. С. Бутаева (Московский зоотехнический институт коневодства) показала, что кормление влияет на длительность беременности кобыл, на результаты утробного развития жеребят и что существующий режим кормления кобыл нуждается в улучшении.

Из опытов В. А. Буржене [1] и др. можно заключить, что вес приплода зависит от обильности кормления матки в период беременности, а жизнеспособность от полноценности кормления и от качества условий содержания.

Влияние кормления на течение беременности и на жизнеспособность приплода изучено в большей степени в свиноводстве, чем в молочном скотоводстве. Это объясняется тем, что основной целью содержания свиноматок является получение приплода, в то время как от коров стремятся прежде всего получать молоко, а теленок является как бы побочной продукцией. К тому же на качестве телят сказывается кормление коров не только в сухостойный период, но и в период лактации.

Для получения высококачественных телят сухостойный период коров должен быть не менее 50 дней. При укороченном сухостойном периоде, по А. И. Круглову [2], живой вес телят при рождении понижается на 11—17% против нормального.

Проф. В. А. Щекин [3] отмечает, что для получения крупного приплода имеет «несколько повышенное значение» размеры матери, почему он рекомендует кормить самок так, чтобы они были крупными, и осуждает встречающуюся иногда практику лучшего кормления самцов при одновременно худшем самок.

На августовской сессии (1948 г.) ВАСХНИЛ акад. В. М. Юдин [4] показал ведущее влияние матери на качество получаемого потомства на основе массового материала овцеводческих хозяйств юго-востока СССР. В. М. Юдин указал, что достигнутая высокая продуктивность овец объясняется бо́льшим влиянием на качество приплода матери, чем отца.

В литературе приводятся интересные и убедительные примеры, иллюстрирующие значение утробного питания эмбриона, а также снабжения потомства материнским молоком.

Так, при скрещивании шотландских пони с рослыми шайрами [5] размер жеребенка зависит от того, кто из участников скрещивания — маленькая пони или крупная кобыла породы шайр будет матерью, так как от размеров матери зависит и питание, доставляемое плоду. Метисный жеребенок от шайрской кобылы при рождении в три раза крупнее, чем жеребенок от кобылы пони. Если матерью была пони, то в дальнейшем требовалось скрещивать метисных маток с шайрскими жеребцами еще в двух поколениях, чтобы получить потомство таких же размеров, какое получается уже в первом поколении в том случае, когда жеребец пони скрещивается с шайрской кобылой. Величина жеребенка определяется не только наследственностью отца и матери, но также условиями питания, обеспечиваемого матерью.

---

[1] В. А. Буржене. Разработка приемов подкормки поросят под матками. Отчет кафедры ЛВИ, 1954.

[2] А. И. Круглов. Крупный рогатый скот. Ярославское обл. изд., 1953.

[3] В. А. Щекин. Влияние матери на величину ее приплода. Вестник животноводства, 1946, в. 6, стр. 82—92.

[4] Стенографический отчет сессии ВАСХНИЛ от 31/VII—7/VIII 1948 г. Сельхозгиз, 1948, стр. 343—346.

[5] Д. Хэммонд и др. Разведение животных в связи с окружающими условиями. «Агробиология», 1947, № 4, 6—19.

Значительно ранее того акад. М. Ф. Иванов [1] наблюдал и у овец, что более крупные матки дают более крупных ягнят и что крупность ягнят независима от величины баранов.

Во всех случаях крупность матери подразумевает и более обильное питание зародыша в период эмбрионального развития, а также и более обильное питание в подсосный период, так как ожидают, что крупные матери дают и больше молока.

Наконец, питание матери непосредственно связано со здоровьем и жизнеспособностью приплода, которые, конечно, определяют успех воспроизводства. Это отчасти уже следовало из приводившихся выше примеров. К рождению слабого, а иногда и мертвого потомства приводит недостаток в пище матерей протеина и белка, а также кальция, фосфора, иода, витамина А и каротина.

Влияние кормления матери в период беременности на успех воспроизводства и качество получаемого потомства было показано в нескольких исследованиях. На молочных коровах такие исследования были проведены А. А. Александровой (Ленинградский ветеринарный институт).

По данным, полученным Александровой, М. Е. Гончаровой, В. И. Калпокос и др., исключительную роль для воспроизводства имеет достаточное кормление коров летом травою на пастбище и в подкормке и хорошее качество сена в период зимнего кормления.

На кобылах аналогичный вопрос исследовался Р. С. Бутаевой (Московская сельскохозяйственная академия им. Тимирязева). В этом исследовании хозяйственное кормление кобыл опытной группы дополнялось подкормкой казеином, трехкальциевым фосфором и препаратом витамина А. Контрольная группа такой подкормки не получала. Из опыта видно, что при подкормке кобыл срок утробного развития плода сокращается, выжеребка проходит без осложнений и следующая жеребость начинается нормально, в срок. При подкормке кобыл был получен приплод лучшего качества. Без подкормки все перечисленные показатели воспроизводства были хуже (удлиненная жеребость, случаи задержания последа, многократных перекрытий и яловости и т. д.).

Взаимосвязь между репродукцией и доставкой питательных веществ в организм родителей можно свести к следующим положениям.

1. Недостаток в пище органического вещества, фосфора, витаминов комплекса В и других веществ, понижающих аппетит, вызывает истощение; недостаток протеина и некоторых аминокислот угнетает функции гипофиза (продукцию гонадотропных гормонов) как самцов, так и самок, что выражается в прекращении эструса (течек), потере полового влечения, атрофии тестикул и придаточных органов самца.

2. Недостаток в пище необходимых жирных кислот высшей непредельности (льняной, линоленовой, арахидоновой) влияет на яичники самок. Яичники становятся рыхлыми, с вакуолями. При этом же недостатке наблюдаются атрофия ткани матки, резорбция плода, затяжная беременность.

3. Недостаток витамина А и каротина сказывается на материнском организме в кератинизации и некрозе плаценты, рассасывании плода, затяжной беременности, абортах, рождении нежизнеспособного потомства, иногда слепого, а в отдельных случаях и мертвого.

4. На приплоде, кроме упомянутого выше недостатка витамина А и каротина, сказывается также недостаток витамина Е, ведущий к гибели плода. Недостаток иода приводит к рождению мертвого или слабого, с зобом приплода. Недостаток марганца приводит к слабости приплода при рождении.

5. Воспроизводительная способность самцов, кроме отмеченного выше влияния некоторых факторов на функции гипофиза, находится под влиянием

[1] М. Ф. Иванов. Работы по овцеводству, т. I и II, Сельхозгиз, 1949.

недостатка витамина Е, вызывающего необратимые патологические изменения в генеративном эпителии семенников, недостатка витамина А и каротина, вызывающих обратимые изменения, и недостатка марганца, влекущего за собой атрофию тестикул.

6. Очень высокие дачи белка и органического вещества угнетают репродукцию. Непривычный для животных перекорм белком (протеином) снижает оплодотворяемость и повышает яловость и перегулы. Отметим, что нам приходилось наблюдать в среднем не более 2 отелов в 3 года от коров, получавших в 2—3 раза больше белка в белковых кормах (жмыхах), чем им дается нормально. Такое снижение рождаемости наблюдалось при постоянно повторявшихся безрезультатных случках, число которых на зачатие иногда доходило до 10 и более, при ярко выраженных течках и активной случке. Перекорм органическим веществом, приводящий к ожирению, иногда угнетает функции гипофиза, а иногда приводит к жировому перерождению и инфильтрации яичников. В некоторых случаях стерильность на почве перекорма проходит, а в других случаях животные остаются бесплодными.

Нарушения в репродукции у молодых животных, особенно у первородящих маток, часто проявляются в таких условиях кормления, которые не влекут расстройства воспроизводства у взрослых маток. Нетели, свиноматки-первоопороски терпят страдания там, где взрослые репродуцируют без заметных признаков нарушения воспроизводства. Такое различие, повидимому, объясняется наличием у взрослых маток запасов в теле, повышенными потребностями растущих маток в связи с незакончившимся развитием их организма и минимальной (а возможно и слегка недостаточной) доставкой в пище отдельных элементов питания.

Систематическая избыточная доставка питательных веществ нежелательна, так как она приводит к столь же неблагоприятным следствиям, как и недостаточная. Но временное умеренно обильное кормление, особенно в период наиболее интенсивного роста плода (как это отмечалось и выше), а иногда и в период, предшествующий случке, оказывает благоприятное действие на сперматогенез, овуляцию и развитие эмбрионов.

Репродукция представляет собой физиологическую функцию, поддающуюся влияниям внешних воздействий, в частности кормления. В соответствии с этим при необходимости обеспечить эту функцию питание должно быть подчинено установленным, благоприятствующим воспроизводству условиям. Такие условия питания и определяют род и размер потребностей.

ПОТРЕБНОСТИ В ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВАХ ПРИ РОСТЕ

Питание представляет собой необходимое условие роста и развития молодых животных. Более того, характер роста и развития тесно зависит от поступающей пищи.

Блестящее доказательство возможности воздействовать на рост и развитие сельскохозяйственных животных кормлением принадлежит Н. П. Чирвинскому.

Николай Петрович Чирвинский родился 10 мая 1848 г. С 1882 г. профессор Петровской сельскохозяйственной академии. С 1895 по 1898 г. работал в Ученом комитете Министерства земледелия и государственных имуществ. С 1898 по 1919 г. профессор Киевского политехнического института, где он создал образцовую кафедру и вел неустанно исследовательскую работу. Умер 23 декабря 1919 г. на 72-м году жизни.

Вопросами роста Н. П. Чирвинский занимался более 30 лет и дал ценные исследования в этой области. Он впервые показал возможность улучшения животных путем хорошего кормления в молодом возрасте. Он установил, что

достаточное кормление приводит к ускорению развития в 2—$2^1/_2$ раза отдельных тканей и органов и что особенности питания в молодом возрасте оказывают влияние на строение (и функции) органов, в частности органов пищеварения, что недостаточное питание в молодом возрасте приводит к недоразвитию, черты которого сохраняются на все время жизни животного.

Эти закономерности, установленные Н. П. Чирвинским, определяют значение кормления в молодом возрасте как формообразовательного фактора.

Рост зависит от состояния и наследственности организма, а также от условий среды, которые могут либо ему способствовать, либо его тормозить. К таким факторам среды принадлежат условия кормления, содержания и использования животных. Как показали исследования на растениях (М. Я. Школьник) и на животных (С. И. Боголюбский, Г. Я. Корепанова, В. К. Дыман и др.), некоторые стороны питания могут так влиять на организм, что это влияние сохраняется и в потомстве, т. е. становится «наследственным».

Приложение понятия «потребность» к функциям роста означает такие условия кормления, которые обеспечивают рост, развитие и специализацию в требуемом направлении.

В то же время следует иметь в виду, что: 1) величина прироста зависит от количества пищи; 2) наивысший прирост не всегда совпадает с нормальным здоровьем и требуемым состоянием растущих животных; 3) долговечность животных, способность к нормальному воспроизводству сильно зависит от рода и качества питания в молодом возрасте.

Поэтому понятие о потребностях для роста следует рассматривать в связи с целями, которые преследуются при выращивании молодняка сельскохозяйственных животных.

Как уже отмечалось, величина и вес новорожденных, их крепость и жизнеспособность в значительной мере зависят от состояния матери и от питания ее в период беременности. При достаточном питании в эмбриональный период молодняк рождается хорошо подготовленным к существованию вне организма матери. В постэмбриональный период внешние факторы воздействуют на растущий организм непосредственно, и влияние их на его формирование велико.

Влияя кормлением, содержанием и упражнениями, можно форсировать рост как всего организма, так и его частей, и благодаря этому развитие может быть направлено в необходимую нам сторону.

Характер совершающихся в организме явлений определяется тем, что каждое явление бывает следствием предшествующего состояния. Самым общим и характерным признаком жизни является питание, которое на протяжении жизни индивидуума должно подвергаться определенным изменениям.

Развитие организмов представляет собой итог таких изменений питания.

Необходимость закономерной смены пищи в первое время после рождения животных представляется очевидной и необходимой для нормального развития.

В нескольких опытах молодняк сельскохозяйственных животных длительное время кормили молоком, совсем или почти без включений растительных кормов. При этом наблюдалось отставание в развитии пищеварительного тракта, а иногда и в развитии животного, при хорошем приросте в весе.

В одной из зарубежных работ [1], повидимому, основанной на представлениях о независимости развития от рода пищи, пытались кормить телят возможно дольше только одним молоком.

К молоку добавлялись магний, железо, медь, марганец, кобальт и витамин D, как могущие оказаться в недостатке. Были созданы условия, исключающие поедание чего-либо постороннего, кроме назначенной пищи. При таком

[1] J. W. Thomas и др. Действие на телят рациона из молока, дополненного известными питательными веществами. Journal of Dairy Science, 1954, т. 37, № 6, стр. 656.

кормлении телята умирали в возрасте между 5 месяцами и годом, причем до гибели у них появлялись разнообразные расстройства. После того как эти расстройства появлялись, применение разнообразных средств лечения не давало эффекта. Авторы предполагают, что в молоке чего-то недостает для нормального существования телят в послемолочный период, — того, что доставляется в обычной пище или образуется в рубце нормально питающегося теленка.

Смена рода пищи по мере роста и в связи с развитием является необходимой, притом не только в ранние моменты жизни животных. Попытки вырастить цыплят до 8-недельного возраста на растительной пище, лишенной клетчатки, приводили к неудаче (стр. 477). Если в раннем возрасте необходима определенная пища, соответствующая функциональным возможностям животных, с постепенной сменой, обусловливающей их развитие, то столь же вероятна необходимость смен пищи и в более взрослом состоянии.

В ранние периоды роста формируются важнейшие физиологические и биохимические системы, функции и состояния, не развившиеся в период утробной жизни. По данным биохимии (С. И. Афонский) [1], ряд ферментных систем возникает после рождения животных, причем для развития этих систем необходимо определенное время и соответствующие условия.

Возникновение и развитие ферментных систем под воздействием влияющих на них условий представляет собой одну из основ направленного выращивания животных.

В результате направленного выращивания молодняка формируются животные с различным функциональным состоянием организма и его систем, животные, по-разному реагирующие на предоставляемые им условия питания и существования.

Изменения состава тела и прироста растущих животных определяются анализом туш, а только состава прироста — в балансовых опытах.

Эти изменения имеют характер, в общем не зависящий ни от вида, ни от породы животных (табл. 49).

Таблица 49

Состав тела растущих животных в разном возрасте

Вид животного и питание	Возраст	Состав в процентах			
		воды	золы	протеина	жира
Теленок на нормальном питании	Эмбрион	85,0	1,8	10,5	2,4
	6 мес.				
	При рождении	74,0	4,4	17,8	3,5
	6 мес.	64,0	4,9	19,3	10,4
Молодняк крупного рогатого скота	11 »	62,0	4,7	18,4	14,6
	48 »	53,0	5,0	18,8	23,7
Подсвинок на нормальном питании	3,5 »	66,0	2,3	11,6	18,7
То же на скудном питании	7 »	70,7	3,6	14,6	9,8

Из приведенных в таблице данных видно, что с возрастом систематически снижается содержание воды и возрастает количество сухого вещества.

[1] С. И. Афонский. Биохимические особенности организма растущих сельскохозяйственных животных. Доклад на объединенном пленуме секции животноводства и ветеринарии ВАСХНИЛ в Ленинграде в мае 1954 г.

В сухом веществе возрастает содержание всех компонентов: золы, протеина, жира. Такое изменение состава имеет место только при достаточном питании.

Из таблицы видно, как может измениться возрастной состав тела при недостаточном питании. Более старший, но скудно кормившийся подсвинок имеет в теле значительно больше воды и меньше жира, чем подсвинок в 2 раза моложе, но кормившийся нормально.

Уменьшение содержания воды в тканях растущих животных объясняется одними исследователями изменением коллоидного состояния плазмы клеток, другими — увеличением числа клеток в единице объема ткани.

Питьевая вода должна задаваться растущим животным в достаточном количестве. Недостаток воды в наиболее молодом возрасте приводит к резкому уменьшению роста.

Увеличение содержания золы в растущем организме объясняется прежде всего ростом и окостенением скелета. По мере развития животного процент золы в скелете возрастает почти в $1^1/_2$ раза.

Несмотря на очень хорошее использование зольных веществ молока, у молодняка, питающегося молоком, обычно быстрее растут мягкие ткани, чем прирастает в его теле зола. Это объясняется относительным недостатком золы в молоке. Вот почему у животных, долго кормившихся одним молоком, наблюдаются некоторые расстройства минерального обмена, в частности обмена магния, калия, железа и даже кальция.

Это исправляется своевременным введением в подкормку кормов с достаточным содержанием золы.

При молочном воспитании у молодняка может возникнуть пищевая анемия вследствие недостатка в молоке железа. Содержание железа в молоке матери варьирует в зависимости от доставки ей железа в корме. Введение в пищу матерям подкормок, содержащих железо, предупреждает анемию детенышей.

Недостаток в пище и даже лишение молодняка каких-либо минеральных элементов долго может не проявляться, тем более что малая доставка элементов, как правило, приводит к более экономному использованию запасов и уменьшению выведения этих элементов из организма.

Так, низкофосфорное питание телок в течение нескольких месяцев не отражалось на их росте (стр. 404), и только впоследствии появились характерные расстройства.

Большого внимания заслуживают продолжительные опыты по изучению влияния недостатков питательных, в частности минеральных, веществ на рост и развитие. В качестве примера такого исследования приведем сообщение Давидсона [1] об опытах, проводившихся в Кембриджском университете на 4 поколениях свиней. Под опытом было 3 группы: первая на полном рационе, вторая с недостатком кальция и третья с недостатком белка в пище. Недостаток кальция выявился в первом поколении, и его действие медленно и прогрессивно возрастало. У свиноматок в каждом последующем поколении уменьшалось количество молока, возрастало количество мертворожденных поросят, рост живых незначительно задерживался. Наблюдался рахит и размягчение костей. В группе свиней с недостатком белка понижение молочности свиноматок не наблюдалось, но поросята в момент отъема были хуже, чем у свиней контрольной группы. Живых поросят было больше, чем у свиней контрольной группы, с равным живым весом при рождении, но поросята низкобелковой группы поразительно плохо росли. Некоторые из них достигали веса 80 *кг* к 18-месячному возрасту вместо обычного 6—7-месячного. Плохой рост был у всех поросят этой группы, но отношение к пище, избыточной по углеводам, было неоди-

[1] H. R. Davidzon. The production and Marketing of Pigs. 1953, p. 144—142.

наковым. У некоторых поросят наблюдался повышенный и извращенный аппетит, связанный с беспокойством, с поисками корма, со слизыванием куриного помета и т. д. Эти животные были истощены, кожа шероховата и покрыта паршой. Другие же поросята, хоть и отставали в росте, но были спокойными и тучнели сравнительно с нормальными.

Вопрос о значении количества протеина пищи для развития и роста животных в основном разрешен. Недостаток протеина вызывает прежде всего снижение поедаемости пищи, а это задерживает рост и развитие животных. Увеличение притока протеина влечет повышение поедания пищи. В тех случаях, когда увеличивается дача только протеина на некотором оптимальном уровне притока протеина поедание пищи достигает максимума, и если продолжать увеличивать процент протеина в пище, то наблюдается снижение поедаемости пищи (аппетита) и снижение прироста. Уровень протеина, при котором аппетит достигает максимума, зависит и от качества протеина и от одновременной доставки других важных элементов питания [1].

Уровень протеинового питания при высокой полноценности кормления влияет на скорость роста и функциональное состояние, как показали П. Д. Пшеничный и Е. Н. Ивицкая на ягнятах [2] и В. А. Буржене — на поросятах [3]. Высокие дачи протеина поросятам привели к интенсивному приросту веса, отразились на обмене веществ и на развитии костей. Усиленное протеиновое питание смолоду приводит к значительному увеличению скорости азотного обмена и, как мы наблюдали в опытах на птице, ускоряет сроки ее развития. Большая скорость азотного обмена приводит к более ранней зрелости животных, хотя они растут до меньшего веса, чем животные при умеренном притоке протеина. Ускоренное развитие птиц при кормлении протеинами животного происхождения отмечено также В. К. Дыманом [4].

На росте сказывается и качество протеина. Среди полноценных для роста протеинов на первом месте должно быть поставлено молоко: более высокие дачи его дают значительно лучший рост сравнительно с ростом животных, получающих меньшее количество молока. Примером, подтверждающим действие количества молока на рост и развитие, является результат выращивания бычка Наследника II в племсовхозе им. Ленина Воронежской области. Этому бычку до годовалого возраста было выпоено 1200 *кг* цельного и 8000 *кг* снятого молока, причем он к году достиг веса 567 *кг*, давая суточный прирост до 2 *кг* в сутки.

Подобные же результаты были получены в Алма-Ате и на Ярославской опытной станции (А. И. Круглов) также на обильных выпойках молоком. Обеспечивая хороший рост, молочные корма не обеспечивают нормального развития (стр. 210).

Отмеченное действие молока обычно относят за счет его протеина, однако присутствие в молоке других составляющих несомненно оказывает свое специфическое, иногда комплексное с протеином действие.

Хотя протеин является наиболее существенной частью пищи для растущих животных, значение других компонентов органического вещества (углеводов и жиров) не менее важно.

Так, уменьшение количества углеводов, поступающих в организм, резко изменяет баланс энергии и характер обмена. Хотя энергетические траты при

[1] См. также стр. 212, сравнение недостатка кальция и протеина для роста поросят.

[2] П. Д. Пшеничный и Е. Н. Ивицкая. Влияние типа кормления при воспитании тонкорунных овец на их развитие, продуктивность и обмен веществ. Сборник работ по кормлению с.-х. животных, 1954, стр. 25.

[3] См. сноску на стр. 207.

[4] В. К. Дыман. Белковое питание, как фактор функциональных изменений в организме. Известия ТСХА, т. I, 1952.

бедном углеводами питании покрываются жирами и протеинами пищи, но такая замена для растущего организма небезразлична. Это влечет за собой ограничение скорости роста, приводит к появлению токсических продуктов обмена (кетоновых тел), нарушению кислотно-щелочного равновесия организма и к многообразным патологическим явлениям, отражающимся на процессе роста. Таким образом, рост молодого организма находится в прямой зависимости от количества углеводов в пище и соотношения их главным образом с протеинами, а также и жирами. В одном из наших опытов [1] на телятах было показано, что использование протеина пищи для роста увеличивалось почти вдвое в том случае, когда в рацион теленка вводилось небольшое количество легко переваримых углеводов. Особенно высока потребность в легко переваримых углеводах молодняка в раннюю фазу роста, когда отношение углеводов к белкам должно быть достаточно узким, чтобы рост шел достаточно быстро.

Предполагается, что из разных видов углеводов растущим более всего пригоден и необходим молочный сахар. Среди сахаров молочный сахар имеет наиболее низкую границу ассимиляции, выше которой наблюдается пищевая глюкозурия (переход сахара в мочу). Другие углеводы могут задаваться в бóльших дозах, чем молочный сахар, не вызывая глюкозурии.

Отношение к различным углеводам у молодняка различных видов животных неодинаково. Однако во всех случаях повышение границы ассимиляции [2] приводит к возможности отлагать жир тела из данных углеводов. К сожалению, еще мало известно, какие углеводы и в каком возрасте наиболее успешно ассимилируются и благоприятствуют росту сельскохозяйственных животных разных видов.

Помимо различий в границах ассимиляции, у растущих животных наблюдается различная эффективность отложения жира из различных углеводов пищи. Так, при кормлении изокалорическими синтетическими рационами из рациона, содержащего сахарозу, откладывалось в 1,3 раза больше жира, чем из рациона, содержащего глюкозу. Молодняку необходима в определенной фазе развития клетчатка или по крайней мере грубые корма. Телята, получая неограниченно долго одно молоко, погибали [3].

Жир в организме животных входит в состав протоплазмы клеток. Считают, что количество этого жира достаточно постоянно и составляет около 5% общего веса животных. Остальной жир находится в жировых запасах, и количество его стоит в прямой зависимости от интенсивности питания организма. Если в результате длительного голодания или патологического состояния запасный жир исчерпывается и будет затронут жир протоплазмы, то возможны тяжелые расстройства функций клеток.

В процессе эмбрионального и постэмбрионального роста увеличивается как протоплазматический, так и запасный жир. Общее его содержание в организме к моменту рождения имеет существенное значение, так как подкожный жир уменьшает теплоотдачу, что помогает терморегуляции новорожденных. Молодняк, рождающийся с достаточным запасом жира, следовательно, хорошо питавшийся в период эмбрионального развития, лучше переносит холод после рождения, чем тощий. В какой мере жир необходим как питательное вещество для растущих животных, сказать пока трудно. С жиром поступают биологически важные жирорастворимые вещества, несомненно жир пищи необходим

[1] А. П. Дмитроченко и др. К вопросу об использовании азота кормовой смеси в зависимости от размера кормовой дачи и притока углеводов. Труды Отдела зоотехнии ГИОА, в. 2, 1927.

[2] Границы ассимиляции углеводов определяют при питании животных дозами с повышающимся содержанием углеводов до тех пор, пока не появится сахар в моче. Таким путем было установлено, что на 1 *кг* живого веса в день у человека усваивается 3,5 *г* молочного сахара, 5 *г* глюкозы или 7,7 *г* мальтозы.

[3] См. сноску на стр. 210.

для формирования и развития обменных процессов. Попытки выращивать лабораторных и сельскохозяйственных животных на пище, лишенной жира, показали, что некоторое время не наблюдается каких-либо последствий такого питания, но затем рост приостанавливается и, кроме того, задерживается овуляция у самок. Телята и поросята погибают, если их выращивать на пище, практически лишенной жира. Теперь известно, что жиры пищи доставляют некоторые незаменимые жирные кислоты, и, повидимому, этим фактом может быть объяснена важная физиологическая роль пищевого жира. Растущим животным равным образом необходимы липоиды пищи.

Совершенно естественно, что растущие животные весьма требовательны к поступлению витаминов. Нуждаемость их в витаминах объясняется тем, что витамины необходимы не только для вновь образующихся клеток и тканей, но также и интенсивным обменом в то время, как способность синтезировать некоторые витамины в теле у них еще не развита. У растущих животных с большей ясностью и определенностью выступают взаимосвязи между витаминным питанием и прочими веществами пищи как в части их использования, так и в воздействии на рост.

Укрепившиеся представления о некоторых витаминах как о «факторах роста» в настоящее время можно трактовать в том смысле, что в длинной цепи сопряженных обменных процессов при отсутствии того или иного витамина наблюдается отставание (задержка) какого-либо звена или полное его прекращение. Иногда такая задержка сопровождается необратимыми поражениями жизненно важных тканей и органов.

В отношении витамина А известно, что новорожденные животные не способны преобразовывать в своем теле каротин пищи и нуждаются в доставке готового витамина А. Степень нуждаемости зависит от того, с какими запасами этого витамина животное рождается, а размер запасов прямо зависит от наличия витамина в теле матери. После рождения витамин А поступает с молозивом. Содержание витамина А в молозиве всегда бывает самым высоким сразу после отела, а затем быстро и систематически снижается. Кроме того, содержание витамина А в молозиве зависит от наличия витамина в теле матери.

По данным В. Е. Кондырева, содержание витамина А в молозиве коров в стойловый период, особенно к концу его, систематически убывает. Конечно, абсолютное содержание зависит от богатства кормов стойлового периода каротином, но в том случае, который исследовал Кондырев, молозиво у коров, отелившихся в апреле — мае, практически было лишено витамина А. Это свидетельствует об истощении его запасов, а также о недостаточности зимнего кормления в отношении каротина. Только в середине июня, т. е. 2—3 недели спустя после выгона коров на пастбище, в молозиве отелившихся в это время животных появлялся витамин А (табл. 50).

Таблица 50

А-витаминная активность в синих единицах[1] на 1 *г* молозива

Месяц отела	Дней после отела		
	4	5	6
Январь	2,25	1,37	1,05
Февраль	1,37	1,00	0,50
Март	0,65	0,60	0,43
Апрель	0,40	0,35	0,00
Молозиво в среднем в середине июня	—	—	0,50

[1] Синяя единица в данном исследовании была равна 0,75 интернациональной единицы.

Таким образом, новорожденный, который развивался в утробе матери при недостатке витамина А, недополучает его и в молозиве. Это заставляет быть особенно внимательным к состоянию запасов витамина в организме матери и в случаях истощения запасов витамина А доставлять либо каротин и витамин А матери в период стельности, либо витамин новорожденному с первых дней рождения. Недостаток витамина А у новорожденных приводит к поносам, иногда наблюдаются воспаление пуповины, колики, кашель, пневмонии и другие расстройства.

Приток витамина А влияет на аппетит молодняка, а тем самым и на величину прироста веса.

Повышенное введение витамина А с кормом приводит к насыщению им организма и поддержанию содержания витамина и каротина в крови на опре-

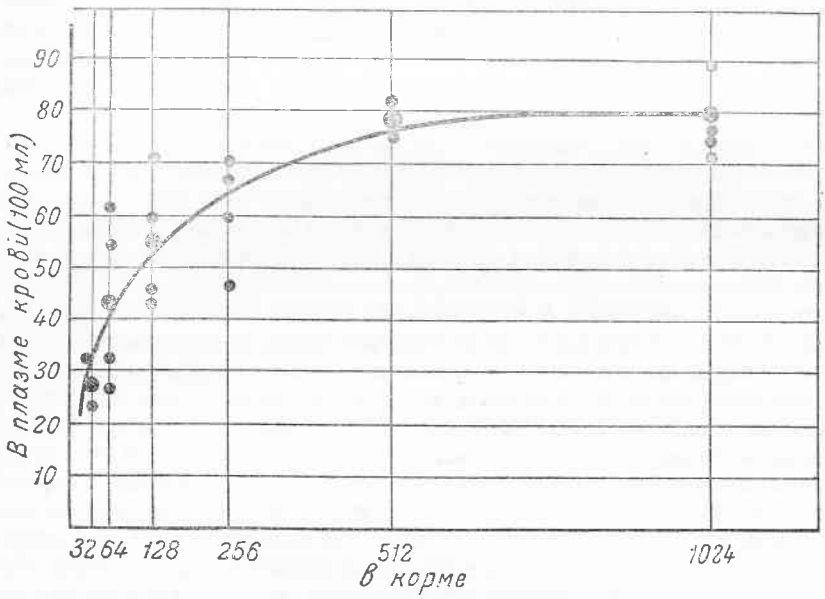


Рис. 16. Концентрация витамина А в плазме крови (в ИЕ на 100 *мл* плазмы) телят в зависимости от его притока в корме (в ИЕ на 1 *кг* живого веса).

деленном уровне. О существующей взаимосвязи дает представление диаграмма (рис. 16).

Молодняк нуждается в систематической доставке витамина D. В периоды длительного стойлового содержания без достаточного моциона и при моционах в местностях со слабой ультрафиолетовой радиацией, особенно в зиму, следующую за годом, неблагоприятным для уборки сена, новорожденный молодняк страдает от различных расстройств, примером которых является рахит. Рахит обычно является следствием комплексной недостаточности в пище кальция, фосфора и витамина D. Неоднократно наблюдалось, что в условиях одинакового витаминно-минерального питания рахит развивается у тех особей, которые растут интенсивно, и не обнаруживается у животных, растущих более замедленно.

В таких случаях, повидимому, факторов, предупреждающих рахит, достаточно в основных кормах рациона только для ограниченного роста и недостаточно для форсированного. Если рост форсируется путем увеличения доставки органических веществ, животное растет за счет притока органического вещества

и протеина без дополнительной доставки витамина D и минеральных солей, и у него возникает явление недостаточности (стр. 81).

Сильное влияние на аппетит и на рост оказывают и витамины комплекса B, особенно витамин B_2 (рибофлавин). Так, например, не удавалось значительно поднять поедаемость кормов цыплятами, увеличивая количество и улучшая качество протеинов до тех пор, пока к пище, бедной по витамину B_2, не было добавлено этого витамина. После добавки поедаемость пищи возрастала в 1,5—2 раза, и соответственно увеличился прирост веса. Молодняку необходимы также и витамины C, K и E.

Нарушение роста организма, обычно наблюдающееся при недостатке почти всех известных витаминов, повидимому, не является специфической реакцией растущих, а представляет результат общего истощения, отравления продуктами обмена и на этой почве нарушения функции желез внутренней секреции или понижения ответа клеток на специфические раздражения.

Если питание молодняка в качественном отношении удовлетворительно, т. е. достаточно по протеину, аминокислотам, минеральным веществам и витаминам, но недостает органического вещества (энергии), то такая недостаточность хоть и задерживает прирост веса, но переносится молодняком легче и без тяжелых расстройств. Недостаток энергии в пище требует предохранения животных от охлаждения. Если задержка в росте, вызванная недостатком энергии, не затягивается надолго, то после восстановления обильности питания рост возобновляется, и животное развивается почти до нормальных веса и размеров. Гораздо глубже задевают животное недостатки одного или нескольких элементов питания — аминокислот, минеральных веществ и витаминов. Последствия этих недостатков остаются долго незамеченными, но производимые ими нарушения и расстройства или восстанавливаются с трудом, или вовсе не устраняются. Достаточно хотя бы представить себе изменения костей под влиянием рахита, остающиеся на всю жизнь.

Если в организм поступают питательные вещества, достаточные только для компенсации распада тканей, то оказывается, что рост как таковой не останавливается, а происходит перераспределение веществ в пользу органов и тканей, быстро растущих в данный момент. Такое перераспределение можно объяснить, повидимому, тем, что способность к росту у отдельных тканей и органов в разные периоды неодинакова. Эта способность возрастает, достигает в некоторый момент максимума и затем плавно снижается. Сказанное иллюстрируется диаграммой скоростей роста частей тела телят, заимствованной у П. Д. Пшеничного (рис. 53, *I* и *II*) и других авторов (рис. 56).

Как видно из этой диаграммы, максимум скорости роста приходится для отдельных органов и частей тела на разные сроки. Если предположить, что относительные способности к росту сохраняются и при ограниченном питании, то, очевидно, будут продолжать расти те органы и ткани, скорость роста которых максимальна, будут оставаться неизменными органы и ткани, скорость роста которых в данный момент понижена и, наконец, будут убывать те из органов и тканей, скорость роста которых равна нулю, т. е. рост которых уже закончился; так и следует понимать табл. 51.

Все эти явления, исследованные относительно недавно, зоотехники интуитивно использовали уже давно для выращивания животных нужных форм, с различно развитыми функциями.

Большая заслуга в изучении и использовании этой способности животных принадлежит русским ученым и продолжавшим их работы нашим современникам. Варьируя доставку пищи в отдельные периоды роста, им удавалось создавать животных различных форм с более или менее развитыми функциями. Так создавалась современная идея управления ростом, известная под назва-

нием «направленного воспитания», теоретическая база которой открыта советскими агробиологами.

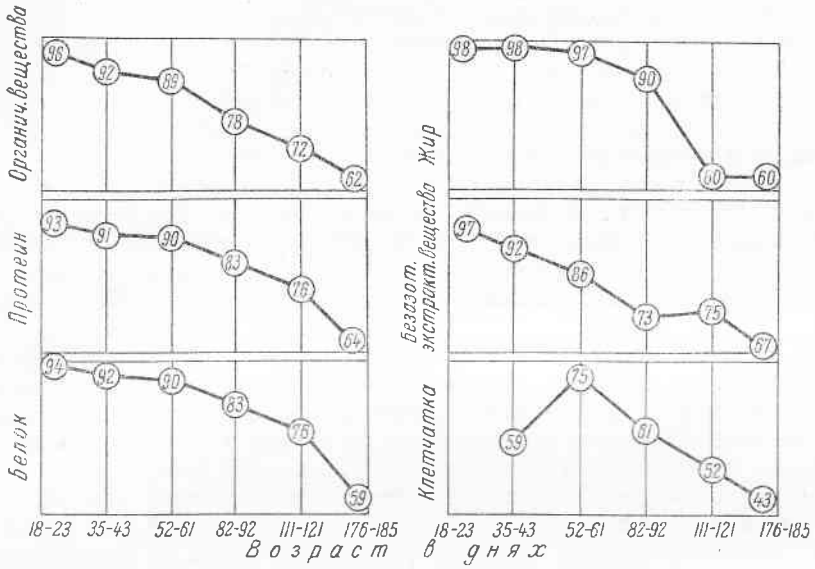


Рис. 17. Коэффициенты переваримости питательных веществ рационов телятами в разном возрасте (по П. Д. Пшеничному).

Под направленным следует понимать такое воспитание, в результате которого получится особь необходимых нам форм, характера, а до некоторой степени и размера производительности.

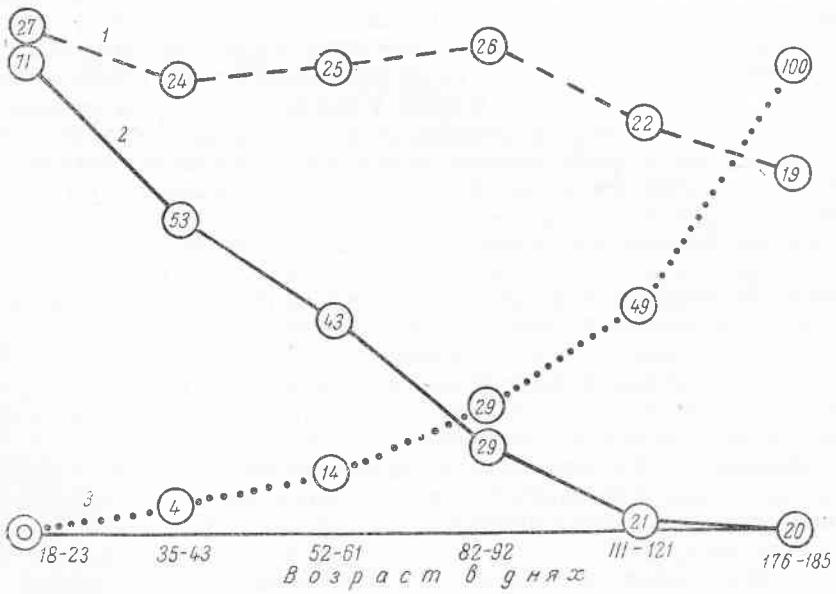


Рис. 18. Отложения азота в теле телят в разном возрасте (по П. Д. Пшеничному).

1 — азот (*г*), отложенный в теле; *2* — отложение азота в процентах от принятого; *3* — процент азота, поступившего в растительных кормах.

Н. П. Чирвинскому и Е. А. Богданову принадлежит утверждение, что добрая половина породы скота проходит через руки воспитателя и что выращивание есть не простое увеличение размеров готового организма, а получение и воспитание желательных свойств животного путем создания соответствующих условий его развития.

Русские специалисты и практики к выращиванию молодняка подходили с учетом целей, для которых животное назначается [1]. Этот прием был забыт под влиянием увлечения проблемами наследственности. Индивидуальное развитие несомненно имеет большое значение.

Еще акад. А. Ф. Миддендорфу [2] удалось подметить, что, понижая уровень питания жеребенка арденской породы в период от рождения до 4—6-месячного возраста с последующим обильным кормлением, можно вырастить широкотелых массивных тяжеловозов на низких ногах.

Н. П. Чирвинский в своих опытах [3] показал, какие изменения претерпевает организм крупного рогатого скота, овец и свиней под влиянием воспитания и кастрации в молодом возрасте. Значительный вклад в разработку проблемы и практическое использование выращивания и воспитания для создания высокопродуктивных животных внес акад. М. Ф. Иванов.

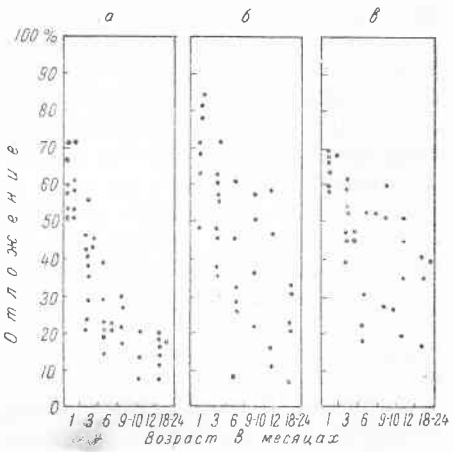


Рис. 19. Отложение азота *(а)*, кальция *(б)* и фосфора *(в)* в процентах от заданных в корме у телят разного возраста (по данным разных авторов).

Проф. Е. А. Богданов [4] выдвинул положение о неразрывной связи между подбором и воспитанием животных.

Таблица 51

Изменения веса органов растущих белых крыс, содержавшихся на пище, достаточной только для сохранения веса их тела

Относительно увеличивающиеся органы	Остающиеся без изменения в весе	Относительно уменьшающиеся органы
Глазное яблоко, + 50%	Печень	Легкие, — 15%
Спинной мозг, + 96%	Почки	Щитовидная железа, — 2%
Семенники, + 34%	Мышцы	Яичники, — 2%
Кишечник, + 28%	Головной мозг	Кожа, — 3%
Надпочечники, + 12%	Сердце	Селезенка, — 4%
Гипофиз, + 18%		Зобная железа, — 8%

[1] См., например, у проф. В. Хлюдзинского: Воспитание крупного рогатого скота соответственно различным хозяйственным целям. «Русское сельск. хоз-во», т. XXIV, № 1, стр. 34; № 5, стр. 31; № 6, стр. 21, 1876.

[2] А. М. Миддендорф. Журнал коннозаводства, № 3, 1867.

[3] Н. П. Чирвинский. Известия Петровск. с.-х. академии, 1891; журн. «Хозяин», № 9, 10, 11, 1909; Известия Киевского политехнического института, 1926, 1927; «Пути сельского хозяйства», № 2, 3, 6—7, 8—9, 10, 11 и 12, 1926 и № 2, 1927.

[4] Е. А. Богданов. Техника и организация выращивания и подбора крупного рогатого скота, 1925; см. также сноску на стр. 225.

В опытах А. С. Солуна [1] была показана связь системы выращивания телят, в частности распределения молока в период выпойки, с типом конституции.

В наших опытах 1930 г. с бычками холмогорской породы теленок, получавший очень много концентратов и незначительное количество сена, в $5^1/_2$-месячном возрасте выглядел и весил столько же, сколько другие телята в $4^1/_2$-месячном возрасте. Два других теленка до 40-дневного возраста получали около 150 *л* молока каждый. Эти телята получали рано подкормку из растительных кормов, а затем узкое соотношение в даче грубых и концентрированных кормов. Если первый теленок, получавший избыток концкормов, в $6^1/_2$-месячном возрасте весил 128 *кг*, то телята, получавшие дачу с правильным соотношением кормов, весили в $5^1/_2$ месяцев по 138 *кг*.

В опытах М. Ф. Иванова [2], Е. Ф. Лискуна [3], А. И. Круглова [4], П. Д. Пшеничного [5], А. И. Овсянникова [6] показано огромное влияние уровня притока органических веществ пищи на рост, телосложение, скороспелость и продуктивность крупного рогатого скота и свиней.

Влияние кормления при выращивании на морфологические изменения пищеварительного тракта, на изменения сосудисто-сердечной, дыхательной систем и костяка животных показано во многих исследованиях.

Сводку этих и своих работ дал проф. П. Д. Пшеничный [7]. В опытах П. Д. Пшеничного с сотрудниками [8] на молодняке птицы показано влияние чередующихся температур при выращивании на аппетит, рост и размер внутренних органов мышечного желудка, печени, поджелудочной железы, сердца, легких и селезенки. Все эти органы у цыплят опытной группы уже в четырехмесячном возрасте весили заметно больше, чем у цыплят контрольной группы.

Под воздействием условий среды, направленно примененных при выращивании животных, их отношение к кормам, микроклимату помещений, условиям содержания может быть изменено.

Так, В. И. Якушев [9] показал, что телята относятся к внезапному снижению температуры воздуха со слабой реакцией, если они выращены в неотапливаемых помещениях, и бурно, если они выращены в тепле.

Ценные материалы, накопленные в работах отечественных зоотехников за 80 с лишним лет, и работы последних 10—15 лет позволили П. Д. Пшеничному [10] определить принципиальные положения направленного воспитания молодняка: 1) чем моложе и наименее дифференцированы организмы, тем они пластичнее и более изменчивы под влиянием среды, и 2) те ткани, органы и системы, которые в данный период обладают наивысшей интенсивностью роста, подвергаются влиянию внешней среды наиболее сильно (закон недоразвития: Чирвинский, 1891 и 1909; Малигонов, 1925)[11].

---

[1] А. С. Солун. Научно-агрономический журнал, 1925, № 12; 1926, № 1.
[2] Акад. М. Ф. Иванов. См. сноску на стр. 214.
[3] Акад. Е. Ф. Лискун. Проблемы животноводства, 1932, № 2; 1933, № 1.
[4] А. И. Круглов. «Советская зоотехния», 1941, № 3.
[5] П. Д. Пшеничный. «Успехи зоотехнических наук», т. II, в. 1, 1936; Физиол. журнал СССР, т. 22, в. 6, 1937; «Проблемы животноводства», 1938, № 8—9; Труды Харьковского зоотехнического ин-та, 1946, т. IV; то же, 1948, т. V.
[6] А. И. Овсянников. Вестник животноводства, 1945, № 2; 1946, № 6.
[7] П. Д. Пшеничный. Направленное выращивание молодняка с.-х. животных (на укр. яз.), 1951.
[8] П. Д. Пшеничный. Переделка природы с.-х. животных путем воспитания. «Природа», май 1953 г., стр. 39—48.
[9] В. И. Якушев. Газоэнергетический обмен у телят, выращенных в неотапливаемых помещениях. «Ветеринария», № 1, 1951, стр. 20.
[10] П. Д. Пшеничный. Проблема направленного воспитания молодняка с.-х. животных. «Агробиология», № 6, 1948. Его же. Основы учения о воспитании сельскохозяйственных животных. Изд АН УССР, Киев, 1955.
[11] А. А. Малигонов. Исследования по вопросам биологии с.-х. животных. Труды Кубанского с.-х. ин-та, т. III, 1925.

Кроме того, автор выдвигает положение о смене функций (так называемый закон координации функции) и, наконец, положение о том, что воспитание является продолжением и предшественником подбора.

Руководствуясь этими принципиальными положениями, П. Д. Пшеничный провел специальные опыты, обобщил некоторые из ранее проведенных и внес ряд практических предложений по направленному выращиванию молодняка.

Е. Ф. Лискун разработал прием воспитания скороспелых мясных животных; А. И. Овсянников показал, как воспитывать свиней, подготовленных к определенному типу кормления в последующем; В. Лысогоров экспериментально подтвердил ответную реакцию растущих животных на временные голодовки [1], выражающуюся в быстром осаливании молодняка в период следующего за голодовками обильного питания.

В цитированных выше работах проф. Е. А. Богданова давались материалы и наблюдения, которые можно было использовать при разрешении некоторых задач направленного воспитания, однако увлечение обобщенными показателями, приведшее к отказу от специфических схем воспитания и к замене их нормами, выраженными в кормовых единицах, приостановили необходимое дальнейшее развитие проблемы.

Только в самые последние годы, после августовской (1948 г.) сессии ВАСХНИЛ, вопросы направленного выращивания молодняка получили широкое развитие.

В 1950 г. Г. И. Селянин [2] сообщил о результатах своей работы по выращиванию овец асканийской породы.

Примененные им приемы воздействия при выращивании привели к выявлению двух типов животных: первого со склонностью к развитию мясности, более скороспелому и второго с уклоном к шерстной продуктивности и менее скороспелому. Животным первого типа задавались рационы с большим количеством сочных кормов и концентратов при более высоком уровне переваримого белка, а животным второго типа задавалось меньше сочных и концентрированных кормов и переваримого белка на кормовую единицу. Контрольные животные содержались главным образом на сене с незначительным количеством концентратов и сочных кормов. В результате выращивания подопытные овцы к 13-месячному возрасту обогнали контрольных по живому весу на 55—77%, по настригу шерсти к тому же возрасту на 47—76% и израсходовали кормов на 1 *кг* прироста веса в период 9—13 месяцев в три раза меньше, чем контрольные. Распространенные нормы и структура рационов для асканийских овец неудовлетворительны.

В 1951 г. А. А. Атбашьян и О. В. Гаркави [3] сообщили о результатах выращивания телят на различных типах кормовых рационов. Подопытные телята были разделены на 2 группы; животные одной получили за 18 месяцев почти в $2^1/_2$ раза больше кормов по весу, главным образом травы и сена. В то же время по кормовым единицам и белку заданные корма в обеих группах были почти равнопитательными. По живому весу к 18 месяцам животные в среднем почти не различались. В 8, 12 и 18 месяцев были забиты животные из обеих групп и определены размеры пищеварительного тракта. Емкость рубца и сетки при объемистом кормлении была выше на 37%, кишечник длиннее на 17,7%, чем при концентратном кормлении. После выращивания на указанных рационах

[1] Проблема временных голоданий и их влияние на последующее откармливание обстоятельно освещены в 1902 г. В. В. Пашутиным — см. сноску на стр. 70.

[2] Г. И. Селянин. Опыт направленного воспитания овец асканийской породы. «Советская зоотехния», 1950, № 7.

[3] А. А. Атбашьян и О. В. Гаркави. Изменения в организме молодняка крупного рогатого скота под влиянием разных типов кормления. «Советская зоотехния», 1951, № 1.

авторы изучили переваримость питательных веществ концентратного рациона на животных, выращенных на объемистых кормах, и наоборот. При этом оказалось, что животные, выросшие на объемистых кормах, лучше приспособлялись к новому для них типу кормления, чем выросшие на концентратах. Начатая авторами работа была продолжена А. А. Ильинским (1951 г.) под руководством О. В. Гаркави и В. М. Селянским (1950 г.) под руководством А. Д. Синещекова (Всесоюзный институт животноводства). А. А. Ильинский довел часть подопытных животных бычков-кастратов до конца откорма и забоя, а телок до конца первой лактации. По материалам работы А. А. Ильинского, интенсивное выращивание бычков-кастратов приводит к получению в $2^1/_2$ года хорошо откормленных животных, при высоком выходе и хорошем качестве мясопродукции. Выращенные на концентратном типе рационов дали мясопродукцию более высокого качества. Интенсивное выращивание телок как на концентратном, так и на объемистом рационах привело к увеличенной лактации после первого отела. У коров, выращенных на концентратах, удой был на 6% выше, чем у выращенных на объемистых кормах, и у коров обеих групп на 70% выше, чем у первотелок хозяйства, в котором велись опыты. Следует отметить, что подопытные телки кормились на рационах своего типа только до отела, а после отела все животные двух опытных и третьей контрольной группы находились на «общем» кормлении хозяйства.

В. М. Селянский провел физиологические опыты на части бычков, выращенных Атбашьяном, использовав методику анастомозов. Автор пришел к выводу, что разная структура рационов привела к созданию у животных устойчивых особенностей в ходе процессов пищеварения, дыхания и обмена веществ. Животные первой группы (объемистого кормления) затрачивали больше времени на поедание корма, на жвачку, у них был больший размер легочной вентиляции. Исследование животных, выращенных на разных рационах, при скармливании им одинаковой пищи, показало, что животные первой группы чувствовали себя и использовали пищу хуже, чем второй группы, когда они получали концентратное кормление, и лучше, когда получали траву. Описанные опыты дают основание для утверждения, что тип кормления при выращивании животных может повлиять на последующее отношение животных к условиям их жизни.

Как дальнейшее развитие этих работ исключительный интерес имеют результаты опытов А. С. Храмова [1]. Храмов выращивал три группы телок — первую на чисто объемистом, бесконцентратном типе кормления, вторую на концентратном и третью на промежуточном между двумя названными выше. Во время выращивания он наблюдал явления, аналогичные уже описанным. Выращивание в указанных выше условиях продолжалось до первого отела. После отела все подопытные животные были разделены на 2 подгруппы. Первая из них получала больше концентратов, а вторая меньше. При этом за одну лактацию была получена молочная продуктивность, показанная в табл. 52.

Таблица 52

Удои (в *кг*) коров, выращенных на разных рационах

Рацион после отела	Рацион при выращивании		
	концентратный	смешанный	объемистый
Концентратный	3479	4261	4136
Объемистый	4509	4369	3333

[1] А. С. Храмов. См. сноску на стр. 386.

Хотя, как это следует из работ Атбашьяна, Ильинского и Селянского, организм животных, выращенных на концентратных и на объемистых рационах, больше приспособлен к использованию соответствующих кормов, повышение продуктивности на контрастных типах кормления показывает, что однотипное кормление при выращивании привело к дефициту в некоторых отношениях, ограничивавших использование привычных кормов. При выращивании на концентратных рационах дефицит исправлялся рационом объемистых кормов, и наоборот. Если при выращивании подобного дефицита не создавалось, продуктивность была одинаковая при любом типе кормления после отела (группа смешанного кормления).

Смешанное кормление при выращивании привело к более расширенной избирательной способности после отела по сравнению с любым однотипным.

Пример расширения избирательности при выращивании показан в опыте А. М. Балабанова [1]. Две группы телок, выращенные до года при интенсивном кормлении, продолжали интенсивно кормиться и после года. Опыт проводился в стойловый период, в возрасте от 12 до 20 месяцев. Телки первой группы получали корма в рационах чередующейся обильности в диапазоне кормовых единиц от 65—70% до 130—135% нормы. Ритм чередования был принят месячный. Телки второй группы получали те же корма, но равномерно, все время 100% нормы. После окончания срока опыта кормление было для животных обеих групп одинаковым. За время опыта телки первой группы дали больший привес. После первого и второго отелов животные, содержавшиеся на рационах чередующегося уровня, дали более высокие удои, причем разница в пользу 1-й группы составляла за каждую лактацию около 1000 *кг* молока на корову. Данные А. М. Балабановой были подтверждены Р. И. Кунаковой, дополнительно показавшей, что ритмичное чередование кормления сопровождается более высоким поступлением переваримых веществ и снижением теплопотерь.

С. Я. Калмансон (Московская сельскохозяйственная академия им. Тимирязева) приводит доводы и факты в пользу чередования уровней кормления при выращивании телок, считая в то же время необходимым кормить их обильно в первые 2—3 месяца жизни.

Подобные работы с аналогичными результатами проведены в последнее время по выращиванию свиней П. А. Наумовым [2], З. А. Ротермель [3], Х. В. Прууль и др.

А. М. Балабанова исследовала роль содержания жира в молоке, выпаиваемом помесным телкам, и роль распределения молока в первые месяцы жизни и пришла к заключению, что для будущего коровы, как производительницы молока, полезна обильная молочная выпойка, причем содержание жира в молоке не должно быть низким. В то же время большое количество жира в пище телят не только не рационально, но повидимому вредит нормальному развитию телок (В. П. Демьянчук, З. А. Максимова, М. П. Олейникова и др.). Таким образом, в вопросе о роли жира пищи в формировании молодняка сельскохозяйственных животных должны быть уточнены и количество жира и время его введения.

---

[1] А. М. Балабанова. Влияние изменений уровня кормления и состава рационов на рост и развитие телок. Работы по кормлению с.-х. животных, изд. Ленинградского ветеринарного института, 1953. А. П. Дмитроченко и А. М. Балабанова. Влияние изменений уровня кормления и состава рационов на рост и развитие телок. Сборник работ по кормлению с.-х. животных, Сельхозгиз, 1954, стр. 136.

[2] П. А. Наумов. Направленное выращивание молодняка свиней на объемистых рационах. Труды Пушкинской н.-и. лаборат. по разведению с.-х. животных, в. 5, 1952.

[3] З. А. Ротермель. Влияние полноценного кормления на продуктивность свиней. «Социалистическое животноводство», 1949, № 7; Труды Казанского с.-х. института, 1947, в. 1, 33.

П. Я. Аранди [1] и И. Н. Бутковский [2], каждый самостоятельно, сообщили, что количество молока, выпаиваемого телятам пород скота молочного направления, не оказывает влияния на их развитие, если, конечно, молока не дается слишком мало. В то же время И. Н. Бутковский показал, что обильное молочное кормление благоприятно влияет на развитие телят серой украинской породы скота. Эту особенность телят данной породы автор объясняет особенностью исторического прошлого породы, формировавшейся в условиях скудного питания. Последнее и обусловливает положительный ответ молодняка на улучшенные условия питания.

По данным Г. Я. Корепановой [3], условия кормления в течение двух поколений глубоко изменили развитие кур. Потомство, полученное в третьем поколении, сохраняло особенности, приобретенные родителями под воздействием определенного кормления. К подобным выводам пришел в 1952 г. и П. А. Наумов в результате многолетних опытов на свиньях. Такой взгляд поддерживается и П. Д. Пшеничным.

В исследованиях, проведенных Л. И. Тимукасом, телята кормились в одной группе рационами объемистого типа и во второй — концентратного. До 14,5 месяца телята съели в обеих группах по 340 *кг* молока и по 800 *кг* обрата и, кроме того, в первой группе 430 *кг* концентратов, 3884 *кг* свеклы, 936 *кг* травы и 1436 *кг* сена, а во второй группе 950 *кг* концентратов, 1301 *кг* свеклы, 354 *кг* травы и 1352 *кг* сена. В 12- и 18-месячном возрасте у телят изучалась скорость выработки и угасания пищевых рефлексов. В результате оказалось, что у телят «объемистой» группы потребовалось в 12-месячном возрасте 49 сочетаний и в 18-месячном 10 сочетаний для выработки устойчивого пищевого рефлекса, а в «концентратной» группе 14 и 3 сочетания соответственно. Для полного угасания пищевого рефлекса на место подкрепления у объемистой группы потребовалось 10 сочетаний в 12-месячном возрасте и 11,6 сочетания в 18-месячном возрасте, а у концентратной 7 и 10,6 сочетания соответственно.

Таким образом, рефлекторная деятельность подопытных телят оказалась зависящей от характера кормления, причем у телят «объемистой» группы. возбудительный процесс был более слабым, чем у телят концентратной группы.

Возможно, что эта разница объясняется более медленным развитием телят «объемистой» группы. Условия выращивания приводят к формированию у животных соответствующего функционального состояния, а этим, в свою очередь, определяется их дальнейшее хозяйственное значение.

Из краткого перечня работ по выращиванию молодняка видно, что условия кормления нельзя оценивать только по величине приростов веса и промеров в период выращивания, а необходимо принимать в расчет конечный результат выращивания — качества взрослого, выращенного животного.

В данное время представляется возможным вопрос о потребностях при выращивании молодняка сельскохозяйственных животных обобщить в следующих положениях.

1. Скармливание разносторонне достаточной пищи, содержащей, в частности, большой процент питательных веществ в молоке в начале роста, а позднее в молодой зелени из бобовых и бобово-злаковых трав, приводит к тем более быстрому росту, чем выше процент питательных веществ в основной (молоке или траве) пище.

[1] П. Я. Аранди. Опыт интенсивного выращивания молодняка крупного рогатого скота эстонской красной породы. Известия АН Эстонской ССР, 1952, т. 2, № 4.

[2] И. Н. Бутковский. Сравнительное изучение индивидуального развития молодняка серого украинского и чернопестрого подольского крупного рогатого скота в зависимости от уровня молочного кормления. Сборник работ по кормлению с.-х. животных, Сельхозгиз, 1954, стр. 116.

[3] Г. Я. Корепанова. Наследственное изменение у кур под влиянием условий кормления. «Агробиология», 1952, № 2, стр. 75.

2. Поскольку удается изолировать влияние отдельных питательных веществ, возможно утверждать, что повышенная доставка протеина приводит к ускорению роста; при этом возможно укорочение продолжительности продуктивной жизни. Правда, такое укорачивающее продуктивную жизнь действие наблюдается при минимальных и недостаточных количествах в пище кальция.

3. Оптимальное количество кальция в рационе растущих животных приводит к значительному улучшению их состояния и, как показали опыты с лабораторными животными, влияет также на жизнеспособность их во взрослом состоянии. Животные, получавшие повышенные дачи кальция, ранее созревали для воспроизводства, сохраняли способность к воспроизводству более долгий срок и приносили более многочисленное и более крупное потомство. Общая продолжительность жизни животных, получавших повышенные дозы кальция, возрастала в зависимости от размера его притока.

4. Достаточно обильный приток витамина А и каротина в сочетании с оптимальной доставкой прочих пищевых веществ приводит к выращиванию обильномолочных животных. Практически удавалось наблюдать, что телки холмогорской породы, получившие за молочный период 600 *кг* цельного молока, кормившиеся высококачественным сеном с достаточным количеством концентратов и сочных кормов и содержавшиеся каждое лето на отличных заливных пастбищах с богатым бобово-злаковым травостоем, достигали к первому отелу веса выше 600 *кг* и давали по первой лактации свыше 40 *кг* суточного удоя. Как влияло такое питание на продолжительность жизни и воспроизводительную способность, к сожалению, проследить не удалось.

Пока не разрешен вопрос о роли воспитания в развитии жирномолочности. Статистическое изучение условий воспитания показывает, что развитие высокомолочности и увеличение жирномолочности не совмещались. Одно из свойств должно быть развито и закреплено ранее, а именно жирномолочность.

Изучение количественного выражения потребностей для роста имеет большую давность, особенно в части органического вещества, протеина и некоторых минеральных веществ. За последнее время появилась практика разделять потребность в питательных веществах растущих животных, подобно взрослым, на поддерживающую и продуктивную части. За возможность такого разделения высказываются некоторые исследователи, в частности проф. Е. А. Богданов [1]. Однако те оговорки, которые Е. А. Богданов при этом приводит, еще более подчеркивают очевидную условность такого разделения.

Многие из работ по выращиванию молодняка сопровождались забоем и анализом туш подопытных животных. Эти данные могут быть использованы для определения потребности для роста. В разные периоды жизни убивали однородных животных, содержащихся в удовлетворительных условиях. Анализируя состав тела этих животных, возможно получить представление об абсолютном приросте веществ, а по сжиганию или подсчету — и энергии (стр. 226). Наблюденный прирост и является косвенным определителем интересующей нас потребности.

Далеко не по всем видам и типам животных имеется достаточно данных о составе тела молодых животных в разные периоды их жизни. Обычная мера скорости роста — прирост живого веса — недостаточно точна, так как состав прироста различен (табл. 53 и 54). Прирост веса у молодых животных идет в значительной степени за счет воды (до 80%), а из сухих веществ — главным образом протеина, у заканчивающих рост — преимущественно за счет жира (воды только на 40%). К действительному росту относят увеличение протеина

[1] Е. А. Богданов. Обоснование принципов выращивания молодняка крупного рогатого скота. Сельхозгиз, 1947, стр. 22.

и зольных элементов. Эти величины считают измерителями собственного роста. На основании данных разных авторов составлена таблица прироста протеина (табл. 54).

Так как фактический прирост тела растущих животных, помимо протеина, содержит и некоторое количество жира (табл. 53), то отлагающаяся в теле энергия представляет собой сумму прироста энергии в протеине и жире.

Таблица 53

Состав привеса у растущих животных
(по различным источникам)

Животное	Средний возраст в днях	Состав прироста в процентах				Содержание энергии в 1 *кг* привеса (*ккал*)
		вода	зола	протеин	жир	
Поросенок	8	80,08	0,03 [1]	18,40	1,49	1190
	8	78,91	1,41 [2]	17,92	1,75	1125
	8	79,44	1,62 [1]	17,30	1,64	1140
	37	75,53	1,92	15,52	7,03	1540
	42	76,86	2,00	15,18	5,96	1415
	84	67,96	1,84	13,08	17,12	2320
Подсвинок	114	46,51	3,73	9,10	40,66	4380
	134	34,23	2,24	9,73	53,80	5660
Овца	290	43,84		11,31	44,85	4900
	521	27,27		7,03	65,70	6630
	744	22,18		5,72	72,10	7160
	290	38,41		9,91	51,68	5465
	458	16,03		4,13	79,84	7800
Теленок	8	62,55	3,35	19,24	14,86	2560
	15	61,28	3,63	19,55	15,94	2600
	21	62,13	3,50	17,15	17,22	2610
Молодняк крупного рогатого скота	840	39,65	6,18	13,57	40,60	4620

Скорость прироста энергии подобно такой же протеина с возрастом уменьшается. Прирост протеина и жира в теле зависит от условий питания, от доставки в пище необходимых питательных веществ.

Недостаток протеина или отдельных аминокислот в рационе приводит к задержке роста, но зато их избыток не приводит к увеличению роста сверх нормального. Так как данных недостаточно для твердого установления, какой процент протеина пищи и при каких комбинациях ее может быть использован для роста, приходится пользоваться результатами некоторых проведенных до сих пор исследований.

Количество отлагающихся минеральных веществ прирастает так же, как протеин и энергия, с замедляющейся с возрастом скоростью (табл. 55).

Приблизительно можно считать, что минеральные вещества корма используются растущим организмом в количествах от 50% и выше. При этом на видимом использовании сказывается отношение кислотных элементов золы к щелочным и отношение между Ca и P, K и Na (см. рис. 19).

Условия кормления при выращивании могут изменяться весьма широко. В то же время в потребностях в питательных веществах для роста имеется много

[1] По разности.
[2] Сухое вещество без жира и золы.

Таблица 54

Размер прироста протеина
(по различным источникам)

Средний возраст (дней)	Суточный прирост протеина		Средний возраст (дней)	Суточный прирост протеина	
	на 1000 частей протеина тела	на 1000 частей живого веса		на 1000 частей протеина тела	на 1000 частей живого веса
	Крупный рогатый скот			*Овцы*	
8	23,47	3,994	140	3,72	0,651
15	20,76	3,552	177	3,07	0,499
18	16,44	2,803	214	2,19	0,460
21	17,22	3,024	254	2,88	0,449
21	19,74	3,085	285	2,33	0,475
32	16,93	2,755	290	2,72	0,303
37	13,35	2,276	293	1,79	0,284
38	12,46	2,124	315	1,82	0,370
40	17,95	2,945	326	1,60	0,264
45	14,49	2,419	360	1,80	0,360
45	12,72	2,169	366	2,38	0,382
47	12,48	2,161	390	1,58	0,315
50	8,80	1,500	405	1,78	0,301
50	10,82	1,844	436	0,33	0,061
54	10,26	—	458	0,68	0,074
57	13,20	2,284	521	0,87	0,096
62	9,39	1,611	745	0,67	0,069
63	6,78	1,209		*Свиньи*	
64	6,55	1,723	$5^1/_2$	55,53	9,029
65	10,20	1,719	7	72,69	5,621
68	9,48	1,823	8	68,52	5,757
69	10,62	1,271	13	41,29	6,675
74	7,13	1,192	21	18,40	3,257
100	7,11	0,83			
150	4,80	0,76	26	7,57	1,470
182	4,1	0,64	114	4,42	0,663
214	3,3	0,47	134	4,83	0,740
297	2,2	0,089			
840	0,64				

сводного. Мы обработали данные из приведенных выше работ и дополнительно работы Л. И. Дракина [1], И. А. Лебедева [2], В. П. Добрынина [3], В. М. Попова [4], А. П. Дмитроченко [5] и др. с целью выяснить закономерности потребностей растущих животных в основных питательных веществах. Для сравнения потребностей мы избрали только 2 срока — 2—3-й месяцы от рождения и момент окончания интенсивного роста. За этот момент мы условно приняли срок, когда молодое животное достигнет примерно 50% веса взрослого животного. Если данных при проведении обработки недоставало, производились вычисления.

[1] Л. И. Дракин. Обмен веществ и энергии у телят. Труды Всесоюзного н. и. института животноводства, т. 18. 1950.

[2] И. А. Лебедев. «Проблемы животноводства», № 1, 1937.

[3] В. П. Добрынин. Воспитание молодняка — основа улучшения качеств лошадей и изменения их наследственности. Труды Всесоюзного н.-и. института коневодства, т. 18. 1950. Он же и др. Корма для лошадей. Сельхозгиз, 1950.

[4] В. М. Попов. См. сноску на стр. 89.

[5] А. П. Дмитроченко. Известия Государственного института опытной агрономии, т. VI, в. 3—4, 1928; Научно-агрономический журнал, 1928—1929.

Таблица 55

Отложение минеральных веществ (в граммах) на 1 *кг* живого веса

Животное	Возраст (дней)	Кальций	Фосфор
Теленок	18	0,208	0,118
	54	0,111	0,083
	149	0,098	0,053
	150	0,073	0,059
Ягненок	177	0,046	0,020
Свинья	273	0,042	0,051
Ягненок	292	0,040	0,031
	386	0,038	0,035
Свинья	—	0,029	0,020

В 2—3-месячном возрасте жеребята, телята и ягнята поедают часть пищи в подкормке растительными кормами и довольно значительную часть получают в молоке. При решении вопроса о потребностях ягнят в этом возрасте мы учли указания В. Я. Головиной (Ленинградский сельскохозяйственный институт), что ягнята на 1 *кг* прироста в подсосный период требуют около 4,3 *кг* овечьего молока.

В возрасте 2—3 месяцев на 100 *кг* живого веса молодняк требует сухого вещества во всех кормах за день: жеребята 1,4 *кг*, ягнята 1,9, телята 2,4 *кг*; поросята в этом возрасте если и получают молоко, то коровье — в подкормке. Их потребность в сухом веществе значительно выше — до 6 *кг*. Переваримость органического вещества высокая. Только у поросят она около 75%, а у остальных 80% и выше. Молодняк всех видов животных в этом возрасте должен получать около $^1/_5$ переваримого органического вещества в переваримом белке и на каждый килограмм сухого вещества кормов до 10—12 *г* кальция и 7 *г* фосфора.

По рекомендации Главвитаминпрома, [1] в этом возрасте молодняк должен получать на 100 *кг* веса в день либо 20—30 *мг* каротина, либо 10—15 тысяч международных единиц витамина А.

Первая половина роста заканчивается в различном возрасте: у ягнят около 6—7 месяцев, у подсвинков в 9—10 месяцев, у жеребят около 1 года и у телят в 1,5 года.

В это время молодняк всех видов кормится растительными кормами. Молодняк лошадей и крупного рогатого скота требует на 100 *кг* живого веса около 2—2,2 *кг* сухого вещества кормов, а подсвинки и молодняк овец — 3,0—3,5 *кг*. Переваримость органического вещества только у подсвинков 70% и выше, а у прочего молодняка 55—65%. Переваримый белок и переваримый протеин может составлять $^1/_{10}$—$^1/_8$ переваримых органических веществ. Доставка кальция может быть снижена до 8—7 *г* и фосфора до 5 *г* на 1 *кг* сухого вещества рациона.

В этом возрасте, по той же рекомендации Главвитаминпрома, молодняк всех видов должен получать на 100 *кг* живого веса либо 15—20 *мг* каротина, либо 7,5—10 тысяч международных единиц витамина А.

Перечисленных показателей достаточно только для приближенного контроля обеспечения потребностей при условии скармливания рационов с определенным изученным набором кормов.

[1] Временные указания по применению концентратов витаминов А и D при кормлении сельскохозяйственных животных и птицы. Главвитаминпром, Москва, 1952.

Определенные корма необходимы прежде всего для выработки пищевых рефлексов животных, развития морфологии и функций органов питания. Одновременно с тем доставка кормов в определенных соотношениях, со сменой их по мере роста в определенной последовательности обеспечивает и должный химизм питания, который связан со значительно более широкими требованиям животных.

Пример [1] более разносторонне выясненных требований цыплят к химическому составу корма при росте приведен в табл. 56.

Вместо такого весьма сложного контроля химического состава кормов, к тому же не исчерпывающего всех свойств пищи, практика вырабатывает схемы кормления растущих животных, которые будут рассмотрены в седьмой части книги.

Таблица 56

Потребность в питательных веществах у цыплят, отнесенная к 1 *кг* корма [2]

Питательное вещество	Возраст цыплят	Единица измерения	Количество
Общий протеин	От рождения до 12 недель	грамм	200
	Старше 12 недель	»	160
В нем аминокислот:			
глицина	Весь период роста	»	10
аргинина	То же	»	10
метионина	»	»	10
лизина	»	»	9
триптофана	»	»	4—5
Витаминов:			
A	»	инт. единица	2600—4000
		цепл. единица	400
B_1	»	миллиграмм	2
B_2	До 8 недель	»	3,5
	После 8 недель	»	2,0
Пантотеновой кислоты	Весь период роста	»	11,0
Никотиновой кислоты	То же	»	18,0
Пиридоксина (B_6)	»	»	3,5
Биотина	»	»	0,1
Холина	»	грамм	1,5
Витамина K	»	миллиграмм	0,4
Минеральных веществ:			
кальция	»	грамм	10
фосфора всего	»	»	6
в т. ч. нефитинового	»	»	2
хлористого натрия (поваренной соли)	»	»	5
марганца	»	миллиграмм	55
иода	»	»	1,1
калия	»	грамм	1,8
магния	»	миллиграмм	330
железа	»	»	20
меди	»	»	2

[1] Пример заимствован из сборника: «Биохимия и физиология витаминов». Изд. иностранной литературы, 1951, стр. 51.

[2] G. F. Heuser. Кормление птицы (на англ. яз.). N.-York. Изд. F. Wiley, 1946.

ГЛАВА XVII

ПОТРЕБНОСТИ ПРОДУКТИВНЫХ ЖИВОТНЫХ

ПОТРЕБНОСТИ ЛАКТИРУЮЩИХ ЖИВОТНЫХ

При образовании и выделении молока организм самок теряет большое количество веществ. Если в начале лактации усиливать кормление, то самки лактируют интенсивнее. В это время размер удоя следует до некоторой степени за уровнем доставки пищи. Поэтому принято считать, что молокопродукция зависит от доставки корма. Веществ, входящих в состав молока (казеина, молочного альбумина, молочного сахара и молочного жира), нельзя обнаружить ни в кормах, ни в тканях тела. Они образуются в молочной железе из веществ, доставляемых кровью. В тканях железы происходит как конденсация доставляемых веществ, так и их преобразование (синтез) в специфические составные части молока.

О размерах конденсации и роде преобразования может дать представление сравнение состава молока с составом плазмы крови (табл. 57).

В плазме крови из углеводов содержится глюкоза, а в молоке молочный сахар. В плазме крови содержатся сывороточный альбумин (3,2%) и сывороточный глобулин (4,4%), а в молоке — молочный альбумин, молочный глобулин и казеин (соответственно 0,52; 0,05 и 2,9%).

Таким образом, молоко представляется химически отличающимся от плазмы крови, содержащим в несколько раз больше липидов, углеводов, кальция, фосфора и меньше белка, чем плазма крови. Некоторых соединений в крови совершенно нет, а молочный альбумин не тожественен с альбумином крови.

Как образуется молоко, пока не вполне ясно, но известно, что деятельность молочной железы контролируется гормонами яичника и гипофиза и связана с материнством.

В соответствии с современными взглядами молокообразование является секреторным процессом. Для его осуществления кровь, интенсивно циркулируя через вымя, отдает около 0,5% содержащихся в ней веществ. По неполным данным, предшественниками веществ молока являются: молочного сахара — глюкоза и молочная кислота крови; белков молока — аминокислоты, простые полипептиды крови, а возможно и сывороточные глобулины; молочного жира — нейтральные жиры крови, жирные кислоты, продукты брожения пищи в рубце, частично глюкоза, а возможно и белок крови.

Из многочисленных исследований известно, что недостаточное и неполноценное питание лактирующих животных отражается прежде всего на их физиологическом состоянии, а впоследствии и на лактации и на составе молока. Последствия таких нарушений могут долго сказываться и трудно устраняются.

Большое число исследований показывает тесную связь молокопродукции с уровнем и качеством протеинового питания.

Таблица 57

Сравнительный состав плазмы крови и молока у коровы
(в процентах)

Составные части	Плазма крови	Молоко
Воды	91,00	87,00
Углеводов	0,05	4,90
Протеинов	7,6	3,47
Нейтрального жира	0,06	3,70
Фосфолипидов	0,15	0,04
Кальция	0 009	0,12
Фосфора	0,011	0,10
Натрия	0,34	0,05
Калия	0,03	0,15
Хлора	0,35	0,11

В частности, в работах указывалось и на практике иногда применялось воздействие на лактирующих животных повышенными дачами протеина с целью побуждения их к более высокой продукции. В пределах одной лактации наблюдается, что переход от более обильного протеинового питания к более бедному влечет за собой снижение удоя. Одновременно с этим в опытах было показано, что снижение протеина в корме в пределах одной лактации влечет за собой и понижение содержания жира в молоке. Известные из литературы продолжительные опыты, длившиеся по нескольку лет, показывают, что содержание коров на весьма низких по протеину рационах приводит через несколько лет к общему ухудшению состояния животных, флегматичности, плохой подвижности, сухости кожи, тусклости и взъерошенности шерсти. Такие коровы, переведенные на усиленное по протеину питание, прежде всего поправляются сами, повышают свой вес и уже после того, если они не оказываются в стадии сдаивания (перед запуском), повышают свой удой. В одном из наших наблюдений в совхозе «Молочное» после скудного, особенно по белку, стойлового кормления, коровы были переведены на пастбище, одновременно с которым получали обильную подкормку вико-овсяной травой и овсянкой. При этих условиях у коров шло одновременно и повышение живого веса и повышение удоя:

	июнь	июль	август	сентябрь
средний живой вес коровы *(кг)*	477	490	527	563
средний за месяц удой на фуражную корову *(кг)*	235	325	372	423

С другой стороны, широко известно, что избыточное количество протеина в рационах лактирующих животных (молочных коров) отрицательно влияет на их долговечность. Во многих случаях повышенные дачи протеина приводят к раннему выходу коров из строя, появлению перегулов, яловости и общему снижению удоя на корову стада.

Однако увеличенные дачи протеина не приводят к получению молока с увеличенным сверх нормального процентом жира или белка. Таким образом, размер потребности лактирующих животных в протеине или белке определяется расходом, связанным с образованием белка молока, причем общее поступление протеина должно быть таким, чтобы не снижался процент жира в молоке, но в то же время не было и избытка протеина. Для образования белка молока в корме должно доставляться значительно больше протеина, чем выделяется с молоком. Теоретически допускается, что в случае полного совпадения качественного набора и количественных соотношений между аминокислотами, доставленными с кровью, и аминокислотами, входящими в состав белка молока, использование их будет стопроцентным. Но так как вполне вероятно, что соот-

ношение аминокислот в крови зависит от доставки их с кормом, некомплектность аминокислот корма может ограничивать их использование для синтеза белка молока и, следовательно, молочную продуктивность.

Считают, что на образование 1 *кг* коровьего молока в протеине кормов должно доставляться (в граммах):

лизина	2,3	метионина	1,2
триптофана	0,8	фенилаланина	1,2
аргинина	1,3	лейцина	3,6
гистидина	0,6	валина	2,5

По данным Н. Д. Прянишникова, Д. Д. Позамантир [1] и др., чаще всего молокообразование ограничивается недостаточным количеством лизина. Однако еще нет достаточных оснований для нормирования кормления лактирующих животных по аминокислотному составу протеинов кормов. Протеиновое питание нормируют на основании процента использования протеина корма. Из опытов известно, что процент использования протеина сильно колеблется и что он достигает величины, близкой к 100%, в случае минимальных доставок его в корме, в частности, если основным источником протеина являются высококачественные травы и сено. Выше (стр. 50) было показано, что при недостатке протеина в пище у жвачных возможен синтез его из непротеиновых азотсодержащих веществ. Допустимо предположить, что этим прежде всего может быть объяснен высокий процент использования протеина пищи, тем более что таковой был установлен как раз на жвачных. В среднем же считают, что процент использования протеина для молокопродукции следует принимать равным 60—70, т. е. в корме нужно задавать протеина в 1,5 раза больше, чем выделяется белка в молоке. Однако потребность в протеине лактирующих животных следует определять не только в зависимости от его выделения с молоком, но прежде всего в связи с обеспечением нормального обмена. Это требование удовлетворяется доставкой в пище определенного количества протеина по отношению к сухому веществу кормов, по отношению к переваримому органическому веществу или по отношению к кормовым единицам рациона.

Хотя предшественником молочного жира считают прежде всего нейтральный жир крови, однако это вовсе не означает, что необходимо доставлять жир в корме. Лактирующее животное обладает способностью образовывать жир из веществ пищи, в частности из углеводов и протеина, и в молоке может быть выделено больше жира, чем его задано в корме.

Такая возможность была подтверждена специальными опытами. Высокоспециализированные молочные животные (и это, повидимому, зависит не только от унаследованных качеств, но и от воспитания) при развитой молочности неспособны к образованию жира молока в достаточной мере. В опытах на коровах и козах было показано, что обезжиривание кормов рациона и возмещение его соответствующим количеством крахмала приводило к снижению удоя и к некоторому снижению процента жира в молоке. Известно, что состав жирных кислот, образованных в теле из углеводов корма, отличен от состава жирных кислот, образующихся из жира кормов, и, с другой стороны, что недостаток жира в корме у лактирующих животных приводит к снижению жира в плазме. Повидимому, недостаток жира в плазме ограничивает деятельность молочной железы, функции которой зависят от веществ крови, доставляемых в минимуме. Интересно отметить, что в жире молока содержится низкий процент ненасыщенных жирных кислот. Их содержание в молоке ниже такового же в жире тела. Подмечено, что при даче кормов с высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот процент жира в молоке понижается. Ненасыщенные жирные кислоты (стр. 33), по имеющимся данным, в организме животных

[1] Вестник сельскохозяйственной науки, в. 2 и 4. Сельхозгиз, 1940.

изменениям не подвергаются. Повидимому, доставленные в избытке жирные кислоты занимают большую долю среди кислот, входящих в жир крови, и это оказывается фактором, ограничивающим содержание жира в молоке.

Наконец, необходимо подчеркнуть факт, уже давно известный, что жир корма может оказывать влияние на качество жира молока. Вообще говоря, свойства молочного жира подвержены колебаниям и зависят не только от обильного скармливания кормов, богатых жиром, резко отличающимся по своим свойствам от нормального молочного жира. Когда жир молока образуется за счет жира тела, молочный жир приобретает особый характер: в нем понижены содержание летучих кислот и температура плавления и повышено содержание ненасыщенных жирных кислот. В данное время лактирующим животным считается необходимым задавать корма, в которых содержалось бы 3—5% жира от сухого вещества.

Вопрос о доставке углеводов лактирующим животным обычно особо не рассматривается. Считается, что они входят в пищу в достаточном количестве, если животное получает необходимое количество органического вещества. Однако вполне возможно такое питание, при котором не будут доставляться легко переваримые углеводы. Опыт показывает, что у животных, особенно высокоудойных, при недостатке легко переваримых углеводов возможен кетоз с резким снижением резервной щелочности и развитием ацидоза.

Необходимость легко переваримых углеводов высокоудойным коровам подтверждается применением с большим успехом больших дач корнеплодов, в том числе сахарной и полусахарной свеклы.

Разрешение вопроса о потребностях в органическом веществе для образования молока оказалось связанным с затруднениями.

Научно-хозяйственные опыты, проводившиеся без учета баланса питания, были использованы для этой цели еще в конце XX в. В этих опытах из суточного рациона исключали поддерживающую часть, а остальную пищу сопоставляли с надоенным молоком. Таким путем было подсчитано, что в молоко переходит около 50% энергии органических веществ корма.

В последующие годы Кельнером были проведены балансовые опыты, оставшиеся в подробностях неопубликованными (стр. 330). Сделанные Кельнером допущения, согласно которым весь «расход питательных веществ, связанный с образованием молока», относился к жиру молока, не получили признания. В 1917 г. проф. М. И. Дьяков [1] опубликовал свои оригинальные и, можно считать, первые опыты по изучению условий использования питательных веществ при лактации. В опыте изучался основной обмен при лактации. Затем, спустя некоторое время после прекращения лактации, повторно изучался основной обмен вне периода лактации. В этом случае основной обмен оказался меньшим. Разница в основном обмене была признана связанной с расходом энергии на работу по образованию молока. Эта разница составляла 30% от энергии в выделенном молоке.

Найденная величина расхода энергии на образование молока давала возможность определить потребность в органическом веществе для производства молока. Слабой стороной этих опытов было допущение, что теплопотери голодающего организма в период лактации будут тожественны обмену питающегося и лактирующего в то же время организма.

В 1929 г. Мельгор [2] опубликовал свои опыты с молочными коровами (стр. 330). Мельгору не удалось определить расход органического вещества в прямых опытах, которые он запроектировал так, чтобы вначале сбалансиро-

[1] М. И. Дьяков. Влияние лактации на обмен веществ и энергии. Труды Бюро по зоотехнии, в. XVIII, 1917.

[2] Х. Мельгор. Учение о кормлении молочных коров. Сельхозгиз, 1929.

вать питание лактирующей коровы, затем недодаивать ее и наблюдать, сколько корова отложит жира вместо недополученного молока. Отложение жира у коров было относительно небольшим, и результаты оказывались сильно зависящими от ошибок опыта.

Тогда Мельгор пошел иным путем, сделав несколько предположений, основным из которых являлось допущение незыблемости крахмальных эквивалентов Кельнера. Поэтому необходимо считать условными и полученные автором результаты, хотя они положены в основу многих норм доставки органического вещества лактирующим животным. Результаты опытов Мельгора выражены в следующей схеме. Для образования молока в количестве, соответствующем содержанию в нем 1000 *кал*, нужно доставить такое же количество питательных веществ в продуктивном корме, какое требуется для отложения жира в теле взрослого откармливаемого крупного рогатого скота, эквивалентное 830 *кал*.

Потребность в органическом веществе для образования молока считается независимой от уровня продуктивности лактирующих животных.

Такое постоянство потребности строго выдерживается в рекомендуемых у нас нормах, которые периодически печатаются в справочниках.

В самом деле, на протяжении почти 20 лет в ряде изданий справочников указывается, что на 1 *кг* молока с содержанием 40 *г* жира требуется задавать 0,45 (1929), 0,48 (1935—1948 гг.) кормовой единицы коровам как со средней молочной продуктивностью, так и высокоудойным. Только в последние годы нормы для высокоудойных коров указываются выше, чем для среднеудойных. В практике кормления расход органического вещества не столь постоянен. При несбалансированном кормлении (см. пятую часть книги) он возрастает и может увеличиться значительно. Кроме того, расход органического вещества возрастает суммарно во всем корме в том случае, если лактирующих животных раздаивают, применяя усиленное кормление. Так, например, корове среднего веса в 500 *кг* с годовым удоем 3000 *кг* молока с 40 *г* жира требовалось на год по нормам 1929 г. 3012 кормовых единиц (т. е. 1 кормовая единица во всем корме на 1 *кг* молока). По нормам же 1948 г., в которых предусмотрено интенсивное кормление в сухостой с целью последующего раздоя, теоретически требуется 3275 кормовых единиц, т. е. по 1,09 кормовой единицы на 1 *кг* молока. Если же эту корову отнести в разряд высокоудойных, то ее потребность, по нормам, будет еще большей (1,13 кормовой единицы на 1 *кг* молока).

После того как животное раздоено, в случае полноценного кормления потребность его примерно укладывается в рекомендуемые нормы.

Признаки недостатка притока органического вещества молочным коровам развиваются в зависимости от размера такого недостатка. У лактирующих коров недостаток органического вещества, возникший в процессе лактации, прежде всего приводит в снижению удоя. В дальнейшем наблюдается ухудшение общего вида, потеря блеска волосяного покрова и снижение живого веса.

На изменение поступления органического вещества быстрее реагируют животные в начале лактации. На этом их свойстве основано побуждение к раздою усиленным питанием. В середине и в конце лактации, особенно если животные достаточно упитаны, временное и небольшое изменение (как уменьшение, так и увеличение) пищи на удое практически не сказывается.

Хотя размер лактации определяется прежде всего доставкой в пище органических веществ, минеральные вещества также имеют большое значение. Их значение видно прежде всего из того, что в молоке выделяется большое количество минеральных веществ, от 4 до 10 *г* на 1 *кг* надоенного молока.

Не менее важным является и тот факт, что недостаток минеральных солей вообще и некоторых из них в частности приводит к ухудшению физиологиче-

ского состояния, а иногда и отражается на продуктивности. Так, например, у молочных коров при недостатке поваренной соли наблюдается понижение аппетита, общее ухудшение состояния, потускнение глаз, огрубение кожи, снижение живого веса и продукции молока (последнее возможно из-за снижения аппетита).

Длительное питание молочных коров рационами, недостаточными по кальцию, приводит к истощению его запасов из организма (из костей). Особых признаков кальциевой недостаточности обычно обнаружить не удается, но иногда при ней наблюдается снижение молокопродукции.

При недостатке минеральных веществ в корме, в частности кальция, размер истощения может достигать значительной величины.

Так, корова с удоем около 12 *кг*, питавшаяся обильным во всех отношениях рационом, кроме кальция, потеряла из своего скелета до $^1/_4$ кальция. Такая потеря сопровождалась резким ослаблением организма. Уменьшение в организме кальция вследствие его недостатка в пище приводит к уменьшению его и в молоке, что вызывает так называемую «сычужную вялость» молока, т. е. ухудшение свертывания молока сычужным ферментом.

Недостаток фосфора в пище приводит прежде всего к снижению содержания неорганического фосфора в крови. Затем следует снижение продуктивности на почве понижения аппетита к обычным кормам и появление признаков его извращения (извращение аппетита наблюдается не во всех случаях). При хроническом недостатке фосфора наблюдается жесткость суставов.

Недостаточное снабжение коз кальцием и фосфором в течение двух месяцев вызвало понижение удоев и содержания жира примерно на 30%.

В других опытах замечено также, что содержание в молоке жира следует за содержанием в нем кальция, магния и фосфора.

Недостаток железа, или меди, или кобальта, а возможно и марганца, может быть причиной развития пищевой анемии. При недостатке меди, кроме того, наблюдаются поносы. После смерти находят патологические изменения в сердце, селезенке, почках и печени.

Недостатку кобальта приписывают падение аппетита, огрубение волоса, задержку полового развития и анемию. Возможно также исхудание, уменьшение живого веса и уменьшение удоя.

Количество и форма минеральных веществ, которые необходимо скармливать лактирующим, особенно высокомолочным животным, еще не известны с достаточной определенностью. Встречающиеся затруднения в разрешении этой проблемы объясняются тем, что, помимо абсолютных потребностей в минеральных веществах, имеет большое значение их соотношение друг с другом, с органическим веществом пищи и с витаминами, с одной стороны, а с другой, и тем, что животные способны создавать в своем теле резервы минеральных веществ, которые оказывают влияние на течение минерального обмена. Последнее особенно существенно для определения срока исследования минерального обмена.

Во всяком случае для решения вопросов минерального питания кратковременные опыты негодны. Проведенные до сих пор опыты большой продолжительности показали, что запасы в теле играют существенную роль. Из запасов возможно временное позаимствование с обязательным последующим восстановлением. Однако такое «позаимствование» не должно быть ни длительным, ни значительным по величине. В последнем случае оно, постепенно нарастая, может привести к костным заболеваниям, снижению продуктивности и нарушению половых функций.

Влияние небольшого недостатка кальция и фосфора внешне может оставаться незамеченным 2—3 года и более, но молочность постепенно и неукоснительно понижается, и животное рано выходит из строя, часто задолго до окончания обычного срока его эксплуатации.

Обычный путь определения потребности лактирующих животных в минеральных веществах заключается в установлении их количеств, выделяемых с молоком, и применении коэффициентов использования.

В частности, для кальция и фосфора такие коэффициенты принимаются равными $^1/_2$ $^1/_3$.

При определении потребности в минеральных веществах необходимо учитывать состояние животных, предшествовавшее заимствование из запасов и т. д.

Важная роль минеральных резервов в организме заставляет создавать их в конце лактации и в сухостой, а затем в период подготовки молодых животных к первой лактации. Использование минеральных веществ улучшается, если они доставляются в правильных соотношениях. Такие соотношения между кальцием и фосфором лежат в пределе от 2 : 1 до 1 : 2, но оптимальным считается около 1,5 : 1.

Лактирующим животным, как и животным при любой другой функции, необходимы витамины. При этом следует отметить, что нет пока оснований считать, что какой-либо из витаминов специфически необходим для лактации, если исключить стремление получать молоко, обогащенное витаминами. Так, в отношении каротина, предшественника витамина А, существуют указания, что нормальное физиологическое состояние у лактирующих коров достигается при той же доставке каротина, которая необходима коровам для поддержания жизни.

Однако для обогащения молока витамином А необходимо гораздо большее поступление каротина. Минимальная потребность в каротине определяется у молочных коров, свиноматок и овец в размере 12 *мг* на 100 *кг* живого веса.

Повидимому, каротин, влияя на витаминность молока, не влияет на размер молокопродукции, когда он доставляется животным во время развившейся лактации. Это заключение противоположно результатам, полученным при воспитании молодняка.

Как указывалось выше, повышенная доставка витамина А и каротина растущим животным способствовала развитию молочности после достижения зрелости этими животными.

Так как ограниченное количество каротина в рационе лактирующих животных приводит к низкому количеству витамина А в молоке и молозиве, необходимо им назначать столько каротина в рационе, сколько его требуется для сохранения здоровья животных и для получения от них молока, содержащего витамин А в количестве, обеспечивающем нормальное питание молодняка животных и людей, потребляющих коровье молоко.

В прежних работах исследователи приходили к заключению, что некоторые, а возможно и все, члены комплекса витаминов В синтезируются бактериями в рубце жвачных в достаточных для покрытия их потребностей количествах.

В период лактации поглощение корма лактирующими животными сильно возрастает, а так как известно, что некоторые из витаминов комплекса В должны доставляться пропорционально поступающим углеводам и протеинам пищи, то, очевидно, возрастает потребность и в этих витаминах. У обильно питающихся животных, не получающих витаминов комплекса В, наблюдаются признаки В-витаминной недостаточности. Недостаток витамина B_1 приводит к ухудшению аппетита, что влияет на размеры удоя, а возможно и на состав молока. При этом снижается также и содержание витамина B_1 в молоке, что вредно отражается на питающихся молоком детенышах. Повидимому, рибофлавин и никотиновую кислоту также необходимо доставлять в корме лактирующим животным.

В хорошем сене, траве, зерновых кормах доставляются витамины комплекса В и их бывает, вместе с синтезирующимися в пищеварительном тракте витаминами, достаточно для удовлетворения потребности животных. Но в случае

отсутствия таких кормов в рационе специальная доставка витаминов В нужна, особенно высокоудойным животным.

По распространенному мнению, содержание витамина С в молоке животных не зависит от кормления. Такую независимость принимали за следствие способности сельскохозяйственных животных синтезировать витамин С в организме. Поэтому считали, что лактирующие животные выделяют молоко с довольно постоянным содержанием витамина С.

По данным Г. Н. Рахманиновой и Ю. М. Шило, содержание аскорбиновой кислоты в молоке убывает от момента рождения детеныша до окончания лактации. Отмечается связь потребности в витамине С с доставкой углеводов в пище и их обменом. Авторы определили среднее содержание витамина С в миллиграммах на литр: в свином молоке 98, в кобыльем 87, в козьем 20 и в коровьем 14. Считается, что у лошадей содержание аскорбиновой кислоты зависит от доставки ее в корме. У жвачных животных витамин С кормов разрушается в пищеварительном тракте, и при необходимости его введения в организм рекомендуют применять подкожную инъекцию витаминного препарата.

Недостаток витамина D в рационе лактирующих животных отрицательно сказывается на их минеральном балансе и состоянии здоровья. Если коров лишить моциона на солнечном свету и притока витамина D в корме, то кальций и неорганический фосфор в крови уменьшаются, особенно перед отелом. В развивающихся случаях это приводит к связанности движений (одеревянелости походки), опуханию суставов, негибкости и карпообразности спины. Постепенно ухудшается аппетит.

Доставка витамина D в корме, подкожная инъекция препарата или солнечное облучение приводят к устранению указанных выше признаков и к повышению его содержания в молоке.

Из приведенных выше данных следует, что снижение продукции молока может наблюдаться быстрее всего на почве недостатка и уменьшения доставки органического вещества (энергии) в даче. Такое состояние обычно определяется как недокармливание. Продукция молока также довольно быстро снижается от уменьшения дачи протеина. Молокопродукция снижается как на почве недостатка и снижения доставки органического вещества и протеина порознь, так и особенно от недостатка обоих вместе. Если уменьшение в пище органического вещества и протеина вызывают быстрое падение удоев, то недостаток в пище таких веществ как кальций, фосфор, поваренная соль (иногда в сочетании с недостатком протеина) более или менее длительное время не отражается на размере удоя, а затем приводит к быстрому падению лактации (лактационная кривая имеет спадающий характер). Падение удоев в последнем случае может происходить несмотря на то, что органического вещества и протеина будет даваться достаточное количество. К такому же резкому и преждевременному снижению удоев, несмотря на достаточный приток органического вещества и протеина, приводит недостаток железа, меди, кобальта, а также и возникающий на какой-либо почве кетоз, т. е. избыток кетоновых тел в крови (ацетонемия) и в моче (ацетонурия). И, наконец, удой падает при перекармливании неполноценным рационом, особенно если перекармливание сопровождается недостатком хорошего сена. Недостаток хорошего сена ведет к увеличению количества кетоновых тел в молоке.

Таким образом, нормальный уровень молокопродукции может быть средством контроля правильного питания при надлежащей доставке органического вещества и протеина. Совершенно естественно, поэтому, первым делом контролировать достаточность органического и протеинового питания.

В качестве основы расчета потребности в органическом веществе для молочной продукции приняты величины, близкие к результатам многочисленных исследований и научно-хозяйственных опытов.

Как могут быть использованы для этой цели данные научно-хозяйственных опытов, можно понять из приводимой диаграммы (рис. 20).

Эта диаграмма представляет собою обработку научно-хозяйственных опытов 1923—1925 гг., проведенных датской опытной станцией и пересчитанных нами в овсяные кормовые единицы, с приведением к одинаковому живому весу в 470 *кг* и к одинаковому суточному удою 14 *кг* молока с 40 *г* жира. Рационы были однотипными, но кормовые дачи различались количеством кормов и количеством питательных веществ в них.

Из диаграммы видно, что при указанных условиях, задавая около 2,23 кормовой единицы на 1 *ц* живого веса, можно получать удой, не вызывая у коров ни потери, ни прироста веса, т. е. 2,23 кормовой единицы можно принять за норму кормления дойной коровы, если условия кормления будут аналогичными имевшимся в опытах.

Чтобы рассчитать суммарную суточную потребность лактирующей коровы в энергии переваримых веществ (как показателе потребности в органическом

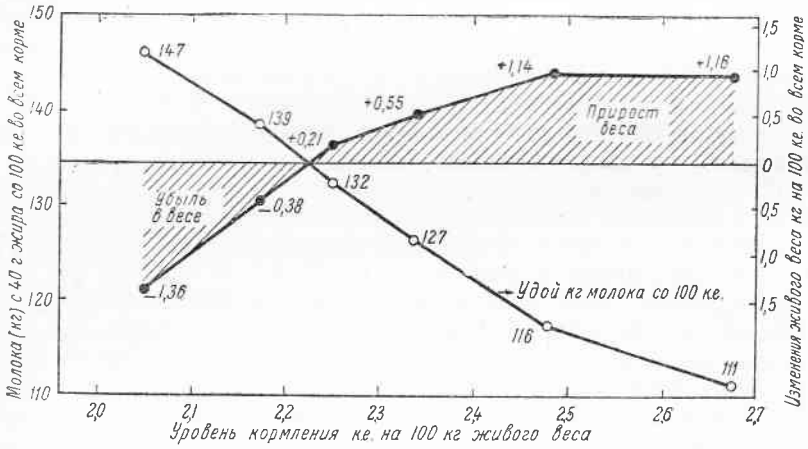


Рис. 20. Зависимость между уровнем кормления (в продуктивных кормовых единицах на 100 *кг* живого веса), удоем молока со 100 к. е. и изменением живого веса коров при однотипном кормлении (по данным научно-хозяйственных опытов датской опытной станции и др.).

веществе), можно воспользоваться соотношениями, найденными нами при обработке балансовых и научно-хозяйственных опытов (рис. 13).

При условии полноценного кормления суммарная суточная потребность в энергии переваримых веществ будет равна: $Пр \times 1{,}85 + 2600 \times B$ — для коров, содержимых в постоянных условиях при минимуме движений, и $Пр \times 1{,}71 + 3500 \times B$ — для коров в меняющихся условиях среды и при движении до $^1/_2$ суток на пастбище. В этих формулах $Пр$ обозначает суточную продуктивность — удой и баланс энергии в теле в килокалориях; B — живой вес животных в центнерах, а 1,85; 1,71; 2600 и 3500 — коэффициенты, найденные эмпирически.

Так, например, при суточной продуктивности коровы в 12 000 *ккал* энергии и живом весе 450 *кг* ее суточная потребность в энергии переваримых веществ при содержании в скотном дворе будет равна $12\,000 \times 1{,}85 + 2600 \times 4{,}5 = 33\,900$ *ккал*. Повторяем, что такой расход энергии переваримых веществ будет иметь место при полноценном кормлении. Потребность для образования молока рассчитывали и раздельно от поддерживающей при использовании в качестве единицы измерения овсяной продуктивной кормовой единицы.

Расчет основывался на следующих исходных данных. Килограмм овса среднего качества при средней влажности, принятый в Советском Союзе за единицу сравнения при оценке доставки органического вещества, эквивалентен 2600 *ккал*, содержащимся в переваримом органическом веществе.

Из такого килограмма овса в случае его использования в продуктивной части полноценных рационов для жирообразования можно получить в жире 1400 *ккал*, а в случае использования того же овса для молокообразования в молоке обнаруживается 1700 *ккал*. Эти соотношения вытекают из широко распространенных взглядов, что превращение веществ пищи в молоко происходит с меньшими потерями, чем превращение той же пищи в жир тела. По нашему мнению, эти соотношения связаны еще и с тем, что лактирующие животные содержатся на более высоких уровнях кормления, чем откармливаемые.

Количество энергии, содержащейся в удое, может быть определено или путем непосредственного сжигания образца молока в калориметре, или путем подсчета эквивалента энергии на основании химического состава молока. Для последнего подсчета обычно принимают, что 1 *г* молочного жира соответствует 9,231 *ккал* энергии, 1 *г* белка молока — 5,828 *ккал* и 1 *г* молочного сахара 3,952 *ккал*. Если, например, в удое найдено 11 500 *кал* энергии (по прямому сжиганию или по расчету), то потребность для этого удоя будет равна 11500 : : 1700 = 6,76 овсяной единицы в продуктивной части рациона. Содержание энергии в молоке косвенно может быть вычислено и иначе.

Давно обратили внимание на близкую зависимость между содержанием в молоке жира и эквивалентом энергии для этого же молока. Эта зависимость выражена в формулах. Правда, колебание в составе молока касается не только жира, но и белка и молочного сахара. Поэтому предложенные формулы различаются в зависимости от условий, в которых они получались, и имеют различные коэффициенты. Их вид может быть представлен в такой общей форме: $T = A \times Ж + B$, где: T — количество энергии, эквивалентное 1 *кг* молока, $Ж$ — процент жира в молоке, A и B — коэффициенты.

Коэффициент A в различных формулах колеблется от 109, 4 до 115,3. В среднем его возможно принять равным 114; коэффициент B колеблется от 281 до 300. Его также в среднем возможно принять равным 290. Тогда формула для приблизительного подсчета энергии, эквивалентной 1 *кг* молока с определенным содержанием жира, примет вид: $T = 114 \times Ж + 290$.

Помимо приведенной выше связи между содержанием жира и энергии в молоке, были найдены эмпирические связи и между другими составными частями молока. Приводим эти зависимости (во всех случаях $Ж$ обозначает процент жира):

$$П\,(\text{протеин})\% = 1{,}597 + 0{,}449Ж;$$

$$М\,(\text{молочный сахар} + \text{зола})\% = 5{,}68 - (Ж - 3{,}50) : 10;$$

$$С\,(\text{сухое вещество молока})\% = 7{,}626 + 1{,}346Ж.$$

Если принять содержание золы в молоке постоянным и равным в среднем 0,75%, то по содержанию в молоке жира можно вычислить его прочие составные части, а уже по этим составным частям подсчитать и содержание в молоке энергии.

Из приведенной выше формулы следует, что содержание энергии в молоке возрастает с увеличением содержания в нем жира.

Следовательно, чем молоко жирнее, тем большему количеству энергии оно эквивалентно и тем выше потребность в питательных веществах для его образования.

Доставка органического вещества для молокопродукции обязательно должна сопровождаться поступлением протеина. Протеин необходим для

образования белка молока, а также и для покрытия расходов на процессы, обусловливающие превращения пищи и молокообразование.

Вопрос о необходимом количестве протеина разрешался ранее только на основе содержания азотистых веществ в молоке. Сейчас существует немало доказательств, что физиологическое состояние животных, а главное — наиболее эффективное использование пищи, наблюдается тогда, когда лактирующие животные получают протеин в некоторой пропорции к поступлению переваримого органического вещества. Пропорции эти колеблются между 12 и 20%.

Для сохранения таких пропорций нужно назначать коровам от 20 до 32 *г* переваримого белка на 1000 *ккал* энергии переваримых веществ суммарной потребности в органическом веществе. Меньшая дача, 20 *г*, соответствует условиям кормления нелактирующих животных, а бóльшая, 32 *г* — кормлению коров, дающих 7—8 *кг* молока на центнер живого веса в день.

Если потребность в белке рассчитывается только для продуктивной части корма, то поступление переваримого белка принимается в 20% от «чистой энергии жирообразования», потребной для молокопродукции. Примем в качестве примера, что на образование 1 *кг* молока расходуется A кормовых единиц продуктивного корма. В органическом веществе продуктивного корма в этом случае должен быть задан переваримый белок в количестве: $0{,}2A \times 1400 : 2{,}24 = 125A$.

Здесь 1400 обозначают число килокалорий чистой энергии жирообразования, эквивалентных одной советской кормовой единице, а 2,24 — чистую энергию жирообразования 1 *г* переваримого белка. Таким образом, на 1 советскую кормовую единицу в продуктивном корме нужно доставлять 125 *г* переваримого белка. Этот расчет приведен только для того, чтобы воспроизвести существующие на этот счет рекомендации, основанные на балансовых опытах с применением респирационной техники. Приведенное количество переваримого белка на кормовую единицу является более близким к максимальному. Из научно-хозяйственных опытов известно, что доставка 60—70 *г* переваримого белка на 1 *кг* 4-процентного молока обеспечивает плавное течение лактации без быстрого падения. С другой стороны, известно также, что жвачные при некоторых условиях могут использовать небелковую часть азотистых веществ пищи. Во всяком случае 125 *г* переваримого белка не являются обязательными, особенно если источником его являются главным образом трава и сено. В практике нашего животноводства принято назначать на 1 кормовую единицу 100 *г* переваримого белка или соответственно большее количество переваримого протеина.

Ниже приводим формулу, пользуясь которой, можно сразу вычислить, сколько надо дать корове граммов белка в продуктивном корме на молоко с разной жирностью:

$$Б = 125A = \frac{125T}{1700} = \frac{125\,(290 + 114Ж)}{1700} = 21{,}3 + 8{,}4Ж.$$

Проф. И. С. Попов принимает, что белок корма при образовании белка молока используется в среднем на 75%, т. е. если в 1 *кг* молока выделяется 36 *г* белка, то в корме нужно задать $36 : 0{,}75 = 48$ *г* переваримого белка. Процент использования белка, принятый И. С. Поповым, а также использованный в распространенных в Советском Союзе нормах, выше того, который соответствует расчету по формуле. Таким образом, наши нормы имеют в виду протеин высокой полноценности, о чем можно судить хотя бы по следующему расчету. Если воспользоваться приведенной выше формулой для определения количества белка в молоке в зависимости от содержания в нем жира, то расчет, по Попову, может быть выражен формулой:

$$Б_к = \frac{10P^1}{0{,}75} = \frac{10 \times (1{,}597 + 0{,}446 \times Ж)}{0{,}75} = 21{,}3 + 5{,}9Ж.$$

[1] Коэффициент 10 введен для перевода процента белка молока в граммы.

Коэффициент при *Ж* в последней формуле меньше, чем в ранее приведенной, поэтому расхождение в количестве белка, задаваемого на продукцию молока, будет увеличиваться по мере возрастания процента жира в молоке.

Так как потребности для молокообразования у других видов сельскохозяйственных животных не изучены, предполагают, что они подчиняются тем же закономерностям. Имея состав молока животных другого вида, вычисляют потребность на образование молока на приведенных выше основаниях. Таким путем была рассчитана потребность на образование свиного молока. При этом было принято, что тепловая ценность 1 *г* вещества, входящего в состав молока, равна таковой же для молочных коров (стр. 239) и что расход кормовых единиц на образование 1000 *кал* в молоке у свиньи равен тому же расходу, что и у коровы.

Молоко свиньи содержит с округлением 7,0% жира, 6,3% белка и 5,4% молочного сахара.

При расчетах потребностей в минеральных веществах на производство молока обычно исходят либо из содержания в молоке минеральных веществ и коэффициента их использования, либо обеспечивают в кормах не ниже определенного процента этих веществ.

Вопросу нормирования доставки кальция и фосфора лактирующим животным посвящено много работ. Упомянем сводку проф. М. Ф. Томме [1], в которой автор предложил для молочных кормов давать на 1 *кг* молока 4,0 *г* кальция и 3,2 *г* фосфора.

Изменяются ли потребности на производство 1 *кг* молока при разных уровнях продуктивности?

В известных до сих пор опытах прямого ответа на этот вопрос нет. Имеются указания, основанные на пересчетах производственных данных, что расход продуктивного корма на образование 1 *кг* молока не зависит от величины молочной продуктивности коровы.

В отчетах о датских опытах кормления высокопродуктивных коров эти указания в основном подтверждаются. Расход кормовых единиц продуктивного корма на 1 *кг* молока с 40 *г* жира только немного выше при годовом удое в 10—12 тыс. *кг*, чем при годовом удое в 4—5 тыс. *кг*. В этих же отчетах неоднократно подчеркивается необходимость скармливать высокоудойным коровам все корма отличного качества, в то время как таких указаний не делается при описании кормления коров средних уровней продуктивности.

Если требование к высокому качеству кормов не удовлетворяется и если при этом допускаются отступления от сбалансированности кормления, то, как нам неоднократно приходилось наблюдать, высокие удои коров приходится поддерживать с перерасходом кормов и некоторых питательных веществ. Такой прием нельзя считать рациональным, и он не всегда оправдывается экономически.

Среди большого числа животных одинакового уровня продуктивности, при одинаковом кормлении, можно встретить особей, использующих корма для производства молока как лучше, так и хуже.

Причины различного использования кормов и получения различных удоев при одинаковом кормлении не исследовались, хотя лучшее использование кормов имеет большое практическое значение.

Повышение молочной продуктивности при хорошем использовании кормов возможно через улучшение качества кормов, сбалансированное кормление и отбор животных, хорошо использующих корма.

---

[1] М. Ф. Томмэ. Нормы кальция и фосфора для крупного рогатого скота. «Проблемы животноводства», № 4, 1937, стр. 99—113.

По довольно давним наблюдениям, среди которых одно из первых принадлежит М. И. Придорогину, известно, что усиление питания коровы вскоре после отела приводит к повышенной лактации. Такого действия питания на лактацию впоследствии, по мере удаления от отела, не наблюдается, особенно когда уже наступила вторая половина новой беременности.

Усиление кормления в начале лактации, приводящее к повышению удоев, относится к числу мероприятий, комплекс которых получил название раздоя. В этот период раздоя рекомендуется корм назначать с авансом, т. е. больше, чем его требуется по фактическому удою. Такое авансирование да еще большими прибавками (до 2 кормовых единиц) дает большее повышение удоя, чем авансирование малыми добавками (0,8 кормовой единицы).

После раздоя кормят коров по-разному. Иногда продолжают кормить так же, как в конце периода раздаивания. Такое кормление приводит к перерасходу питательных веществ, относимых на получаемый удой, но зато влечет за собой накопление в теле запасов, которые поддерживают животное в состоянии хорошей упитанности и способствуют развитию последующей лактации. Важно только, чтобы избыток питания не был односторонним. Поступают и иначе, а именно после раздоя кормление постепенно приближают к норме, т. е. кормят соответственно фактическому удою.

Первый тип кормления приводит к повышению живого веса к концу лактации, а второй позволяет экономнее расходовать корма в период лактации, но кривая лактации может иметь более спадающий характер. Живой вес животных при таком кормлении остается практически неизмененным. Однако при кормлении, строго нормируемом по удою, совершенно обязательна дополнительная подкормка в сухостой; рекомендуется скармливать в сухостой значительно больше питательных веществ, чем это требуется для поддержания жизни матери и для развития эмбриона (такая подкормка называется заправкой животного).

Заправка в сухостой в последнее время считается совершенно обязательным мероприятием. Однако рекомендовать ее необходимо в зависимости от физиологического состояния организма матери. Известно много случаев, когда заправка в сухостой приносит не пользу, а вред. Это наблюдается при упитанном состоянии лактирующих животных, связанном с весьма интенсивным кормлением и даже перекармливанием их в период лактации. Таких животных в сухостой, перед следующим расплодом, оказывается полезным держать на скудном кормлении.

Известны даже случаи, когда подкормка (заправка) в сухостой не оказывала никакого (ни положительного, ни отрицательного) влияния на последующую лактацию. Этот случай соответствует хорошо укомплектованному, в общем обильному и равномерному кормлению коров в период лактации с некоторым повышением живого веса к концу лактации.

И, наконец, истощение матери, вызываемое сдаиванием с тела и развитием эмбриона за счет запасов тела обязательно требует усиленного кормления перед новым расплодом.

Размер лактации, степень истощения запасов зависят от тех нормативов, которыми руководствуются при организации кормления животных.

В одном опыте сравнительного кормления три группы коров были поставлены в одинаковые условия кормления главными кормами рациона. Они получали совершенно одинаковое количество высококачественного сена и силоса, а дача концентратной смеси была разной. Первая группа получала на литр надаиваемого молока 260 *г*, вторая 370 *г* и третья 500 *г* концентратов. При таком кормлении годовые удои были соответственно 3600, 5200 и 5500 *кг*.

За время кормления первая группа незначительно (на 2%) убыла, а третья также незначительно (на 3%) прибыла в весе сравнительно с весом

в начале опыта. Все три группы были одинаковы в отношении здоровья и состояния.

В практике нормированного кормления лактирующих животных до недавнего времени не включалось в качестве непременного условия нормирование некоторых кормов, доставка которых обязательна для получения высокой продуктивности, сохранения здоровья лактирующих животных и получения от них приплода. Подробнее этот вопрос будет обсужден и обоснован ниже, здесь же мы только укажем, что при кормлении натуральными кормами обычно бывает невозможно удовлетворить потребность лактирующих животных, если в их рационы не входят сено, силос, корнеплоды и пастбищная трава в соответствующих количествах и качества тем лучшего, чем выше молокопродукция. Ценные сведения о требованиях лактирующих животных к доставке питательных веществ и роду кормов получаются из опытов передовых животноводов и научно-хозяйственных. Последние опыты строятся так, что несколько групп животных, сходных по удоям, возрасту, весу и другим признакам, ставят на разное кормление по обильности или по кормам, входящим в рацион. Такое кормление ведут одну и более лактаций, учитывая продуктивность, вес и состояние здоровья животных. В результате находят оптимальный качественный и количественный режим кормления для данных хозяйственных условий.

В заключение надо отметить, что при определении потребностей в пище подсосных самок, когда трудно учесть количество производимого и отдаваемого молока, а также и его состав, удовлетворение потребностей в пище контролируется по росту и развитию детенышей (поросят, ягнят), в частности по их приросту за первые 20 или 30 дней жизни. В этот период они прирастают почти исключительно за счет молока, даваемого матерью.

ПОТРЕБНОСТИ ПРИ ОТКАРМЛИВАНИИ

Целью откорма сельскохозяйственных животных является увеличение количества и улучшение качества мяса и сала животных, предназначенных к убою. Возможность образования мяса зависит от возраста, состояния упитанности, наследственности и предварительной подготовки (воспитания).

Отложение в теле преимущественно мяса наблюдается при соответствующем откармливании молодых, еще не закончивших роста животных. Считается, что усилением протеинового питания нельзя повысить отложение белка в организме сверх некоторого уровня, определяемого возрастом и способностью к росту. Поэтому рекомендуют молодое откармливаемое животное кормить так, чтобы полностью использовать его предрасположение к мясообразованию, т. е. доставлять оптимум протеина пищи при оптимальной доставке прочих необходимых питательных веществ.

Образование же жира является следствием притока питательных веществ, и если несколько ограничивается другими процессами в организме (ростом, молокопродукцией, мышечной деятельностью), то с устранением этих влияний может проявиться в достаточной мере. Отсюда казалось бы, что нормирование кормления при откорме совершенно излишне и необходимо скармливать предельно возможное количество кормов тощим животным, заботясь только о благополучном поддержании пищеварения. Однако это далеко не так. Неумелое и несвоевременное применение кормов и приемов откорма часто может привести к плохим результатам. В этом случае нормирование откорма, изучение техники его, отыскание наиболее удовлетворяющего поставленным требованиям пути откорма являются совершенно необходимыми условиями его организации. Таким образом, откорм представляет собой ряд последовательных операций, при которых разрешение упомянутой задачи получается более совершенным. Откорм представляет собой частный случай кормления, причем

целевое назначение его — получить тушу животного, удовлетворяющую определенным количественным и качественным требованиям.

Детальная и обстоятельная разработка вопросов теории и техники откорма принадлежит Е. А. Богданову.

Еллий Анатольевич Богданов, профессор, родился 5 мая 1872 г. и умер 14 октября 1931 г. С 1897 г. до конца своей жизни руководил кафедрой общей зоотехнии Московского сельскохозяйственного института, позднее переименованного в Сельскохозяйственную академию им. К. А. Тимирязева. Научная деятельность Е. А. Богданова протекала в созданной им при кафедре лаборатории, в работах которой участвовали многие молодые специалисты, кончавшие академию и ставшие впоследствии известными учеными.

По откорму сельскохозяйственных животных Богданов написал несколько трудов, выходивших повторными изданиями.

В работе «Общие основы техники откорма» (1927 г., переработка части книги «Откармливание сельскохозяйственных животных», вышедшей в 1911 г. вторым изданием) Е. А. Богданов обосновывает два «закона» образования мяса: во-первых, превращать корм по преимуществу в мясо может только молодое животное и, во-вторых, для целей откорма на мясо наиболее выгодны и пригодны более скороспелые породы, имеющие к тому же ценность для улучшения мясных качеств других пород животных.

В своей последующей работе [1] Е. А. Богданов с исключительной доказательностью обосновывает мысль, что успех откармливания теснейшим образом связан с проблемами воспитания, выращивания молодняка, идущего на откорм.

В этом положении заложена идея, нашедшая себе последующее развитие в ряде ценных работ А. С. Солуна, А. И. Овсянникова и многих других.

Еще в 1917 г. М. Ф. Иванов [2] в кратком описании своих опытов и наблюдений указывал, что характер кормов и кормления оказывают огромное влияние на внутреннюю и внешнюю организацию животных и их продуктивность, причем корма и кормление при воспитании молодняка оказывают гораздо большее влияние на организм животного, чем порода и происхождение. Таким образом, животное, если оно специально назначается в откорм, должно подготовляться к откармливанию смолоду.

Михаил Федорович Иванов, академик, родился 20 сентября 1871 г., умер 29 октября 1935 г. Акад. Иванов четко показал тесную связь производительности и полезных качеств животных с условиями среды и питания, в которых формируется животное. С 1906 г. Михаил Федорович — профессор в Харьковском ветеринарном институте, с 1914 г. — в Москве в сельскохозяйственной академии, а с 1927 г. — в Московском зоотехническом институте.

Е. А. Богданов в более позднее время разработал идею о необходимости и при воспитании и при откармливании комбинировать кормление таким образом, чтобы доставка питательных веществ была наилучшим образом сбалансирована с потребностями. В этом плане он рассматривает одностороннее кормление свиней зерновыми злаковыми кормами не только как недостаточное, но и как вредное, требующее дополнения прежде всего белковыми кормами животного происхождения, хотя не исключена возможность дополнения зерновых злаковых белковыми кормами растительного происхождения. Наконец, Е. А. Богданов придает исключительное значение пастбищному кормлению, приравнивая его по действию к белковым кормам животного происхождения. Из перечня вопросов, разрешенных Е. А. Богдановым и М. Ф. Ивановым,

---

[1] Е. А. Богданов. Выращивание и откорм свиней, 2-е изд. Сельхозгиз, 1932.

[2] Акад. М. Ф. Иванов. Порода и корм, сочинения, т. II. Сельхозгиз, 1938, стр. 51—58.

видно, как подробно и обстоятельно был разработан вопрос о воспитании, которое является преддверием успешного откорма животных, прежде всего молодых.

Наконец, Е. А. Богданову принадлежит разработка и систематизация данных о влиянии рода и количества кормов на качество продуктов откорма, а также оценка норм, кормовых смесей и рационов, наиболее пригодных для целей откармливания.

Итак, количество и качество пищи сильно влияет на течение и результаты откорма.

Чем больше питательных веществ доставляется, переваривается и используется в течение дня, тем больший прирост жира (а до некоторого предела и мяса) получается в животном организме не только абсолютно, но и относительно; затраты корма на единицу прироста уменьшаются. Это положение хоть и давно известно и доказано опытами, но, к сожалению, иногда упускается из виду.

Так, в опытах с быками наблюдалось использование корма для образования новых тканей в их организме, показанное в табл. 58 и на рис. 21.

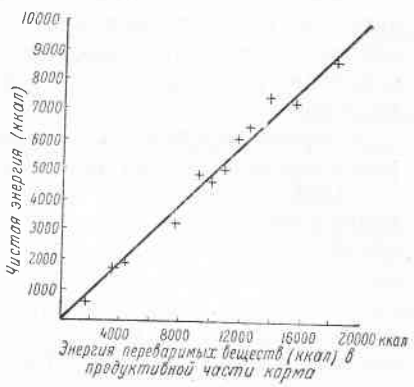


Рис. 21. Зависимость между энергией переваримых питательных веществ продуктивной части корма и энергией веществ, отложенных в теле откармливаемых животных (по Вуду и Уле).

Из сравнения приведенных в таблице данных для 1-го и 9-го периодов видно, что увеличение кормовой дачи в три с лишним раза привело к увеличению отложений, условно перечисленных на жир (протеин × 5,7 : 9,5 = вычисленному жиру), примерно в 20 с лишним раз.

Из табл. 58 видно, что продуктивность не только идет параллельно кормлению, но и значительно обгоняет его, что вызывается более обширным ис-

Таблица 58

Результат баланса кормления быков при разной величине дачи кормов

(по Е. Б. Форбсу и др.) [1]

Период	Поступило сухого вещества корма — 50% сена люцерны, 50% муки кукурузной (*г*)	Перев. органич. вещества в даче (*г*)	Баланс в организме (*г*)		Отложилось вещества в пересчете на жир (*г*)	Расход на 1 *кг* жира	
			протеина	жира		корма (*кг*)	переваримого органического вещества (*кг*)
Предварительный	1681	1193	— 106,8	— 286,4	—	—	—
1-й	2828	2048	— 15,6	+ 49,7	40,3	70,4	51,0
3-й	4237	2978	+ 81,0	— 235,8	284,3	14,9	10,5
5-й	5704	3984	+ 124,2	— 354,9	429,4	13,3	9,3
7-й	7520	5292	+ 138,0	— 522,9	605,7	12,4	8,6
9-й	9489	6327	+ 132,6	+ 754,9	834,4	11,4	7,6

[1] Рассчитано по E. B. Forbes и др. Journ. Agric. Res. 1930, Vol. 40, № 1, p. 37—78.

пользованием способности переводить избыток пищи в запасные отложения. Совершенно аналогичное соотношение наблюдается у всех прочих животных.

В двух последних столбцах табл. 58 показано, как меняется расход корма и переваримого органического вещества на 1 *кг* прироста; видно неуклонное уменьшение его по мере увеличения притока пищи.

Расход корма на единицу прироста является хорошим масштабом хозяйственного контроля за ходом откорма. Количество прироста со 100 частей корма, 100 частей органического вещества или со 100 кормовых единиц — величина, обратная расходу корма, — является таким же показателем результатов кормления.

Первая величина так и называется — расход на единицу прироста, а вторая широко известна под названием оплаты корма.

При откорме часто бывает необходимо знать не только количественную характеристику его результатов, но и качественную. Уже давно было замечено, что при прочих равных условиях откорма, при кормлении жмыхами, кукурузой, картофелем продукция получается ниже по качеству, чем в случаях скармливания вики, ячменя, свеклы сахарной и кормовой. При применении первых кормов получается маслянистое сало, а при применении вторых — плотное и зернистое. Понятно, что эти наблюдения заставляют обращать внимание на подбор кормов при проектировании рационов для откорма. Влияние корма на качество продукции сказывается (табл. 59) прежде всего благодаря присутствию в кормах жира, отличного по своим физическим и химическим свойствам от жира хорошего свиного сала.

Таблица 59

Особенности растительных масел и сала свиньи

Происхождение жира	Температура плавления и затвердевания	Иодное число
Масло: из льняных семян	От—16 до—27°	164—183
из семян подсолнечника	От—16 до — 19°	120—135
Плотное свиное сало	+ 38° и выше	63 и ниже

Действие кормов на качество продукции связано с тем, что в теле животного откладывается жир, сходный по свойствам с жиром кормов. От количественного соотношения разных триглицеридов в сале и зависит его плотность и иодное число. Чем больше в жире жидких (при обычной температуре) и ненасыщенных кислот, тем сало мягче и тем выше его иодное число (табл. 60).

Таблица 60

Константы для свиного сала

Качество сала	Температура плавления	Иодное число
Плотное	38° и выше	63 и ниже
Среднеплотное	36,5	68
Среднемягкое	35,0	71
Мягкое	31,0	75,5
Маслянистое	24,0	88

При откорме жир корма откладывается не только в местах скопления сала, но в порядочном количестве и между волокнами мышечной ткани, поэтому его влияние сказывается также и на плотности, цвете и вкусе мяса, особенно

у молодых животных. Кроме жира корма, на качество убойных продуктов неблагоприятно влияют и сильно водянистые корма: барда, жом, картофельная мезга. При их обильном введении в рацион откармливаемых животных получается безвкусное и непрочное мясо.

Качество сала определяется по органолептической пробе на вкус и по твердости сала; иногда твердость определяется с помощью особых приборов [1], а йодное число путем химического анализа [2].

Обнаружение порочного влияния корма приходится обычно на конец опыта, когда анализируются пробы сала и мяса, взятые с туш убитых животных.

Однако такое определение в конце откорма будет правильно характеризовать влияние корма на продукцию только тогда, если тот или иной корм (или смесь кормов) неизменно остаются в рационе откармливаемых животных. Во многих же случаях в начале откорма применяется одна, а в конце другая смесь кормов. Известен целый ряд более дешевых кормов (жмых, кукуруза и др.), на которых откорм идет очень хорошо, но они могут дать плохое сало. Казалось бы, это вынуждает совершенно не применять их для откорма. Однако было замечено, что некоторые корма имеют исправляющее действие. Исключение кормов, ухудшающих качество продукции, и введение исправляющих за 1—2 месяца до убоя приводят к получению продукции хорошего качества. Изучение исправляющего действия кормов и установление допустимого времени их введения производится путем взятия проб сала у живых животных [3] в момент перехода к скармливанию исправляющих кормов, а также путем последующих анализов в конце откорма.

В вопросе о влиянии корма на качество продукции шире всего распространено представление, что причиной ухудшения качества является главным образом жир кормов. Вполне вероятно, что и другие питательные вещества, так же как и их соотношения или отсутствие некоторых веществ, могут сказаться на качестве продукции. Так, например, имеются указания, что молодняк крупного рогатого скота, питавшийся рационом, бедным по содержанию фосфора, продуцировал и низкокачественное мясо, и что говядина от молодняка, получавшего более высокие дачи фосфора, вкуснее, лучше сохраняет свои качества и меньше теряет от усушки. Мясо от животных, получавших мало кальция в пище, в пищевом отношении и по сохраняемости было нормальным, хотя на низкокальцевых рационах молодняк дает мясо со слабыми костями.

Гораздо чаще при организации откорма руководствуются накопившимися данными относительно влияния на качество продуктов откорма — кормов как таковых. Этот вопрос наиболее подробно разработан для свиней.

На основании хозяйственных наблюдений и произведенных до сего времени анализов корма (по их действию на качество свинопродукции) разделяют на 3 группы.

I группа. Корма, обеспечивающие высокое качество свинины: 1) зерновые — ячмень, отходы пшеницы и ржи, горох, чечевица, бобы, просо, пшеничные отруби и сорго; 2) сочные — сахарная, полусахарная и кормовая свекла, кормовая морковь и тыква; 3) зеленые — люцерна, клевер, соя, эспарцет, вико-овсяная мешанка, рапс, суданка и пр.; 4) грубые — сено и мука из сена бобовых трав (люцерна, клевер, соя); 5) корма животного происхождения — молоко, молочные отходы мясо-костная и кровяная мука.

---

[1] Бюллетень ВНИИС (Полтава), № 4—5, 1931, стр. 160.

[2] П. И. Медведчук. Труды Северокавказской опытной станции, бюллетень № 279, 1929.

[3] Проф. С. С. Еленевский. Взятие пробы сала у живых свиней. Тр. Зоотехнической опытной станции Воронежского с.-х. института, в. 5, 1929, а также Труды отдела зоотехнии, в. 5, 1928, стр. 97. Взятие таких проб применялось только на свиньях.

Некоторые из этих кормов, например все сочные и зеленые, молоко и молочные отходы, могут исправлять плохое действие ряда других кормов — жмыха, овса и пр.

II группа. Корма, которые хотя и дают низкого качества продукт, но при умелом скармливании могут быть использованы в течение всего откорма. Сюда относятся: кукуруза, гречиха, шрот масличных, картофель [1], мелясса.

Эти корма прекрасно влияют на рост подсвинков, если скармливаются в подходящей смеси, но понижают качество свинины, если входят в значительных количествах в состав кормовых дач в последний период откорма. Кукуруза дает мягкое, рыхлое мясо и мажущееся сало, гречиха — темного, почти черного цвета мясо, а мелясса оказывает плохое действие на здоровье животного, если задается в количестве 0,75 *кг* и более.

Картофель нужно задавать в вареном виде. Рекомендуемая дача его в суточном рационе 50% по питательности и даже более в первую половину откорма и 30—35% во вторую (считая на кормовые единицы), при одновременном скармливании кормов I группы. Допустимые дачи кукурузы и гречихи тоже 50—30% при том условии скармливания, что и для картофеля и при наличии в дачах сочных или зеленых кормов.

III группа. Корма, сильно понижающие качество свинины, использование которых желательно только в первую половину откорма. К этой группе относятся овес, жмых и разные виды мякины. Овес или овсяная дерть дают мягкое мажущееся сало и непрочное рыхлое мясо. Жмыхи также дают продукт плохого качества: мягкое или мажущееся сало. При скармливании больших количеств жмыха получается бекон под названием «масленка», который или бракуется, или крайне низко расценивается.

На основании сказанного приведенные корма необходимо использовать лишь в первую половину откорма, т. е. до 60 или самое большее 70 *кг* живого веса животного, если откорм подсвинков ведется до веса 100—110 *кг*.

При мясном откорме в большей мере можно использовать корма II и III групп, а кормов I группы вводить не более 15—20% от питательности рациона во весь период откорма. Считаться с приведенными категориями кормов особенно необходимо при беконном откорме.

Попытка применения микроскопического контроля влияния кормов на качество продукции [2] не дала удовлетворительных результатов.

При откармливании животных им прежде всего нужно доставить протеин. Принято считать, что потребность откармливаемых животных в протеине тесно связана с их способностью к отложению в организм белка. Последнее же зависит в первую очередь от возраста животных и их индивидуальности.

Ряд работ последнего времени и среди них особенно работа В. М. Попова [3] демонстрирует, что протеин корма при откорме животных является не только материалом, преобразуемым в белки тела, но нормированием белка, повидимому, можно регулировать ход откорма. На свиньях и овцах наблюдалось, что процентное содержание протеина в пище откармливаемых животных сказывается на относительном использовании обменной энергии. Так, при повышенной даче протеина получается прирост меньшей калорийности, с меньшим содержанием жира и с большим расходом пищевой энергии на единицу отлагающейся энергии в приросте. Наоборот, при оптимальных уровнях притока белка прирост веса имеет более высокую калорийность, в приросте содержится больше жира, а расход пищевой энергии на единицу энергии в отложениях — ниже. Сказанное иллюстрируется табл. 61, заимствованной у В. М. Попова.

[1] В последнее время к хорошо действующим относят и картофель.
[2] Л. А. Краснопольская. Труды Института животноводства, в. 1(5), 1930.
[3] В. М. Попов. См. сноску на стр. 89.

Таблица 61

Влияние содержания в корме протеина на состав привеса у откармливаемых подсвинков

Процент переваримого протеина в продуктивной части рациона	В привесе содержится (в процентах)		В 1 *кг* привеса содержится энергии (*кг/кал*)	Затрата сухих веществ продукт. части корма (*кг*) на 1 *кг* привеса
	белка	жира		
11,00	20,97	59,38	6912	2,830
14,32	21,30	48,73	5324	2,413
17,41	18,78	38,54	4717	1,981
20,68	22,75	28,91	4031	1,750
33,72	33,16	14,25	3239	1,473

Указанные наблюдения позволили В. М. Попову заключить, что в относительной доставке протеина с кормом мы имеем средство регулировать состав привеса.

Хотя нормально упитанные неистощенные взрослые животные не могут откладывать в своем теле значительных количеств белка и быстро приходят к азотистому равновесию, но и у них доставкой протеина можно влиять на состав привеса.

Что касается притока суммы органических веществ, то при откорме они должны доставляться в обильном количестве, значительно (даже в несколько раз) превышающем потребность в пище для поддержания жизни.

При определении потребности в органическом веществе (в энергии) можно отправляться с различных позиций. Можно задаться целью получить определенный прирост веса более или менее установленной калорийности. И можно, наоборот, зная, что наибольшее скармливание пищи при откорме обычно сокращает срок откорма и является наивыгодным, задаться целью полностью использовать аппетит животного. В первом случае нужно уметь рассчитывать корм, требующийся животному, во втором случае нужно уметь проконтролировать, целесообразно ли используются доставляемые питательные вещества, оправдывается ли расход корма отложениями в теле.

Если бы калорийность привеса была постоянной или закономерности ее изменения были точно известны и если бы процент использования энергии переваримых веществ или физиологической энергии был постоянным, то разрешение и первой и второй задачи было бы простым. На самом же деле требуемого постоянства нет. И калорийность привеса и относительное использование пищи изменяются под влиянием многих факторов. Поэтому установленные отношения могут иметь только приблизительное значение.

В опытах Кельнера с волами было найдено, что в теле отлагается за счет 1 *кг* переваримого:

протеина корма	235 *г* жира, или	2240	*ккал*
крахмала и клетчатки корма	248 » » »	2360	»
жира корма	474—598 » » »	4500—5700	»

Отсюда на отложение 1 *кг* жира рекомендуется давать около 7 кормовых единиц (1000 : 150).

На основании исследований состава привеса откармливаемых волов принимают, что в среднем 1 *кг* привеса содержит 59—66% жира, 8—14% мяса и 6300—6700 *ккал*; на образование такого количества вещества требуется от 4,5 до 5,0 кормовой единицы. Так как расход веществ на поддержание

жизни возрастает с 4,0 в тощем до 6,0—7,5 кормовой единицы в откормленном состоянии (на 500 *кг* живого веса), то по мере откорма должна быть введена прибавка на увеличение поддерживающего корма [1].

При откорме протеин следует задавать в количестве, достаточном для поддержания нормального использования корма; для этого отношение питательных веществ должно быть 1 : 9—10. Пользуясь приведенными исходными данными, проф. Попов рассчитал потребность в кормовых единицах и белке для откорма волов.

У свиней отлагаются иные количества энергии: за счет 1 *кг* переваримого:

крахмала	3369—2800 *ккал*
протеина	3450 »
жира	8357 »

Привес у взрослых свиней, откладывающих преимущественно жир, содержит около 63,0% жира и 7,7% белка. По расчетам, в 1 *кг* такого привеса содержится 6439 *ккал*, на образование которых надо 4,0 кормовой единицы (6439 : 1680). При этом отношение питательных веществ может быть принято до 1 : 12. Принимая потребность на поддержание жизни свиней от 3,0 кормовой единицы молодым (весом около 40 *кг*) до 1,3 кормовой единицы взрослым (вес 130 *кг* и выше) по расчету на 100 *кг* живого веса и потребность на продукцию в 4,0 кормовой единицы на 1 *кг* привеса, рассчитаны нормы для откорма свиней (стр. 560).

В определении размера доставки органического вещества следует стремиться к возможному использованию аппетита животных. При определении максимальной доставки органического вещества откармливаемым животным следует иметь в виду необходимость обеспечивать нормальное функционирование пищеварения. Это, в частности, заставляет при откорме жвачных обязательно вводить им хотя бы минимальное количество грубого корма. Обзоры примеров откармливания крупного рогатого скота позволяют указать как минимальную суточную дачу грубого корма (лучше сена) — 1,5 *кг* на каждые 100 *кг* живого веса. С этой же целью нужно давать грубые корма и свиньям. Грубый корм улучшает качество свинины.

Для успешного откармливания необходима доставка минимального количества минеральных веществ. Так как часто откорм ведется на выщелоченных отходах (на жоме, мезге и др.), то недостаток минеральных веществ при откорме вполне вероятен. Известно, что содержание в рационе 0,12% фосфора от сухого вещества пищи является дозой, влекущей за собою расстройства, обычные для фосфорной недостаточности. Откорм в этом случае не удается. Положение значительно улучшается, если фосфора доставляется в полтора, два раза больше. Минимальное содержание кальция в рационе должно быть также 0,15—0,20% от сухого вещества пищи.

Откармливаемые животные, как установлено, страдают от недостатка в пище витамина А и каротина. Минимальной дозой для откармливаемого крупного рогатого скота считается 2000—2500 ИЕ на каждые 100 *кг* живого веса в сутки.

Из прочих элементов питания существенна доставка витамина D, поваренной соли, меди, кобальта и марганца.

Как следует из сказанного выше о влиянии количества кормов на откорм, необходимо применять возможно интенсивное кормление, чтобы получить наибольший прирост при наименьшей затрате кормов. Однако совершенно неправильно стараться скормить наибольшее количество кормов, когда-либо в практике потреблявшееся животным. Прежде всего, животное, которое ставят на откорм, предварительно обычно кормят скудно, но полноценно.

[1] О влиянии упитанности на величину поддерживающего корма см. на стр. 195.

Непосредственный переход к обильному кормлению привел бы к расстройству пищеварения. Откорм пришлось бы прервать, а после восстановления удовлетворительного пищеварения потребовался бы период постепенного кормления. Поэтому в начале откорма, если животные к нему не подготовлены, обязательно требуется кормить их умеренно. В этот период необходим также достаточный приток протеина, так как при откорме растущих животных идет прирост белков в теле, а при откорме взрослых и истощенных животных также откладывается белок в связи с повышением упитанности их. Применение в начале откорма обильных дач кормов с невысоким содержанием белка приводит к закармливанию животных, они быстро жиреют, и откармливание прекращается. Таким образом, первый период откорма должен характеризоваться достаточным притоком белка, что также было бы вредно делать без необходимой постепенности. Поэтому при проведении откорма необходимо пользоваться нормами, которые следует рассматривать как минимальные количества требующихся питательных веществ. Если без вреда для животных и результатов откорма представляется возможность увеличить доставку питательных веществ, было бы ошибкой не сделать этого.

Из сказанного выше о действии кормов на качество продукции и возможности исправления вредного действия последующим введением кормов, естественно вытекает необходимость разделения откорма на отдельные периоды, в которые рационы довольно резко различаются. Необходимость этих периодов вытекает и из только что обсужденных условий кормления в начале откорма. В практике и принято все существующие виды откорма разделять на отдельные периоды. Молодых животных, обычно имеющих хороший аппетит, подвижных и, как правило, пользующихся моционом и пастбищем, относительно трудно быстро закормить, а поэтому деление откорма на периоды обусловливается необходимостью смены кормов за определенный срок до конца откорма. Для более же взрослых или вполне закончивших рост животных необходимость разбивки откорма на периоды с введением в каждый из них своеобразных кормов объясняется обычной потерей аппетита вследствие обильных дач постепенно надоедающего корма. Конечно, и в этом случае смена периодов может быть необходима для улучшения качества продукции путем замены кормов.

Смена кормов от периода к периоду представляет собой один из распространенных приемов поддержания аппетита.

Рекомендовавшееся ранее (особенно при расстройствах пищеварения, вызываемых иногда обилием кормовых дач) содержание откармливаемых животных 1—2 дня без пищи или на легком умеренном питании после исследований проф. А. В. Леопольдова и В. Лысогорова приобрело право особого приема откорма. Перерывы необходимо делать при недостаточно полноценном кормлении.

После такого перерыва откорм при возвратившемся аппетите продолжается достаточно успешно. Лысогоров такую голодную выдержку (в каждую декаду 1—2 дня) применял как систему и получил у свиней быстрый рост и хорошо осаленную тушу. При полноценном кормлении во время откорма подсвинков А. Н. Копыл (Харьковский зоотехнический институт) не наблюдал положительного действия перерывов в откорме.

Наконец, аппетит может быть поддержан введением различных приправ и вкусовых веществ, а также подготовкой кормов.

Подготовкой кормов при откорме достигается повышение использования их, а также подготовка часто влияет на увеличение поедаемости кормов[1].

[1] К. С. Обенко. К изучению эффективности систем подготовки кормов при кормлении племенных и пользовательных свиней. Сборник работ по кормлению с.-х. животных. Сельхозгиз, 1954, стр. 337.

ПОТРЕБНОСТИ В ПИЩЕ НА ПРОИЗВОДСТВО РАБОТЫ

Изучение основного обмена показало, что при мышечной активности и при мышечном напряжении теплопотери возрастают.

Возрастание тепловых потерь в условиях опыта хорошо согласовывалось с размером мышечной деятельности. Явление повышения теплопродукции и теплопотерь служит простейшим доказательством того, что мышечная деятельность сопровождается расходованием веществ. Эти вещества восстанавливаются питанием.

Мышцы работают при непосредственном превращении химической энергии веществ тела (или пищи) в кинетическую по хемодинамическому принципу.

Для систем, работающих по хемодинамическому принципу, калорические измерения непригодны, так как тепло, выделяемое в данном случае организмом, служит не показателем размера произведенной работы, а показателем потерь энергии вследствие неполной обратимости химических реакций. Однако измерение поступающей энергии пищевых веществ и учет тепловых потерь при мышечной работе пока остаются единственно доступными способами суммарного суждения об энергетических процессах, происходящих в организме при мышечной работе.

Мышечная работа представляет собой основной вид функций организма только у рабочих животных. Но как попутная, постоянно имеющая место функция мышечная деятельность присуща всякому животному, независимо от характера его использования. Так как мышечная деятельность сопряжена с расходованием веществ, то, естественно, она определяет соответствующие потребности животного, которые мы иногда относим только к преобладающей функции, например лактации, росту и т. д. Первым вопросом, возникающим в связи с этим, является вопрос о роде необходимых питательных веществ, за счет которых может осуществляться работа мышц.

Из многочисленных работ, проведенных на лабораторных и сельскохозяйственных животных, известно, что у работающих и достаточно хорошо питающихся организмов, у которых расход энергии на работу покрывается пищей, распад белков практически не увеличивается по сравнению с состоянием покоя. Как показали работы института коневодства (Г. Г. Карлсен и др.), распад белка из организма лошади при мышечной работе не возрастает. Наблюдавшееся в других опытах увеличение распада белка бывало незначительным. Во всех подобных исследованиях общий баланс энергии оставался либо положительным, либо нулевым. Если же пища не обеспечивала сохранение баланса энергии на нулевом уровне, т. е. если на работу требовалось веществ больше, чем их доставлялось с пищей, то наблюдалось повышение распада белка, что выражалось в увеличении количества азота, выводимого с мочой. Последний факт вовсе не означает, что протеин пищи существенно необходим для «тяжелой» работы, а показывает, что при усиленной работе, расход веществ на которую пищей не обеспечивается, возможно производство работы за счет белков тела. Таким образом, накопленный фактический материал исключает протеин пищи как специфически необходимый компонент ее для мышечной работы животных.

Известен весьма интересный случай использования этого факта. Знатная свинарка Советского Союза А. Е. Люскова рассказывала о найденном ею остроумном разрешении затруднений, связанных с недостатком протеина в пище растущих подсвинков. Как заметила А. Е. Люскова, на этой пище подсвинки росли медленнее, чем этого ей хотелось, и начинали заметно жиреть. Тогда Люскова устроила подсвинкам систематическую интенсивную прогулку с насильственным прогоном их по нескольку часов в день и одновременно

усилила их кормление той же самой пищей, увеличив число кормежек с трех до четырех в день. После этого ожирение прекратилось, а рост подсвинков значительно улучшился. В этом примере видно подтверждение положения, приведенного выше. Усиленная мышечная работа подсвинков повела к расходу безазотистых компонентов пищи, и протеиновое отношение веществ, остающихся в организме для роста, оказалось более благоприятным.

Таким образом, пищевыми веществами, необходимыми собственно для мышечной деятельности, остаются углеводы и жир.

Вопрос о том, что именно расходуется при мышечной работе — углеводы или жир, и существует ли для этой функции какая-либо специфическая избирательность, разрешался путем изучения дыхательного газообмена по величине RQ (дыхательных коэффициентов).

В результате длительных опытов пришли к совершенно правильному заключению, что нельзя RQ считать показателем только окисления веществ в теле. RQ представляет собой скорее показатель динамической совокупности превращений углеводов в жиры и жиров в углеводы с одновременным частичным окислением тех или других, а может быть и тех и других.

При такой трактовке RQ вопрос о веществах, используемых организмом для мышечной работы, представляется в следующем виде. При легкой работе окисляются как углеводы, так и жиры, причем первые потребляются преимущественно и в большем количестве. Однако остается пока неясным, нужно ли предварительное превращение жиров в углеводы или же жиры и их производные используются непосредственно.

При тяжелой работе углеводные запасы организма быстро уменьшаются и все более вовлекаются в обмен жировые запасы, причем возможно доведение их доли в расходах на мышечную работу до 80%. В этом случае могут возникнуть кетоз и кетонурия (явление ацидоза), исправляемые увеличенной доставкой легко переваримых углеводов.

При весьма интенсивной работе, сопровождающейся развитием максимального, но кратковременного напряжения избирательно потребляются углеводы.

Приведенное относится скорее к случаям, когда питание организма совершается периодически и предшествует работе. Если же питание не прерывается и во время работы и оно достаточно по углеводам, есть основания думать, что во всех случаях их доля в обеспечении мышечной деятельности значительно выше. Во всяком случае, не приходится забывать о давнишних опытах, в которых длительное время поддерживали работоспособность рабочих лошадей, скармливая им преимущественно сахарозу.

По современным взглядам, вероятным источником энергии для мышечного сокращения является реакция экзотермического распада некоторых азотсодержащих веществ, в частности аденозинтрифосфорной кислоты. Это, однако, не означает, что тратятся при работе только эти вещества; напротив, их расход крайне невелик. Но реакция распада азотсодержащих веществ сопровождается более обильным расходованием других безазотистых веществ, обеспечивающих полноту и совершенство основной реакции, связанной с развитием кинетической энергии.

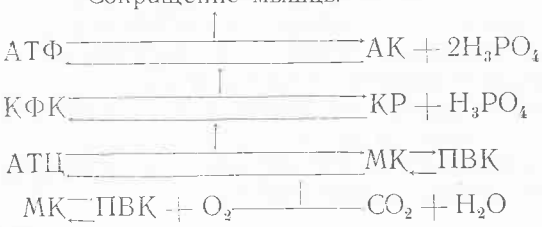
1. Мышца сокращается за счет энергии распада аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ), идущего с отщеплением фосфорной кислоты, причем в остатке получается адениловая кислота (АК).

2. Обратный синтез аденозинтрифосфорной кислоты из адениловой и фосфорной кислот происходит за счет энергии распада креатинфосфорной кислоты (КФК) на креатин (КР) и фосфорную кислоту.

3. Обратный синтез креатинфосфорной кислоты происходит за счет распада гликогена (лактоцидогена — ЛТЦ) на молочную и далее пировиноградную кислоты (МК и ПВК).

4. Обратный синтез лактоцидогена происходит за счет окисления части молочной и пировиноградной кислот (ацетилфосфата) до углекислоты и воды.

В символах эта взаимосвязь представляется в следующем виде [1]:



Из схемы видно, что теряется часть молочной и пировиноградной кислот на необратимую реакцию окисления, т. е. теряется часть гликогена.

Азотистые вещества коэнзимной системы, являющиеся участниками промежуточных реакций, ресинтезируются. Суммарное превращение, наблюдаемое при превращениях в мышце, укладывается в схему: гликоген $+2H_2O = 2$ молекулы молочной кислоты. Конечно, теряется незначительное количество и прочих участников реакции.

Итак, для обеспечения мышечной деятельности прежде всего необходимы углеводы пищи, возможно использование для этой цели протеина и жира пищи. При недостатке пищи могут расходоваться жиры и белки тела животных. Но самым экономичным и достаточным была бы доставка пищевых углеводов. Так обстоит дело тогда, когда углеводы пищи находятся в обменных руслах организма в состоянии, пригодном для осуществления обмена. Однако из этого вовсе не следует, что было бы достаточно скармливать работающим животным только углеводы сверх их потребности на поддержание жизни.

Такое питание будет неудовлетворительным прежде всего потому, что процессы пищеварения и обмена у животных идут успешнее при оптимальных соотношениях питательных веществ в коромовой даче, что требует относительно большего притока протеина, чем его бывает достаточно только для поддержания жизни и некоторого притока сырого жира, хотя его можно бы было и не доставлять для обеспечения мышечной работы.

Обеспечение нужного притока протеина для животных, основной производительной функцией которых является мышечная работа, достигается при протеиновом отношении до 1 : 9—1 : 11.

При таком протеиновом отношении, повидимому, протеина бывает достаточно для покрытия расходов в нем, связанных с участием азотистых веществ в реакциях, протекающих в работающей мышце. Протеина, видимо, достаточно для поддержания организма в работоспособном состоянии, работы его сердечно-сосудистой системы, нервной, эндокринной и секреторной деятельности.

Относительно специфических потребностей рабочих животных в прочих питательных веществах известно мало.

Определенно установлена более высокая потребность работающих лошадей в поваренной соли, особенно при тяжелой работе и в теплое время, так как при этом лошади с потом выводят большое количество хлористого натрия. Имеются данные о необходимости доставки организму при усиленной работе повышенных доз витамина B_1 и B_2. Их недостаток приводит к быстрой утомляемости, а их необходимость объясняется, видимо, тем, что они являются

[1] Вертикальные стрелки указывают на влияние энергии экзотермических процессов на обратимость реакций.

участниками углеводного обмена. Работающим животным необходимы повышенные дачи фосфора, что также, видимо, связано с важной ролью фосфорсодержащих органических соединений в обмене работающей мышцы. Скармливание фосфатов устраняет мышечное утомление и улучшает работоспособность животных. Выносливость и сохранение физической силы связаны с достаточным содержанием в пище пантотеновой кислоты и витамина Е.

Наконец, необходимо указать на существенное значение снабжения работающих животных, в частности лошадей, достаточным количеством каротина. Последняя потребность связана не столько с поддержанием работоспособности мышечного аппарата, сколько с поддержанием рабочего состояния животного. На почве недостатка в пище каротина установлено нарушение в нормальном росте копытного рога, что может вывести из строя работающее животное и требует очень длительных сроков для восстановления нормального состояния.

Вообще же требования работающих животных к качеству доставляемых питательных веществ, видимо, ниже, чем при иных функциях животных. Об этом можно думать на основании экспериментального сравнения кормления рабочих лошадей, свиней, откармливаемого молодняка крупного рогатого скота и молочных коров рационами почти исключительно из отходов от переработки овса на крупу с незначительным дополнением их другими кормами. Такое кормление оказалось наиболее успешным для рабочих лошадей и значительно менее удовлетворительным и даже в отдельных случаях негодным для других видов и функций животных [1].

Мы излагали вопрос о потребностях работающих животных, предполагая, что работа для них является преобладающей функцией организма. Так как мышечная деятельность всегда сопровождает и любые другие функции животных, то в их потребностях нужно учитывать мышечную деятельность в соответствии со степенью активности и размером такой деятельности.

Представления об общей потребности в органическом веществе у работающих животных были получены в опытах на лошадях, при которых на специальных установках учитывался баланс энергии по данным газообмена и количество произведенной работы.

Расход энергии, найденной из показателей газообмена, и произведенная работа [2] сопоставлялись, и такие сопоставления привели к установлению ряда закономерностей. Приведем некоторые данные из таких опытов (табл. 62).

Из табл. 62 и графика (рис. 22), построенного по более подробным данным для тяжеловозной лошади № 1 весом 680 *кг* и мелкой лошади № 2 весом 270 *кг*, можно заключить, что расходование энергии движущейся лошадью связано линейно со скоростью шага и пропорционально этой скорости. Это значит, что выполнение работ одной и той же напряженности будет требовать тем большего расхода органических питательных веществ, чем скорость движения выше. Расходование энергии зависит от величины тяги и ей также пропорционально. Следовательно, чем больше нагрузка и быстрее шаг лошади, тем больше расходование энергии и выше потребность в доставке органического вещества. Скорость движения и размер тягового усилия определяют размер напряженности работы (и при малой нагрузке, но быстром аллюре работа будет тяжелой), а чем напряженнее работа, тем

[1] A. W. Lathrop a G. Bohstedt. Oat Mill Feed. Wisconsin Agr. Exp. Sta, Res. Bull., 135, 1938.

[2] Произведенная работа учитывалась в лошадиных силах, умноженных на время работы в секундах. Лошадиные силы (*л. с.*) вычисляли следующим образом: пройденный за час путь (в *м*) умножали на тягу (в *кг*) и произведение делили на 75 *кгм/сек* и на 3600 секунд (По S. Brody, Miss. Res. Bull., № 244).

больше расход энергии и тем выше потребность в органических питательных веществах. Эта зависимость показана графически на рис. 22.

Предел работоспособности животного зависит от его живого веса (рис. 22).

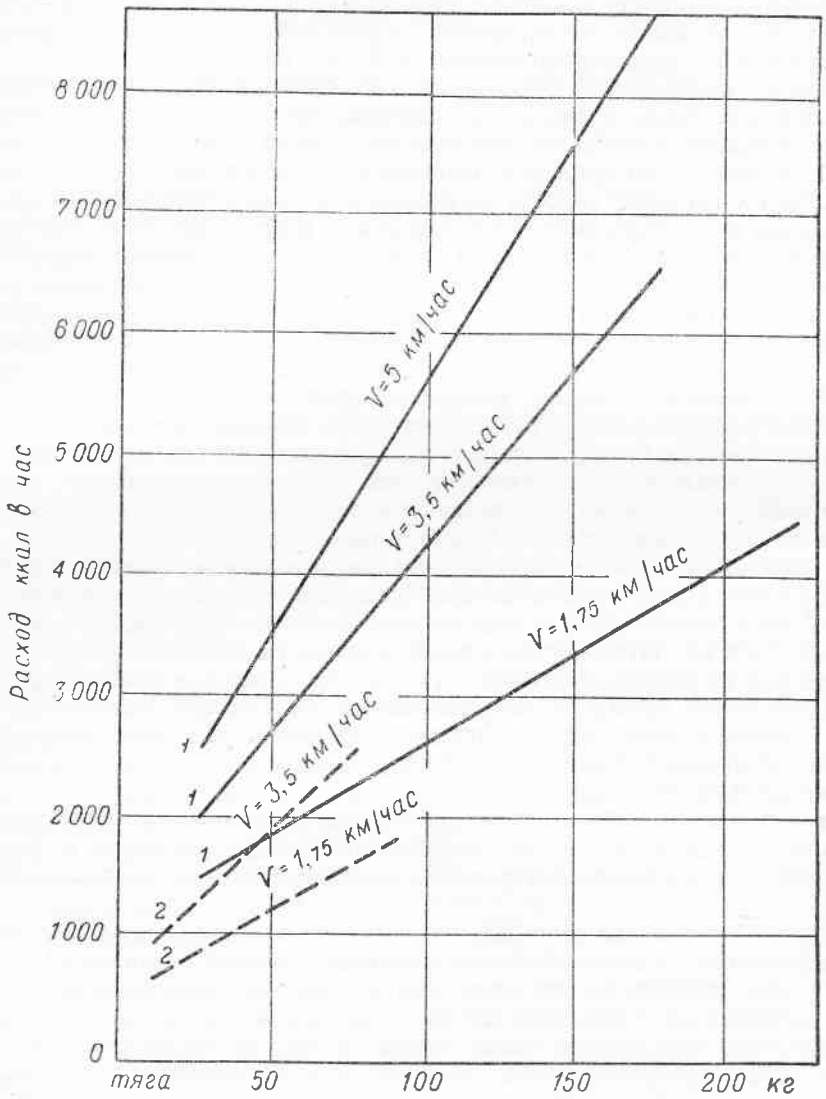


Рис. 22. Расход энергии (килокалорий в час) в зависимости от веса лошади, тягового усилия в килограммах и скорости движения в километрах в час (по Броди).

1 — тяжеловоз, *2* — пони.

Из данных, полученных в опытах, выведены средние величины: 1) расход энергии у стоящей в покое лошади — 607 *ккал/час;* 2) расход энергии на перемещение собственного тела во время работы — 1065 *ккал/час;* 3) расход энергии на полезную работу напряженностью в 1 *л. с.* — 2339 *ккал/час.*

На основе этих средних данных можно аналитически рассчитать потребность лошади в переваримом органическом веществе: $ПВ = 1{,}1[607 \times (24 - B) + B \times (1065 + 2339 \times H)]: 3000$.

Таблица 62

Опытные данные по расходу энергии лошадью при покое и работе разной напряженности

Опыт	Состояние лошади в опыте	Тяговое усилие (*кг*)	Скорость движения лошади								
			1,75 *км/час*			3,5 *км/час*			5 *км/час*		
			напряжение работы (*л. с.*)	общий расход энергии (*ккал*)	общее использование энергии на работу (процент)	напряжение работы (*л. с.*)	общий расход энергии (*ккал*)	общее использование энергии на работу (процент)	напряжение работы (*л. с.*)	общий расход энергии (*ккал*)	общее использование энергии на работу (процент)
I	Покой, стояние	0	—	568	—	—	573	—	—	550	—
	Движение без груза	0	—	1217	—	—	1474	—	—	1912	—
	Работа	45,4	0,31	1760	11,2	0,59	2454	15,3	0,83	3021	17,5
II	Покой, стояние	0	—	660	—	—	694	—	—	731	—
	Движение без груза	0	—	1205	—	—	1665	—	—	2207	—
	Работа	90,7	0,61	2344	16,8	1,17	3783	19,9	1,65	5008	21,2
		136,1	0,97	2926	20,2	1,76	5190	21,8	2,48	6963	22,8
		181,4	1,25	3907	20,1	2,35	6567	22,9	3,31	9015	23,5
		226,8	1,53	4472	22,0	—	—	—	—	—	—

В этой формуле приняты следующие обозначения: *ПВ* — суточная потребность в переваримых питательных веществах (в ЕОВ); *В* — время работы в часах; *Н* — напряженность работы в *л. с.*; 3000 — количество килокалорий энергии, соответствующее 1 единице органического вещества; 1,1 — поправка на работу переваривания.

Учитывая неизбежные индивидуальные отклонения в потребностях рабочих животных и вероятные колебания в составе и качестве кормов, необходимо следить за состоянием рабочих животных и при обнаружении отклонений в состоянии вводить соответствующие исправления в кормление.

Наиболее распространенными признаками контроля достаточности кормления рабочих животных являются сохранение ими живого веса, упитанности, отсутствие повышенной потливости, утомляемости и, наконец, быстрое восстановление их работоспособности после работы. У здоровых рабочих животных потеря веса означает общий недостаток питания сравнительно с производимой работой, снижение упитанности может свидетельствовать о недостатке легко переваримых углеводов и протеина. Утомляемость наблюдается при недостатке легко переваримых углеводов, нарушении минерального питания и недостатке витаминов, в частности комплекса В.

ПОТРЕБНОСТИ НА ОБРАЗОВАНИЕ ШЕРСТИ И КОЖИ

Рост волосяного и шерстного покрова свойственен любому животному на протяжении его жизни, что ясно видно из периодической линьки животных. То, что в некоторых случаях, при недостаточном питании, линька задерживается, а при некоторых режимах питания может быть ускорена, уже является доказательством связи роста шерстного покрова с питанием.

По утверждению Геннеберга и Вольфа, основанному на их опытах, усиленное кормление овец шерстных пород сравнительно с кормлением на поддерживающей жизнь пище не давало увеличения веса чистой шерсти.

Указанные утверждения привели к рекомендациям содержать шерстных овец только на поддерживающем питании, так как их интенсивное кормление казалось неэффективным.

Это заблуждение было развеяно только после обстоятельных опытов акад. М. Ф. Иванова и его сотрудников [1].

Оказалось, что усиленное кормление взрослых мериносовых маток типа рамбулье увеличило настриг грязной шерсти на 19,9% по сравнению с группой, получавшей только поддерживающий корм, а в абсолютных цифрах это увеличение выразилось в среднем на 1,02 *кг* шерсти на голову. Выход чистой шерсти у усиленно питавшихся овец оказался бóльшим, чем у овец, получавших только поддерживающий корм. У первых чистая шерсть составляла 53,2%, а у вторых 51,2% от веса грязной шерсти. Таким образом, обильно питавшиеся овцы дали чистой шерсти больше на $^1/_5$, чем получавшие поддерживающее питание. Благодаря усиленному питанию длина шерсти оказалась также большей. Аналогичные результаты были получены и на ягнятах. Усиленно питавшиеся ягнята дали не только больший прирост веса, но и большее количество и притом более длинной шерсти. Мериносовые матки реагировали на усиленное кормление увеличением настрига шерсти лучше других овец. Обоснование кормления овец в связи с ростом шерсти дано А. В. Модяновым [2].

Чистая шерсть практически представляет собою протеин. Естественно поэтому, что для ее роста необходимо доставлять соответствующее количество протеина в пище.

Поскольку в шерсти содержится в значительном количестве серусодержащая аминокислота — цистин, многими предполагалось, что усиленная доставка этой аминокислоты в корме приведет к усилению роста шерсти и, наоборот, ее недостаток в пище — к ограничению шерстной продукции.

Однако все опыты, проводившиеся главным образом американскими исследователями, не дали ожидаемых результатов. Возможно, что цистин, если он должен быть доставлен организму в готовом виде, синтезируется из других серусодержащих веществ пищи, в частности в рубце у жвачных.

Недостаток в корме как протеина, так и суммы органических веществ приводит к уменьшению настрига шерсти и к значительному ухудшению ее качества.

При скудном кормлении волос делается тоньше, менее прочным и с другими дефектами. При крайне скудном, недостаточном питании у овец наблюдается потеря части шерсти. Отмечены случаи ухудшения роста шерсти при недостатке в пище фосфора.

Для получения хорошего настрига шерсти от взрослых овец им рекомендуется скармливать пищи больше, чем ее требуется для поддержания жизни как по притоку органического вещества, так и по протеину.

В среднем рекомендуется на 100 *кг* живого веса задавать около 1,5 кормовой единицы и 100—120 *г* переваримого белка (до 160 *г* переваримого протеина). Скармливать следует хорошее сено и другие корма.

При пониженном качестве сена и при скармливании гуменных кормов (солом и мякин) необходимо вводить разностороннюю смесь концентратов.

Проблема получения высококачественных кож как побочного продукта животноводства разрешалась в работах О. В. Гаркави и его сотрудников [3].

---

[1] Бюллетени опытной станции Асканий-Нова (Госзаповедника Чапли), 1928, № 3, стр. 94 и 1929, № 5, стр. 125.

[2] А. В. Модянов. Влияние кормовых факторов на шерстную продуктивность овец. Тр. ВИЖ, т. 17, 1949, 49—65.

[3] Проф. О. В. Гаркави и Е. И. Глебина. Выращивание молодняка крупного рогатого скота для получения высококачественного мяса и тяжелого кожевенного сырья. Тр. ВИЖ, т. 15, 1947, стр. 25—97; О. В. Гаркави. «Совхозное производство», № 1—2, 1942.

Авторы указывают, что хотя вопрос о коже и не является самостоятельным, но, зная важность этого продукта для народного хозяйства, его нужно всегда учитывать. Согласно исследованиям авторов, получение высококачественного тяжелого кожевенного сырья возможно только от животных весом выше 350—400 *кг*. Животные с таким весом забиваются в районах молочного скотоводства при выбраковке. В районах мясного и мясо-молочного скотоводства необходимо, чтобы забиваемый на мясо молодняк интенсивно выращивался до веса 400—450 *кг*. Такого веса бычки и телки могут достигнуть в $1^1/_2$-годовалом возрасте при откорме с концкормами и в $2^1/_2$ года при откорме на грубых кормах. В этих случаях они дают тяжелую шкуру весом 25—30 *кг* и выше. Таким образом, проблема кожевенного сырья — это проблема интенсивного выращивания молодняка крупного рогатого скота.

НОРМЫ КОРМЛЕНИЯ КАК ОБОБЩЕНИЕ ПОТРЕБНОСТЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Из материалов специальных исследований и из данных практики можно сделать ряд обобщающих выводов о потребности животных в питательных веществах.

К обобщениям такого рода следует отнести твердо установленный факт необходимости доставлять животным органические вещества, протеин и минеральные вещества и по крайней мере некоторые витамины. Количество этих необходимых животным веществ, как выяснилось, не должно быть в различных случаях жизни постоянным ни в абсолютном выражении, ни относительно друг к другу. Так, например, покоящееся животное нуждается в поступлении органических питательных веществ в некоторой пропорции к своему весу, в то время как при движении и особенно при мышечной работе, так же как и при росте и лактации, необходимо соответственно увеличивать приток органического вещества.

Установлено, что приток протеина необходим в определенных пропорциях к органическому веществу, зависящих также и от функции животного.

Необходимый приток каротина зависит от живого веса животного и рода его функций, но не связан с размером питания или производительности, а необходимый приток некоторых витаминов из комплекса В связан в основном с родом и количеством составных частей пищи. Установлена необходимость закономерной смены рода кормов при выращивании молодняка и необходимость более или менее определенного рода кормов в рационах животных разного вида и разного направления продуктивности.

Эти общие положения, выраженные в конкретных величинах и правилах, представляют собой нормы и схемы кормления сельскохозяйственных животных.

Некоторые из потребностей животных в разных условиях определяются в сходных величинах.

Расход переваримых протеина и белка коровам для поддержания жизни и для производства молока указываются в нормах разных стран довольно одинаковыми (табл. 63), расход энергии (органических веществ) несколько различается.

Потребности в доставке минеральных веществ отличаются по странам в гораздо большей степени, что, повидимому, отражает в себе своеобразие состава почв и растительности, к которому местные животные приспособились. Так, например, потребности в кальции и фосфоре такой же коровы, как и в предыдущем случае (табл. 63), определяются в разных странах далеко не в одинаковых величинах (табл. 64).

Таблица 63

Норма органических питательных веществ и переваримых протеина или белка для коровы весом 450—500 *кг* с удоем 20 *кг* молока при содержании 37—40 *г* жира в 1 *кг*

Страна	Автор норм	Сумма органических веществ		Переваримого белка (*г*)	Переваримого протеина (*г*)
		овсяных кормовых единиц	ЕОВ		
СССР	ВИЖ	14,2 [1]	14,0 [2]	1220 [1]	1560 [2]
США [3]	Ф. Моррисон	10—11,7	8,6—9,5	1100—1280	—
Дания [4]	Л. Фредериксен	14,0	—	1250	—
Швеция [5]	Н. Ганссон	12,5	—	1100	—
Англия [6]	Т. Б. Вуд	13,3	—	1400	—

Таблица 64

Нормы кальция и фосфора для коровы 450—500 *кг* живого веса с удоем 20 *кг* молока, содержащего 40 *г* жира в 1 *кг*

Страна	Автор	Кальций (*г*)	Фосфор (*г*)
СССР	ВИЖ [7]	102	75
США	Г. Митчелл [8]	42	40
	Нац. академии [9]	55	42
Швеция	Ж. Аксельсон [10]	95—115	66—83
Норвегия	К. Брейрем [10]	54	46

В основу норм обычно бывают положены экспериментально установленные средние значения потребностей, иногда исправленные в соответствии с хозяйственными, экономическими и политическими условиями.

В качестве иллюстрации такой зависимости можно привести пример с изменением норм переваримого белка молочным коровам в Скандинавских странах в конце первой мировой войны. Эти страны, развивавшие свое животноводство на кормах, ввозимых из царской России и колоний, после войны и Октябрьской революции в России оказались без достаточного количества кормового белка. Тогда Н. Ганссон выступил с обоснованием возможности снизить нормы переваримого белка на 1 *кг* удоя до 40—44 *г* вместо ранее применявшихся 50—60 *г*. Однако, несмотря на все обоснования, это вынужденное

[1] Правила по раздою коров МСХ СССР, 1952.
[2] А. П. Дмитроченко. Кормление молочных коров. Сельхозгиз, 1954.
[3] Рассчитано по Ф. Моррисону: Корма и кормление, Сельхозгиз, 1948.
[4] Рассчитано по Л. Фредериксену: Расчет зимнего корма. Изд. «Новый агроном», Москва, 1927.
[5] Рассчитано по N. Hansson: Кормление с.-х. животных (на нем. яз.). Лейпциг, 1926.
[6] Рассчитано по T. B. Wood: Рационы с.-х. животных (на англ. языке). Лондон, 1930.
[7] М. Ф. Томмэ и др. Минеральное и витаминное кормление с.-х. животных. Изд. ГУ с.-х. пропаганды МСХ СССР, 1953.
[8] H. H. Mitchell. Минеральные потребности с.-х. животных. J. Anim. Sci. Vol. 6, № 4, 1947, 365—377.
[9] Рекомендуемые дачи для молочных коров (на англ. языке). Изд. Nation. Res. Council, № 3, 1945, p. 21, Вашингтон.
[10] Meldinger fra norges landbrukshogskole, т. 32, № 4, 1952.

снижение норм отразилось на продуктивности молочного скота Скандинавских стран. Продуктивность, как это широко известно, снизилась более чем в два раза.

Нормы должны включать в себя возможно минимальное количество условий, но в то же время их должно быть достаточно для организации правильного кормления, удовлетворяющего потребности животных возможно полно. Чем больше условий входит в нормы, тем труднее подобрать отвечающий им рацион.

Однако затруднения в построении рационов не должны быть причиной упрощений нормирования, так как такое упрощение исключает возможность организации правильного кормления (стр. 406—525).

Нормы кормления обычно облекаются в форму таблиц, в которых указываются факторы, определяющие потребность (вес животных, направление и величина продуктивности и т. д.), род и количество требуемых кормов или питательных веществ в рационе.

Для правильного пользования нормами нужно ясно представлять, к каким последствиям может привести то или другое отступление от требований норм, иногда вынужденное, связанное с отклонением в свойствах имеющихся кормов или с отклонениями в состоянии животных.

ЧАСТЬ ЧЕТВЕРТАЯ

ОЦЕНКА ПИТАТЕЛЬНОСТИ РАЦИОНОВ И КОРМОВ

ГЛАВА XVIII

ПОНЯТИЕ О ПИТАТЕЛЬНОСТИ, ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

ПОНЯТИЕ О ПИТАТЕЛЬНОСТИ РАЦИОНОВ И КОРМОВ

В задачу правильного кормления входит предоставление животным такого рода пищи и в таких количествах, чтобы они могли существовать и выполнять свойственные им и требуемые от них функции (питаться, двигаться, расти, производить потомство, работать, лактировать и т. д.).

Рацион или корм благодаря присущим им свойствам может удовлетворять пищевые потребности, использоваться для образования продукции, возбуждать и обеспечивать течение физиологических процессов в организме животных определенного вида, возраста и состояния. Эта полезность рациона или корма обусловливает их питательность для данного животного.

Таким образом, «питательность» — это показатель наличия в корме (рационе) свойств, необходимых для удовлетворения определенной пищевой потребности конкретных животных в соответствующих условиях их существования.

Питательность рациона или корма имеет свою качественную и количественную определенность.

Корм или рацион должны содержать вещества определенного состояния и формы, соответствующих сложившемуся отношению животных к пище и действующих через нервную систему как пищевые раздражители, обладать свойствами, соответствующими функциональным возможностям организма и особенно его органов пищеварения, и представлять собой определенные органические, органо-минеральные и минеральные соединения в необходимых количествах и соотношениях.

Не всякие рацион или корм могут быть достаточными для качественного или количественного удовлетворения всех или одних и тех же потребностей животных. Чтобы судить о возможности удовлетворить потребности животных при скармливании им рационов или кормов, нужно измерять их питательность.

Те продукты, которые не могут быть потреблены данным видом животных или при данном их состоянии, не имеют для них питательной ценности.

Каждый корм представляет собой совокупность элементарных веществ, которые или без всяких изменений, или претерпев изменения могут обеспечить нормальное питание и участвовать в обменных процессах в организме животных. Состав и свойства веществ непостоянны. Они имеют специфические

черты для каждого рода кормов и в пределах этого рода для индивидуальных кормов могут варьировать.

О многих веществах известно, что они могут участвовать в обмене с положительным эффектом, другие же оказываются ненужными животному организму, и последний должен от них избавляться с затратой на этот процесс некоторого количества энергии.

Ценность корма определяется наличием в нем как веществ положительно действующих, так и содержанием веществ бесполезных или вредных для данного животного.

Пищевые вещества, переваренные животным, участвуют в дальнейших процессах обмена. При этом одни могут оказаться нужными и пригодными для ассимиляции, другие ассимилируются только после более или менее продолжительной переработки и, наконец, третьи, оказавшись ненужными в данный момент или негодными вообще, выводятся из организма. Например, протеин, будучи переваренным и усвоенным животным, может пойти на построение новых тканей только в том случае, если в организме окажутся налицо подходящие условия. В противном случае образовавшиеся из протеина при пищеварении аминокислоты либо сами подвергаются в организме дезаминированию, либо «вытесняют» из организма тоже дезаминируемые аминокислоты тканей, и продукты дезаминирования выводятся из организма и теряются для него (не используются как протеин).

Знание размера ассимиляции веществ пищи дополняет наши представления об их питательности, но не исчерпывает этих представлений, так как физиологические функции пищи в обмене заключаются не только в ее ассимиляции. Так, например, непереваренные вещества пищи необходимы для нормальной работы пищеварительного тракта животного не в меньшей мере, чем переваренные и ассимилированные телом.

Степень ассимиляции пищевых веществ была бы весьма желательным дополнительным критерием при определении питательной ценности веществ кормов.

Затруднения при определении степени ассимиляции в основном заключаются в следующем.

1. Питательные вещества кормов участвуют в обмене не изолированно. Они поступают в общий обменный фонд организма, смешиваются с веществами, принадлежавшими организму, и далее совместно участвуют в реакциях и процессах. Поэтому эффект таких реакций нельзя отнести только к корму. Невозможность такой упрощенной трактовки эффекта реакции вытекает из факта успешной ассимиляции пищевых веществ даже таких, которые лишены некоторых существенно необходимых составляющих, черпаемых в этом случае из веществ тканевого, а не пищевого происхождения.

2. По той же причине, которая только что указана, затруднительно определение степени ассимиляции питательных веществ данного корма, так как во многих случаях его нельзя скормить без смеси с другими кормами, и следовательно, в обмене пищевые вещества поступают в смеси, взаимно друг друга дополняют и взаимодействуют.

3. Факт ассимиляции и ее величину не всегда можно обнаружить. Известно, что ткани организма постоянно и неизбежно распадаются и вновь воссоздаются, причем объем и характер распада тканей непостоянен. Размер и характер распада прямо могут быть изучены при необычных условиях, а именно при голодании. Допущение, что распад тканей остается таким же при питании, каков он был при голодании, произвольно и методологически неверно.

4. Ассимиляция отдельных веществ взаимно связана. Известно, например, что углеводы ассимилируются только при наличии и участии в обмене неко-

торых витаминов. Если в присутствии витаминов углеводы могут принести организму пользу, то в их отсутствие они причиняют вред.

Мы привели только основные затруднения в определении степени ассимиляции. В последнее время имеется метод, дающий возможность обнаружить факт ассимиляции. Это так называемый метод меченых атомов, метод с применением в пищу веществ, содержащих химические элементы с отличным атомным весом или радиоактивных изотопов их (стр. 154). Однако этот метод еще не разработан для определения размера ассимиляции. Считается, что последнюю задачу можно разрешить через определение количества продукции животного, используя принцип так называемого «продуктивного действия» кормов и рационов. Однако размер ассимиляции и продуктивность в результате питания не тожественны (стр. 16).

Таким образом, питательность корма определяется: 1) содержанием в нем необходимых для животных питательных веществ, соединений и элементов; 2) возможностью их переваривания; 3) объемом переваривания этих веществ в пищеварительном тракте и, наконец, 4) степенью ассимиляции переваренных и всосавшихся веществ. Это, так сказать, характеристика положительной стороны питательности. Она нуждается в ряде поправок, определяемых размером работы организма по освоению пищи и содержанием в корме вредных, противоположно действующих и ненужных веществ. Некоторые из последних могут связать содержащиеся положительно действующие вещества (например, связать фосфор в его фитиновые соединения), другие же могут погасить положительное влияние (как, например, ингибиторы витаминов), наконец, третьи для своего обезвреживания и выведения могут потребовать расхода веществ и энергии из организма.

Было бы очень удобно иметь для практики средство для выражения питательной ценности корма в некотором общем (одном) показателе. Однако по мере развития проблем кормления приходится все более убеждаться в невозможности такой суммарной оценки питательности кормов. Поэтому корму или смеси кормов (рациону) приходится давать несколько оценок, характеризующих его пищевое значение с разных сторон. Корма приходится оценивать в тех отношениях, которые выяснены как существенно важные для обеспечения питания и обмена у животного. Так, например, в нормах, рекомендованных в США для птиц, перечислено 26 отдельных показателей, по которым выяснены потребности птицы. Чтобы быть уверенным, что потребности птицы удовлетворены, очевидно, нужно и корма оценить по такому же числу показателей. Однако в практике так не поступают: многочисленные показатели сильно усложняли бы организацию и контроль питания. Поэтому корма стараются оценивать в возможно меньшем числе только таких показателей, колебания которых более вероятны, а в связи с тем наиболее возможно, что пища может оказаться в отношении этих веществ отличающейся от потребностей. К этим показателям относятся органическое вещество, отдельно протеин, некоторые из минеральных веществ и некоторые витамины. Одни из перечисленных показателей изучены довольно полно, и при оценке их пищевого значения пользуются различными критериями. Другие показатели пока еще учитываются по их переваримой части (протеин, белок) и, наконец, некоторые из них оцениваются только по валовому содержанию в кормах (минеральные вещества и витамины).

От показателей питательности требуется, чтобы они оставались постоянными в условиях обычного употребления кормов.

Если же показатели питательности одного и того же корма меняются, а причины таких изменений не поддаются определению и не могут быть учтены, то такие показатели практически не имеют смысла.

Иногда требования к постоянству признака понимаются слишком расширенно.

Например, при выражении питательности органического вещества через содержание в корме энергии переваримых веществ требуют, чтобы энергия в продукции была всегда в постоянной пропорции с энергией переваримых веществ. Между первой и второй существует связь, но не постоянная, а переменная. Для этой связи установлена определенная причинная зависимость, и поэтому нет оснований требовать ее постоянства.

К ИСТОРИИ ВОПРОСА О ПИТАТЕЛЬНОСТИ КОРМОВ

Учение о питательности кормов представляет собой важнейший раздел учения о питании сельскохозяйственных животных. В осуществлении рационального практического кормления главнейшая роль принадлежит питательности.

Организовать правильное кормление путем построения рационов, обеспечивающих потребности животных, и избежать при этом перерасхода питательных веществ возможно только тогда, когда известны свойства пищи и их отношение к конкретным потребностям животных. Производство кормов, приемы их хранения и подготовки к скармливанию могут быть правильно выбраны, если мы будем располагать приемами оценки питательности. Необходимость знать свойства кормов в их отношении к потребностям животных, т. е. знать их питательность, была осознана давно. Эти знания развивались постепенно, по мере развития естественных наук. При этом каждое новое открытие в области потребностей животных или в области условий течения жизненных процессов в организме неизбежно требовало дополнения знаний и в отношении соответствующих свойств пищи, а иногда и полного пересмотра представлений вообще о питательности.

На пути развития учения о питании и кормлении животных возникали самые разнообразные гипотезы, для подтверждения которых организовывались соответствующие аналитические и экспериментальные исследования. Появление новых идей могло и не привести к отказу от более ранних. В учении о питании и кормлении возникали, возникают и теперь борьба направлений, борьба идей.

Поэтому исторический обзор развития вопроса о питательности, изложенный в хронологическом порядке, вряд ли окажется полезным. Более ясное представление о современном состоянии этого вопроса можно получить из обзора развития основных направлений в разрешении проблемы питательности.

Все приемы и способы определения и выражения питательности, предлагавшиеся со времени начала научного разрешения этого вопроса, исходили из более или менее ясно выраженной одной и той же задачи — находить в кормах те свойства, которые обеспечивают течение в организме требуемых жизненных отправлений, в частности обеспечивают получение от животных полезной продуктивности.

Поэтому многообразие представлений о питательности вызвано не различием разрешаемых задач, а различием способов и принципов разрешения указанной общей задачи.

Существовавшие и существующие предложения, приемы и способы определения и выражения питательности рационов и кормов можно объединить в несколько более или менее обособленных групп.

К первой группе следует отнести такие способы, в которых вопрос о питательности корма или рациона разрешается путем химического, физического или биологического анализа отдельных кормов (а иногда и рационов). В результате такого анализа выясняется содержание в них «питательных» веществ, о которых известно или предполагается, что они всегда или в некоторых

случаях необходимы животным в определенных количествах. Значение и роль таких питательных веществ в питании представляются постоянными.

Ко второй группе нужно отнести способы, в которых вопрос о питательности разрешается биологическим путем, по окончательной ответной реакции животного, в частности по продуктивности. Эти реакции считают суммарным ответом, его не ставят в зависимость от состава и отдельных свойств корма и рациона.

Выясненную в опыте питательность обычно относят к единице веса данного корма и считают, что любой корм, имеющий такое же название, должен иметь ту же «питательность», т. е. должен привести к такой же продуктивности.

Здесь свойства кормов считаются адекватными ответным реакциям животных. Поэтому первые полагают возможным не учитывать.

К третьей группе относятся способы, в которых объединяются принципы приемов первых двух групп. Оценка питательности в способах этой группы поставлена в зависимость как от состава и свойств кормов и рационов, так и от ответных реакций животных, прежде всего выражающихся через их продуктивность.

Способы оценки питательности кормов и рационов этой группы должны быть подразделены на две подгруппы.

К подгруппе первой относятся такие способы, в которых взаимосвязь между свойствами кормов и ответными реакциями животных считается обусловленной только первыми, т. е. свойствами кормов. Поэтому для каждого конкретного корма между его составом и свойствами, с одной стороны, и ответом животного, с другой, взаимоотношения считаются постоянными, независимыми от животного, по крайней мере в пределах вида. Такие способы оценки питательности получили название оценки на основе «принципа продуктивного действия кормов».

К подгруппе второй относятся способы, в которых взаимосвязь между кормами и ответными реакциями животных считается обусловленной как свойствами кормов, так и конкретными животными. Поэтому взаимоотношения между свойствами кормов и ответными реакциями животных как для отдельных кормов, так и для рационов непостоянны и достигают оптимума только в определенных условиях полноценного кормления.

СПОСОБЫ ОЦЕНКИ ПИТАТЕЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ СОСТАВА И СВОЙСТВ КОРМОВ

Приемы оценки питательности первой группы имеют перед прочими преимущества, которые заключаются в их независимости от условий применения кормов. Значение оценки кормов по составу возрастает в кормлении по мере усовершенствования и упрощения методик анализа. Так, например, содержание витаминов, микроэлементов, аминокислот в кормах почти не принималось во внимание при кормлении до тех пор, пока их определение было сложным, хотя значение этих веществ для питания было известным.

Недостатком приемов определения питательности по содержанию веществ в кормах является то, что не всегда установленное присутствие в корме того или иного питательного вещества означает, что животное использует его для питания. Причинами этого могут быть, с одной стороны, неточное определение содержания питательных веществ из-за грубых, неспецифических аналитических методик, с другой стороны — недостаточный учет присутствия в пище факторов, тормозящих использование данного питательного вещества, и с третьей — возможное изменение (непостоянство) потребностей в данном веществе. По мере усовершенствования анализа кормов и развития наших знаний о потребностях животных отдельные дефекты способов оценки питательности, относимых к этой группе, устраняются.

В силу отмеченных недостатков эти способы многими не считаются достаточными, и в то же время некоторые показатели химического состава пищи используются до сих пор как общераспространенные показатели питательности кормов и рационов.

К первой группе должны быть отнесены следующие способы.

1. Сенные эквиваленты А. Теера (1809—1837), основанные на содержании в кормах «питательных частей», которые определялись несовершенными методами химического анализа.

2. Химическая характеристика состава основных кормов и рекомендации кормить животных с учетом ее, данные проф. Михаилом Павловым (1825) [1]. Указанная химическая характеристика была дана также на основании недостаточно совершенных способов анализа. Только после разработки методик Ю. Либихом (1842) исследования химического состава стали более надежными.

3. Оценка питательности кормов на основе валового содержания в них азота органических соединений, предложенная Буссенго (1836)[2]. Позднее (1860) автор указал на недостаточность своего предложения, как не включавшего в характеристику питательности содержания в кормах углеводов и жира.

4. Оценка питательности по содержанию переваримых питательных веществ, предложенная Геннебергом и Штоманом (1865) взамен оценки по валовому содержанию сырых питательных веществ.

5. Оценка питательности кормов по сумме переваримых питательных веществ, предложенная в 1870 г. Эмилем Вольфом. [3] Эта оценка сохранилась до сих пор в ряде стран. Например, в США она применяется для всех видов животных, в некоторых других — для свиней и для птицы.

6. Оценка питательности органического вещества кормов по эквивалентному ему количеству «обменной энергии», предложенная Ж. Аксельсоном [4].

Оценки Геннеберга и Штомана, Э. Вольфа и Ж. Аксельсона содержат в себе элемент ответной реакции животного на кормление. Однако эти способы нельзя отнести к другим группам (второй или третьей), так как в них учитывается не конечный результат кормления, а промежуточные реакции, характеризующие часть обменных процессов.

Во время работы 35-го пленума секции животноводства ВАСХНИЛ (1—5 февраля 1951 г.) были предложены новые способы оценки питательности, которые относятся также к первой группе.

А. С. Емельянов предложил оценивать питательность кормов для коров по содержанию в кормах сырых питательных веществ [5].

Г. Г. Карлсен предложил способ оценки питательности кормов для лошадей вначале по содержанию переваримых питательных веществ [6], а позднее — по эквивалентному количеству физиологически полезной энергии [7].

---

[1] М. Павлов, профессор, директор земледельческой школы при Московском обществе сельского хозяйства. Земледельческая химия, М., 1825.

[2] Цит. по Гоуэну. Рациональное кормление с.-х. животных. СПб, 1911.

[3] Э Вольф. Питание сельскохозяйственных животных. Перев. с нем. под ред. В. И. Ковалевского, СПб, 1878.

[4] J. Axelson. Tierernährung Bd. 11, 1939; J. Axelson. Die Modernisierung Futtermittelbewertung; 100 Jahre Möckern, Bd., 2, Berlin, 1954.

[5] А. С. Емельянов. О нормировании кормления с.-х. животных, «Советская зоотехния», № 12, 1951; Лактационная деятельность коров и управление ею, Вологда, 1953; Составление суточных кормовых рационов для молочных коров, изд. Вологодской опытной станции, 1954; Труды 35-го пленума секции животноводства ВАСХНИЛ, Сельхозгиз, 1954.

[6] Г. Г. Карлсен. См. сноску на стр. 349.

[7] Г. Г. Карлсен. Труды 35-го пленума секции животноводства ВАСХНИЛ, «Вопросы кормления с.-х. животных». Сельхозгиз, 1954, стр. 105—111.

Наконец, к этой же группе способов следует отнести применяемые во всех современных способах оценки разносторонней питательности, показатели питательности отдельных органических и минеральных веществ, как, например, переваримого протеина или белка, сырой клетчатки, кальция, фосфора, каротина, витамина D и др. Перечисленные показатели применяются в дополнение к оценке питательности органического вещества, каким бы способом последняя ни определялась.

Учитывая основные особенности перечисленных способов оценки питательности, необходимо констатировать, что принцип определения питательности по содержанию в корме питательных веществ нельзя считать устаревшим и изжившим себя. Довольно часто приходится встречаться с заявлениями, что химический состав кормов и содержание в них переваримых веществ являются «первыми» этапами оценки питательности, к тому же недостаточными и не отвечающими действительности.

Далее обычно в таких случаях следуют доводы в пользу оценки питательности по продуктивному действию. К подобной аргументации прибегали прежде всего биографы и последователи О. Кельнера с целью обоснования целесообразности предложенного ими принципа продуктивного действия. Если же не ставить перед собой такой задачи, то легко можно убедиться, что во многих случаях доказательства несостоятельности принципа оценки по содержанию сырых или переваримых питательных веществ в корме были получены без учета физиологических условий кормления, иногда с нарушением основных методических принципов. Подтверждением допустимости этого принципа является всеобщее использование его для оценки питательности протеина, кальция, фосфора, каротина и многих других веществ. Дальнейшая разработка проблемы оценки питательности на основе принципа содержания питательных веществ в кормах заслуживает внимания.

СПОСОБЫ ОЦЕНКИ ПИТАТЕЛЬНОСТИ КОРМОВ ПО ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНЫХ

Имеется ряд способов, в которых питательность или корма в целом, или его органической части определяется по величине продукции животных.

В продукции, особенно выраженной через эквивалентное ей количество энергии, казалось, был найден универсальный показатель питательности, позволяющий выразить ее в одном числе, независимом ни от разнообразия формы и соотношений веществ, входящих в состав пищи, ни от уровня кормления. Пользование этим показателем было заманчивым еще и потому, что в нем самом как бы заключается практический результат кормления. Для признания принципа оценки питательности кормов по величине продуктивности обоснованным нужно было доказать, что включение одной и той же пищи в рацион определенных животных всегда приведет к получению от них именно за счет этого корма одинаковой продуктивности.

Насмотря на то что этот принцип оценки применяется уже с давнего времени, попытки доказать его справедливость продолжаются до сих пор и кончаются они чаще неудачей [1].

Более удачные результаты получаются при исследовании влияния количества однородных кормов на продуктивность откармливаемых животных. В этих случаях удается установить довольно хорошую пропорциональность между количеством пищи и продуктивностью животных.

Пропорциональность между количеством энергии переваримых веществ пищи и энергией в продукции, притом независимо от состава и свойств рацио-

[1] Один из многочисленных примеров несоответствия между количеством заданного корма и продукцией см. Journal of Dairy Science, 1955, № 6, p. 624, P. 96.

нов, констатировал Вуд с сотрудниками [1], обработав соответствующим образом результаты опытов О. Кельнера с откармливаемым волом (рис. 21).

Но подобную пропорциональность нельзя обнаружить между кормлением и величиной удоя у коров и между кормлением и величиной прироста веса и отложениями в теле у растущих животных, особенно при изменяющихся свойствах и составе кормов рациона. Х. Мельгор [2], известный сторонник оценки питательности кормов по продукции, пишет, что определять питательность отдельных кормов по продукции имеет смысл только при откорме взрослых жвачных животных.

Оценку питательности кормов, основанную на этом принципе, изучали и ввели в практику до того, как были выяснены условия применимости этого принципа.

Примерами таких способов являются следующие.

1. Практические рекомендации Н. Н. Муравьева к замещению одного корма другим в рационах коров, основанные на наблюдениях в своем хозяйстве. Н. Н. Муравьев, председатель Московского общества сельского хозяйства, описал богатый личный опыт ведения молочного животноводства в труде, опубликованном им в 1830 г.[3]

2. Оценка питательности кормов в скандинавских кормовых единицах до переработки этой оценки Н. Ганссоном [4]. В этом способе оценки питательность кормов определялась по величине получаемой от животных продукции.

По указанию соотечественников [5], отцом скандинавской кормовой единицы является датчанин Пехтер Винкель, предложивший в 1880 г. условное выражение различных кормов через 1 *кг* концентрированного корма и построивший соответствующую таблицу. Позже доцентом Н. Фьордом был предпринят ряд опытов, в результате которых и появились таблицы питательности и таблицы норм, выраженные в кормовых единицах. За единицу была принята питательность 1 фунта концентрированного (сильного) корма. Определение питательности кормов в кормовых единицах производилось на откармливаемых свиньях и молочных коровах. Опыты проводились и проводятся в хозяйственной обстановке, без составления балансов и без определения переваримости.

Определение питательности корма в кормовых единицах понятно из примера на стр. 303.

Скандинавской кормовой единицей до сих пор пользуются в Дании, Швеции, Норвегии, Исландии и Финляндии, и при соблюдении выработанных и проверенных на практике правил построения кормовых рационов эта оценка удовлетворяет пользующихся ею.

3. К этой же группе оценок питательности кормов следует отнести, поскольку мы об этом можем судить по известным до сих пор данным, оценки, предложенные после 35-го пленума секции животноводства ВАСХНИЛ проф. И. М. Кузнецовым и Г. А. Магидовым для молочных коров, проф. М. Ф. Томмэ (в последней редакции) тоже для молочных коров, М. Ф. Томмэ и П. С. Попехиной для свиней и А. В. Модяновым для овец.

Общим признаком всех перечисленных предложений является оценка питательности органического вещества пищи по продукции и отсутствие

---

[1] T. B. Wood a G. U. Jule. Journ. of agric. Science, 6, 233, 1914.

[2] H. Möllgaard. Научные основы европейской кормовой единицы. Сб. 100. Jahre Möckern, Bd. 2; Berlin, 1954.

[3] Н. Н. Муравьев. Наставление о приведении в порядок управления скотными дворами. М., 1830.

[4] Н. Ганссон провел работу по приравниванию скандинавской кормовой единицы к крахмальному эквиваленту Кельнера.

[5] H. Eskedal. См. сноску на стр. 303.

какой-либо связи этой оценки с определенными свойствами кормов или рационов. Об оценке И. М. Кузнецова и Г. А. Магидова и М. Ф. Томмэ для коров можно судить по опубликованным данным [1]. Об остальных же известно из сообщений, сделанных на заседании Ученого совета Всесоюзного института животноводства 2 ноября 1954 г. в Москве.

И. М. Кузнецов, Г. А. Магидов и М. Ф. Томмэ при оценке питательности рационов и кормов продукцию животных относят ко всему рациону. Для свиней и овец М. Ф. Томмэ, П. С. Попехина и А. В. Модянов оценивают питательность отдельных кормов, относя продукцию к продуктивной части рациона, а не ко всему рациону. Все предложения — И. М. Кузнецова и Г. А. Магидова, М. Ф. Томмэ. П. С. Попехиной и А. В. Модянова — предусматривают наряду с оценкой питательности по продукции одновременный учет многочисленных (особенно у М. Ф. Томмэ) показателей и в том числе протеина, кальция, фосфора и каротина, считая этот учет за «комплексность» оценки.

При проведении опытов все перечисленные авторы предлагают учитывать показатели физиологического состояния. Используют же они только некоторые из них для проверки, имелись ли в период опыта признаки патологии обмена.

СПОСОБЫ ОЦЕНКИ ПИТАТЕЛЬНОСТИ КОРМОВ И РАЦИОНОВ ОДНОВРЕМЕННО ПО СОДЕРЖАНИЮ В НИХ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ И ПО ОКОНЧАТЕЛЬНЫМ ОТВЕТНЫМ РЕАКЦИЯМ ЖИВОТНЫХ

По идее способы оценки питательности этого рода представляются более совершенными, чем способы обеих предыдущих групп. В способах этой группы должна быть выяснена причинная связь между функциями организма — продукцией или физиологическим состоянием животных и факторами, обусловливающими эти явления и состояния. Если такая причинная связь определена верно, то представляется возможным, зная свойства пищи и условия ее употребления, предусматривать ответные реакции животных, и наоборот, по ответным реакциям подбирать условия питания. Аналогичные задачи должны разрешаться при оценке пищи и по ранее рассмотренным способам, но в принципах первой и второй групп способов оценки питательности задача выяснять причинную связь между условиями питания и функциями животного не ставится.

Как уже указывалось на стр. 266, способы оценки питательности, относящиеся к этой группе, должны быть разделены на две подгруппы.

[1] Оценка питательности кормов и рационов по принципу продуктивного действия. Использование так называемого «принципа продуктивного действия» принадлежит одновременно двум исследователям — О. Кельнеру в Германии и Г. П. Армсби в США.

Возникновение идеи применить этот принцип в оценке питательности кормов для сельскохозяйственных животных было обусловлено, с одной стороны, открытиями в области естествознания, а с другой — экономическими факторами (стр. 278).

В способах, разработанных Кельнером и Армсби, взаимосвязь между свойствами кормов и продуктивностью животных обусловливалась только свойствами кормов. В этом отношении оба способа принципиально тожест-

---

[1] И. М. Кузнецов и Г. А. Магидов. Методика оценки эффективности типовых кормовых рационов и нормирования кормления молочных коров. «Советская зоотехния», 1952, № 7. Г. А. Магидов. Оценка питательности рационов для молочных коров с различным сочетанием сочных кормов. «Советская зоотехния», 1953, № 1. М. Ф. Томмэ. «Животноводство», 1955, № 5.

венны. Так, энергия в продукции (или «чистая энергия»), по Армсби, определялась на следующих основаниях:

1) единице веса переваримого органического вещества кормов (или рационов) всегда эквивалентно определенное количество обменной энергии (валовой энергии корма за вычетом энергии в кале, моче и метане);

2) единице веса сухого вещества данного конкретного корма всегда эквивалентно одно и то же количество потерь энергии в тепловой форме; эти потери связаны с физическим состоянием корма;

3) энергия в продукции (или «чистая энергия»), получаемая при скармливании данного корма животному, равна разности между обменной энергией и тепловыми потерями;

4) чистая энергия, как показатель питательности, определялась на быках, но полученные величины питательности считались пригодными и для иных случаев кормления.

Основные принципы оценки питательности в крахмальных эквивалентах Кельнера были приняты в 1922 г. в комиссии при НКЗ РСФСР под председательством проф. Е. А. Богданова [1] для расчета питательности в советских кормовых единицах, а также применены Н. Ганссоном для расчета скандинавской ячменной кормовой единицы. План исследований питательности, разработанный О. Кельнером для его опытов на волах, был в основном повторен в опытах Г. Фингерлинга со свиньями. М. Ф. Томмэ в докладе на 35-м пленуме секции животноводства ВАСХНИЛ внес предложение по оценке питательности на основе, мало отличающейся от принципа продуктивного действия [2]. Впоследствии предложения были М. Ф. Томмэ значительно переработаны (стр. 307).

Оценка питательности по продуктивному действию сыграла положительную роль, особенно в начальный период развития промышленного животноводства. Но по мере накопления научно проверенных фактов она оказывалась неудовлетворительной и подвергалась разносторонней критике.

Прежде всего было выяснено, что разными видами животных одни и те же переваримые питательные вещества используются неодинаково (Г. Фингерлинг, Ф. Леман, И. С. Попов, В. М. Попов и многие другие). Это привело к появлению нового предложения, сделанного недавно П. Фухсом[3], отказаться от единицы измерения питательной ценности — «крахмальный эквивалент», предложенной О. Кельнером, и заменить его «единицей Кельнера», за которую считать 2360 *ккал* в продукции любого рода для любого вида животных (стр. 294).

Возможность применения крахмального эквивалента Кельнера при кормлении молочных коров изучали М. И. Дьяков и Х. Мельгор.

Х. Мельгор пришел к заключению, что при некоторых допущениях продуктивная ценность (чистая энергия) отдельного корма может быть определена только при откорме взрослых жвачных животных. Только в этом случае единице веса корма будет соответствовать определенная, постоянная продуктивность. Во всех же остальных случаях определение продуктивной ценности отдельного корма в прямых опытах лишено смысла. Поэтому Мельгор предлагает сохранить оценку питательности по продуктивному действию для взрослых откармливаемых жвачных животных как измерение сравнительной

---

[1] А. Е. Газиева. См. сноску на стр. 296.

[2] Вопросы кормления сельскохозяйственных животных. Тр. 35-го пленума секции животноводства ВАСХНИЛ. Сельхозгиз, 1954, стр. 41—53.

[3] Paul Fuchs. Рациональные основы измерения питательной ценности кормов и расчета количества кормов. Archiv für Tierernährung, B. 1, H. 4, 1951.

питательности отдельных кормов. В остальных случаях кормления необходимо измерять питательность не кормов, а рационов, подбирая рационы так, чтобы расход единиц питательности на единицу продукции был наименьшим. Такой же путь измерения питательности предложен Мельгором и для кормления молочных коров. Мельгор пишет: «Во всех случаях, где имеется дело с продуктивностью животных, сопряженной с определенным синтезом протеина, и особенно в тех случаях, где такой синтез является необходимой предпосылкой для образования всей продукции, точное определение питательности отдельных кормов невозможно. Питательность в этом случае возможно определить лишь для кормовых смесей с определенным взаимным соотношением питательных веществ» [1].

Судя по процессам обмена, указывает Мельгор, питательность кормовых смесей и рационов нужно определять при молокопродукции, при росте и при поддержании жизни.

В последнем случае образование протеиновых структур при замене изношенных тканей и образование ферментных систем имеют такое большое значение, что нельзя не учитывать влияния на питательную ценность колебаний биологической ценности протеинов кормов и условий обеспечения животных витаминами комплекса В.

Часто указывается, что оценивать корма по продуктивному действию нужно прежде всего потому, что при этом пользующиеся ею будут иметь представление, какая по величине продукция может быть получена от животного за счет определенного корма. В то же время фактическая продуктивность часто не совпадает с той, на которую можно было бы рассчитывать, исходя из оценки питательности кормов по продуктивному действию. Так, по Штампа [2], обработавшему большое число опытов, на образование 1 *кг* молока у коров расход чистой энергии продуктивного корма непостоянен и варьирует очень сильно. Уже одно это требует контроля кормления и фактической продуктивности, хотя бы рационы составлялись при оценке питательности по продуктивному действию.

К этому следует добавить, что из анализа длительного кормления продуктивных животных с использованием однотипного кормового режима вытекает необходимость заботы о снабжении их не только высококачественным протеином и некоторыми витаминами, но и прочими питательными веществами, в частности биологически активными. Представление, что откармливаемые взрослые жвачные являются в этих отношениях исключением, скорее ошибочное, чем действительное, и объясняется кратким сроком откорма и краткостью опытов по определению питательности отдельных кормов. За такое краткое время последствия плохо сбалансированного с потребностями кормления не проявляются в тех случаях, если подопытным животным хватает запасов, имевшихся в их теле.

Это представление, разделяемое теперь многими, ставит под сомнение правильность получаемых в таких опытах результатов.

Кормление продуктивных животных, основанное на принципе продуктивного действия кормов, привело во многих случаях (как описанных в литературе, так и известных специалистам по практике их работы) к расстройству здоровья, ухудшению воспроизводства животных и к снижению качества их продукции, хотя в то же время животные продолжали продуцировать на высоких уровнях. Эти факты заставили критически отнестись к этому принципу. В нашей стране критика принципов кормления и оценки кормов была

[1] H. Möllgaard, 1954. См. сноску на стр. 269.

[2] S. Stampa. К вопросу об использовании кормов с критической обработкой предшествующих опытных данных. Arch. f. Tierernährung, 1953, B. 3, 46.

дана в работах Н. И. Денисова [1], А. П. Дмитроченко [2], П. Д. Пшеничного [3], А. С. Солуна [4] и др. В 1951 г. состоялся 35-й пленум секции животноводства ВАСХНИЛ [5], на котором наряду с критикой современного состояния вопросов кормления были намечены перспективы дальнейшего развития науки о кормлении в нашей стране.

Некоторые работы, в которых развивались положения, выдвинутые на 35-м пленуме (А. С. Емельянова, И. М. Кузнецова и Г. А. Магидова, М. Ф. Томмэ, П. С. Попехиной, А. В. Модянова), приведены выше. Другие же будут разобраны в следующем разделе обзора.

Оценка питательности рационов и кормов на основе переменных соотношений между свойствами пищи и ответными реакциями животных (продуктивностью, физиологическим состоянием и пр.). Идеи этих способов возникли около сороковых годов в результате выяснившихся дефектов оценки питательности по принципу постоянных соотношений между свойствами пищи и продуктивностью животных или по принципу продуктивного действия.

Формированию этих представлений способствовало развитие вопросов о влиянии кормления на физиологическое состояние животных, их здоровье, воспроизводительную способность и на способность использовать корма.

Во всех ранее упомянутых способах оценки питательности использование кормов рассматривалось как зависимое только от вида и функционального состояния животных. Так, например, считалось, что откармливаемое взрослое животное использует корм с бо́льшими потерями, чем растущее или чем взрослое лактирующее.

Признавалось, что овцы и в особенности свиньи лучше используют переваримые питательные вещества, чем крупный рогатый скот, при одинаковом функциональном состоянии.

Но что один и тот же вид животных, в одном и том же функциональном состоянии (например, лактирующие коровы) могут использовать одну и ту же пищу с различной эффективностью и что эффективность использования зависит от сбалансированности кормления с потребностями животного в момент кормления — это хотя и было известно, но при оценке питательности рационов и кормов в расчет не принималось.

Продуктивность, фактически получаемая при конкретном кормлении, зависит не от свойств корма, а от того, насколько эти свойства соответствуют потребностям животных.

Логически должны быть отвергнуты и методические основы определения питательности отдельного корма. Представляется, что нельзя из общего рациона выделять отдельный корм и на его счет относить какую-то часть неспецифической ответной реакции. Отдельный корм может быть изучен, если им одним можно кормить животное достаточно продолжительное время.

Методика дифференциального опыта, так же как и методика опыта замещения кормов, этих единственно возможных приемов изучения питательности отдельных кормов, становятся неприменимыми.

---

[1] Н. И. Денисов. Питательность кормов и нормы кормления коров. Сельхозгиз, 1946.

[2] А. П. Дмитроченко. См. сноску на стр. 310.

[3] П. Д. Пшеничный. О разработке научных основ кормления сельскохозяйственных животных. «Советская зоотехния», № 11, 1951, стр. 14.

[4] А. С. Солун. Методические основы полноценного нормированного кормления сельскохозяйственных животных. «Советская зоотехния», 4, 1952.

[5] Вопросы кормления сельскохозяйственных животных. Труды 35-го пленума секции животноводства ВАСХНИЛ. Сельхозгиз, 1954.

К подгруппе способов, основанных на положении, что ответные реакции животных (продуктивность, физиологическое состояние животных) есть результат переменного взаимодействия между свойствами пищи, потребностями и функциональным состоянием в конкретных условиях существования животных, принадлежат способы, предлагаемые, с одной стороны, Н. И. Денисовым и, с другой — А. П. Дмитроченко.

Еще в начале нашего столетия проф. М. И. Придорогин [1] указывал на недопустимость сведéния понятия о питательности к представлениям о «сумме питательных веществ», содержащихся в кормах. Позднее на важное значение отношений между питательными веществами и на значение сбалансированности состава и свойств рационов с потребностями животных указывали Е. Форбс [2] и Г. Митчелл [3]. Однако у двух последних исследователей названные условия привлекались как необходимые только для достижения постоянства общей пищевой ценности корма или рациона.

В способах Н. И. Денисова и А. П. Дмитроченко питательность рационов (по Денисову) или рационов и кормов (по Дмитроченко) обусловливается, с одной стороны, свойствами пищи (содержанием в ней энергии переваримых питательных веществ, обменной энергии, переваримого протеина или белка, сырой клетчатки, кальция, фосфора, каротина и других веществ), а с другой — сбалансированностью этих свойств с потребностями животных, находящихся в конкретном функциональном состоянии, в соответствии с чем и определяется характер и размер ответных реакций животных.

Выражается питательность в показателях, характеризующих состав и свойства пищи, и в показателях ее относительного использования для образования продукции и поддержания нормального состояния животных в конкретном случае кормления.

Заключение. В обзоре представлено краткое описание основных направлений, по которым шло развитие учения о питательности кормов. Приведен перечень способов, начиная с первых заслуживающих упоминания и заканчивая предложенными в последнее время.

Способы всех групп, предлагавшиеся ранее, строились на предположении, что питательность корма или рациона возможно выразить в одном общем показателе. В настоящее время широко признана необходимость многосторонней оценки.

Поэтому способы, разработанные в последнее время, независимо от того, к какой группе они относятся, являются способами если не комплексной, то, по крайней мере, множественной оценки. При комплексной оценке показатель, который ранее считался за единый, основной, часто называемый и сейчас показателем «общей» питательности, является частным показателем питательности всего органического вещества.

Способы определения питательности, отнесенные к первой группе, основаны на предположении, что значение для животного оцениваемого вещества или свойства пищи выяснено заранее и что оно постоянно для тожественных веществ, входящих в разные корма. Поэтому в задачу оценки входит установление тожественности соответствующих веществ в кормах и определение их количественной доставки в рационах. Успешность применения этих способов ограничена некоторыми условиями, указанными на стр. 266.

---

[1] Цит. по Е. Ф. Лискуну. «Вестник животноводства», № 4, 1948.

[2] E. B. Forbes. Чистая энергия полностью сбалансированных питательных веществ как измеритель питательной ценности рационов и пищевых потребностей животных. Amer. Soc. of Anim. Product., 1932.

[3] H. H. Mitchell. Важное значение отношений между энергией, протеином и минеральными веществами в измерении пищевой ценности кормов и рационов. Amer. Soc. Anim. Prod., 1937, 29—42.

Способы определения питательности, отнесенные ко второй группе, построены на предположении, что полезное действие кормов независимо от их свойств всегда проявится через величину продуктивности животных. Поэтому в этих способах не предусматривается тщательного изучения таких изменений состава и свойств, и за характеристику питательности признается ответная реакция животного (продуктивность), относимая в целом к корму соответствующего наименования. Преимущества способов этого рода являются кажущимися из-за необоснованности предположений о независимости ответных реакций животного от изменений в составе и свойствах кормов, а в связи с тем и в свойствах рационов, составленных из таких кормов.

Способы определения питательности, входящие в третью группу, представляют больший интерес, как исправляющие основные недочеты и одновременно сохраняющие основные принципы первых двух. Часть из них основана на предположении, что продуктивность животных адекватна содержанию в корме переваримых органических веществ, исправленному на показатель полноценности (по Кельнеру) или на величину тепловых потерь (по Армсби), зависящих от свойств кормов. В других же способах третьей группы (Н. И. Денисова, А. П. Дмитроченко) питательность определяется в зависимости от содержания в рационах или кормах важнейших питательных веществ и одновременно в зависимости от удовлетворения разносторонних потребностей животных или от полноценности кормления. При учете последнего между свойствами пищи и ответными реакциями животных обнаруживается закономерная зависимость, позволяющая устанавливать прямые соотношения между продуктивностью и питанием и одновременно судить об обеспечении условий поддержания нормального физиологического состояния животных. Здесь и продуктивность и состояние животных адекватны составу и свойствам кормов, но соотношения между ними определяются сбалансированностью пищи с потребностями. Ни один из иных способов не дает таких возможностей.

Некоторые из способов определения питательности органического вещества относятся к рациону в целом, другие же к отдельным кормам.

Не вызывает возражений оценка питательности органического вещества отдельных кормов по способам, относимым к первой группе, и вообще по способам, в которых не сказывается сопряженное взаимодействие питательных веществ.

Но в способах, основанных на ответных реакциях животных (способы второй и третьей группы), оценка питательности органического вещества отдельных кормов по получаемой продукции принципиально невозможна. Иногда авторы и сторонники оценки питательности органического вещества по ответным реакциям ссылаются на экспериментальные доказательства возможности определять питательность отдельного корма. Однако следует иметь в виду, что такие доказательства удается получить в ограниченных и искусственных условиях и прежде всего в кратковременных опытах. В таких опытах результат взаимодействия веществ рациона очень часто не успевает сказаться, в то время как на практике он сказывается.

Среди рассмотренных способов нет такого, который позволяет дать точную оценку питательности корма и рациона по внешним признакам кормов и по составу кормов или такую оценку, которая была бы на самом деле независимой от условий удовлетворения потребностей животных.

Пользование любым из способов оценки питательности требует на практике периодического (хотя бы ежегодного) определения состава кормов, систематического наблюдения за животными, контроля их состояния, контроля расхода пищи и получения продукции. Не освобождают от такого систематического контроля и те способы, в которых корма и рационы оцениваются по продуктивности.

Поэтому нет оснований отказываться от способов оценки рационов и кормов, в которые систематический контроль кормления, состояния и продуктивности животных входит в качестве условия пользования ими.

Основными причинами ненадежности пользования средними данными о питательности кормов в практике кормления являются изменчивость состава и свойств кормов, с одной стороны, и с другой — изменчивость состояния и потребностей животных и непостоянство условий внешней среды, также влияющих на результаты кормления.

Из имеющихся способов должны быть выбраны принципиально правильные, простые и достаточно разработанные. Не все из приведенных способов удовлетворяют указанным требованиям. Несмотря на это, в последующем изложении будет дано более подробное описание способов даже таких, которые неудовлетворительны в принципиальном отношении. Это вызывается тем, что некоторые из таких способов широко распространены за границей и их надо знать для понимания зарубежных данных, другие же, кроме того, в свое время сыграли положительную роль в развитии науки и в достижениях практики.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРИНЦИПЫ ОЦЕНКИ ПИТАТЕЛЬНОСТИ КОРМОВ И ИХ КРИТИЧЕСКИЙ РАЗБОР

Оценка питательности кормов совершенствовалась по мере выяснения потребностей животных. Как только выяснялась существенная необходимость доставки каких-либо элементов пищи, например протеина, кальция, каротина и т. д., так сейчас же возникала необходимость оценивать в отношении соответствующего показателя и пищу.

Однако до сих пор мы еще не можем утверждать, что выяснили потребности в полной степени (стр. 165). Для того чтобы разрешить возникающие затруднения, вместо детализации потребностей приходится изучать их суммарно, путем исследования кормовых рационов животных. При этом считается, что производство продукции животными является признаком удовлетворения их потребностей. А раз пища удовлетворяет потребности, значит она питательна, она имеет питательную ценность. Такой принцип выяснения потребностей животных и оценки питательности кормов по продукции считается достаточно точным и современным. Кажется, что увеличение тканей в теле животного или образование и выделение им молока наиболее отчетливо выражает питательную ценность пищи через количество ассимилированных в теле веществ. Мясо, жир, молоко и т. п. являются продукцией животных. Так как продукция образуется в условиях соответствующего питания, то считалось возможным кормам приписать «продуктивное действие».

Предложение оценивать корма по «продуктивному действию» появилось после ряда опытов, в которых демонстрировалась связь между продукцией и питанием.

В числе первых опытов, в которых как бы проявилось «продуктивное действие», были опыты проф. М. И. Придорогина [1]. В его опытах было показано, что если молочной корове после отела давать корм выше некоторого уровня, на котором она до того кормилась, то она значительно увеличивает свой обычный удой. Такие опыты понадобились для того, чтобы развеять идеалистические представления, господствовавшие в то время в животноводстве и наиболее ярко выраженные у немецких исследователей.

В XIX в. в Германии продуктивное животноводство, в частности молочное, было на относительно низком уровне развития. В то время не было и побуди-

[1] М. И. Придорогин. Влияние свеклы на молочность коров. «Хозяин», № 37, 1899.

тельных причин к развитию животноводства. Немецкие ученые писали, что обильномолочность не является природным свойством, и если она у приученных животных развилась несколько выше, чем у животных в диком состоянии, то только вследствие продолжительного и правильного доения. «У некоторых видов домашних животных человеку удалось поднять молочность далеко за пределы естественной способности их в этом отношении и укрепить ее так, чтобы это ненормальное и до известной степени болезненное явление сделалось наследственным» [1].

Что же это за значительные достижения молочной продуктивности? У Флейшмана приведены средние годовые удои по породам. Наивысший удой относится к голландской породе — 3000 *л*. До выхода в свет цитируемого труда (1877 г.) Флейшману было известно несколько случаев «ненормальной» удойливости, крайний случай которой был зарегистрирован 15 октября 1845 г. Это удой — 8476,43 *л*. Нормальный средний удой в то время признавался в 2000—2400 *кг*.

Хотя повышение удоя при участии человека и признавалось, но было неясно, в чем это участие выражается. Во всяком случае изменение питания не считалось за средство побуждения к повышенной лактации. Флейшман пишет, что выделение молока не следует в пропорции к введению в организм питательных веществ и что «отделение молока прежде всего зависит от развития желез».

Независимость продуктивности молочных коров от кормления была общепризнанной, так как эта точка зрения повторялась многими. У Э. Вольфа также читаем [2]: «Качество и количество молока должны обусловливаться прежде всего... развитием молочной железы... В деле производства молока доставление пищи играет не главную, а второстепенную роль, несмотря, однако, на это, оно (доставление пищи) должно иметь большое влияние и притом прежде всего на количество производимого молока».

В то же время, в 1867 г., на опытной станции в Меккерне [3] были проведены опыты с молочными коровами, из которых видно, что количество надаиваемого молока возрастало почти пропорционально доставке питательных веществ. Однако, несмотря на упоминаемые опыты, и в последующих изданиях книг, выпускавшихся Флейшманом, Вольфом и другими, сохранялись прежние утверждения. Повышение молочности коровы, как, видимо, и повышение продуктивности прочих животных считалось противоестественным. С этой точки зрения становится совершенно понятным отсутствие в нормах кормления сельскохозяйственных животных того времени каких-либо оснований побуждать животных кормлением к более интенсивному росту, откармливанию или лактации.

В то время пользовались распространением нормы Э. Вольфа. В этих нормах каждому виду животных при определенных состояниях назначалось определенное количество переваримых питательных веществ, всегда постоянное на единицу живого веса. Животных кормили «по весу» (пропорционально их живому весу). Так, например, молочным коровам норма назначалась пропорционально живому весу, независимо от уровня удоя и срока лактации. Превышать нормы не рекомендовалось, так как это означало перекармливание, а тяжелые, болезненные последствия перекармливания описывались достаточно выразительно.

Само собой разумеется, что строгое ограничение питания обусловливало и довольно стабилизированную, в общем невысокую молочную продукцию.

---

[1] Флейшман. Молоко и молочное дело. СПб, 1877, стр. 62—63.

[2] Э. Вольф. Рациональное кормление сельскохозяйственных животных. СПб, 1874, стр. 171—172.

[3] Landw. Versuchsstationen, 1868, Vol. XII, p. 114 и. 197.

Увеличение промышленного населения, возрастание цен на сельскохозяйственные продукты, развитие путей сообщения и технических средств сельскохозяйственного и пищевого производства заставило изменить эти взгляды. В лекциях 1897 г. К. Леман [1] ссылается на опыт того же Флейшмана с молочными коровами. Последнему удалось поднять молочность коров вскоре после их отела дополнительной прибавкой корма сверх полагавшегося по нормам.

Одновременно с этим исследователи уже располагали значительным числом доказательств связи размера и характера продуктивности с кормлением. В цитированных выше лекциях Лемана, в которых он сообщал новинки в кормлении, есть несколько примеров, подтверждающих сказанное. Назревала идея продуктивного действия корма, идея возможности побуждать животных кормом к повышению продуктивности.

Последующая история развития проблем кормления показала, как пришлось отказаться от идеи независимости продуктивности от уровня питания. Сделано это было под давлением новых экономических и политических условий, вызванных развитием капитализма. Животноводство приобретало промышленный характер, и нужно было добиваться его большей продуктивности.

Наблюдаемая в практике и подтвержденная экспериментально связь продуктивности с введением отдельных кормов привела к убеждению, что размер «продуктивного действия» может быть показателем питательной ценности корма.

Хотя образование продукции у животных наблюдалось при скармливании одного и того же корма не всегда, а только в том случае, если этот корм задавался дополнительно к некоторому рациону, это не помешало представить вопрос так, что каждый корм имеет свое определенное продуктивное действие, но оно обнаруживается только после удовлетворения потребностей животного для поддержания жизни. Таким образом, продуктивность животных была признана за проявление свойств корма, а не за результат взаимодействия организма с факторами среды, в которых корму принадлежит роль только одного из условий.

Такое представление в свете современных знаний не может быть признано правильным. Отложение в теле запасов или усиленное выделение молока представляет собой средства регулирования обмена, осуществляемого с участием нервно-гуморальных факторов. Регулированию обмена мы можем кормлением содействовать или, наоборот, мешать, внося изменение в питание. Изменение питания и связанное с ним увеличение продуктивности могут и не требовать увеличения дачи кормов.

Достаточно сослаться хотя бы на такие случаи, в которых наблюдалось, что прибавка в корм молочных коров мела приводила к увеличению удоев на несколько литров (Зайковский). К такому же действию в некоторых случаях приводит введение поваренной соли, отдельных аминокислот, клетчатки, незначительных количеств протеина и т. д.

Описанные явления нельзя понимать как «продуктивное действие» мела, соли и других прибавок. Их следует понимать как результат изменения обмена в сторону изменения использования пищи, в которой, повидимому, недоставало названных веществ по сравнению с оптимальными потребностями животных.

С того момента как в кормлении стала господствовать идея продуктивного действия корма, вопрос об оценке пищи по признаку поддержания жизни животных сошел со сцены. Следует упомянуть, что еще задолго до признания «принципа продуктивного действия» Н. П. Чирвинский, возражая против формального сравнения питательности кормов на основе одностороннего при-

[1] Новейшие приобретения в области животноводства. Перевод Петрова. М., 1899.

знака, выраженного через сенные эквиваленты, писал [1]: «Попытки кормить животных отдельными питательными веществами, даже отдельными кормовыми средствами, каковы картофель, свекла, капуста, рис, пшеница и т. д., постоянно оканчивались одним и тем же — смертью животных. Следовательно, все питательные вещества без исключения и многие кормовые средства, когда выдаются животным поодиночке, не способны долго поддерживать жизнь, не обладают питательными свойствами. Питательное действие их равно нулю. Но как только их начинают скармливать в надлежащей смеси друг с другом, они обнаруживают свойственное им физиологическое действие и становятся способными поддерживать жизнь».

В условиях практики и экспериментов, послуживших к обоснованию идеи продуктивного действия кормов, специфические необходимые соединения либо случайно дополнялись в относительно достаточных количествах, либо срок наблюдений был так краток, особенно при откорме животных, что недостаток таких специфически необходимых веществ не успевал проявляться. Если же на почве недостатка этих веществ и возникали некоторые расстройства, то в то время еще не было данных, чтобы относить их за счет ошибок в питании. О необходимости многих из таких веществ не подозревали, и поэтому ничто не мешало признавать принцип продуктивного действия за главнейший в оценке кормов. С современной точки зрения получение одинаковой по виду и количеству продуктивности на двух различных рационах не может считаться достаточным для признания таких рационов во всех отношениях равноценными.

Крупным открытием современности является доказательство тесной связи физиологических функций животных с питанием, с его качеством. Неправильное питание может быть причиной глубоких расстройств, заболеваний и даже смерти.

Производство одинаковой продукции может сопровождаться изменением физиологического состояния животных, последствия которого иногда сказываются не сразу. Физиологическое состояние в одном случае может ухудшаться, в другом оставаться неизменным или улучшаться. Совершенно естественно, что без учета физиологического состояния результаты кормления сравнивать нельзя. За характеристику физиологического состояния должны быть приняты по крайней мере отсутствие ухудшения состояния здоровья, сохранение нормальной воспроизводительной способности, рождение и жизнеспособность потомства и одновременно многолетнее сохранение способности к нормальной продуктивности. Разрешение вопроса о поддержании в норме состояния животных требует не только сопоставления съеденного корма и полученной продукции (молока, мяса, сала, шерсти, работы), но и постоянного контроля состояния организма. Активное поддержание этого состояния в пределах границ нормы осуществляется в организме при помощи нервно-гуморальной регуляции. Пока механизмы этой регуляции успешно справляются с регулированием обмена, до тех пор организм и его части (ткани, клетки) находятся в нормальных условиях жизнедеятельности. То или иное нарушение регуляции приводит к изменению физиологического состояния, к болезненным явлениям и расстройствам функций организма. Требования к пище как к фактору, влияющему на состояние организма, не исключают в то же время и роли пищи как материала, преобразующегося в животные продукты, и как фактора, влияющего на размер продуктивности.

Продуктивность животных характеризует не корм, а взаимодействие между организмом, потребностями последнего и кормлением.

---

[1] Н. П. Чирвинский. Очерк истории развития учения о кормлении. Известия Петровской земл. и лесн. академии, 1881, ч. IV, стр. 1—24.

С современной точки зрения пищу необходимо оценивать по ряду показателей, в частности по содержанию органического вещества, протеина, минеральных веществ и витаминов.

Продуктивность является суммарным эффектом питания. На размере продукции сказывается прежде всего доставка органического вещества, затем протеина, минеральных веществ и витаминов. Все эти вещества одинаково важны для продуктивности животных. Но в то же время продукция быстрее всего изменяется при колебании в доставке органического вещества и протеина и медленнее при изменениях доставки минеральных веществ и витаминов.

Такое кажущееся различие объясняется только тем, что органическое вещество, окисляющееся в теле до углекислоты и воды и дающее тепло в организме, не может быть организмом вновь регенерировано, в то время как многие из других веществ регенерируются с небольшими потерями и вновь участвуют в обмене. Некоторые из веществ (минеральные и витамины) часто имеются в запасных фондах организма и до поры до времени черпаются из них, некоторые (витамины, аминокислоты) образуются в теле животных, в частности с участием микрофлоры пищеварительного тракта.

Таким образом, продуктивность не может быть единым и универсальным показателем всех сторон питательности корма. В то же время она не может быть показателем питательности и отдельных веществ пищи. Так, например, размер продуктивности зависит от доставки животному протеина. Казалось бы, что это позволяет оценивать протеин кормов по размеру получаемого привеса или удоя [1]. Однако размер продуктивности зависит от доставки не только протеина, но и других питательных веществ, прежде всего — органических.

Сложная взаимосвязь между количествами веществ пищи, их соотношениями, состоянием животных, родом и размером их продуктивности не дают права признавать продуктивность единственным измерителем питательности кормов.

В то же время создалось представление, что продуктивность тесно связана с доставкой пищи или по крайней мере органического вещества в ней. Представление это ошибочно. Оно существует потому, что игнорируются весьма часто встречающиеся факты продуцирования за счет позаимствования из тела животных тех питательных веществ, которых недостает в применяемых кормах и рационах из таких кормов. Игнорирование этих фактов настолько распространено, что оценка по продуктивному действию продолжает иметь много сторонников, неосновательно считающих ее за наиболее верную.

Принципиально правильной будет оценка питательности, которая построена на учете непосредственных свойств кормов и на учете переменного взаимодействия этих свойств с организмом животного, в результате чего получаются соответствующие продуктивность и физиологическое состояние животных.

---

[1] Оценка протеина по размеру получаемого привеса иногда применяется в опытах на растущих животных (стр. 356).

ГЛАВА XIX

ОЦЕНКА ПИТАТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЧЕСКОГО (СУХОГО) ВЕЩЕСТВА РАЦИОНОВ И КОРМОВ

ОБЩАЯ ПИТАТЕЛЬНОСТЬ

Термин «общая питательность» вначале означал оценку корма как целого, но он сохранился и после того, как выяснилась необходимость учета некоторых дополнительных показателей, хотя бы и входивших в эту общую питательность, но требовавших отдельного учета. Прежде всего при характеристике питательности корма особо учитывают минеральные вещества и витамины. Поэтому к общей питательности могут быть отнесены только органические вещества пищи. Таким образом, под общей питательностью корма следует понимать содержание суммы доставляемых с кормом или рационом органических веществ (или вносимой с ними энергии). К числу веществ, требующих особого учета, относится прежде всего протеин (иногда белок). В некоторых случаях дополнительно учитываются аминокислоты, жирные кислоты, клетчатка, легко переваримые углеводы и т. д.

Оценка суммы органических веществ является «общей», так как в ней объединены все органические вещества, как учитываемые отдельно, так и не учитываемые.

Доставка доступной в данных условиях части органического вещества достаточно хорошо характеризуется количеством переваримого органического вещества и обменной энергии (стр. 305). Поступающее с пищей органическое вещество служит прежде всего материалом для обменных реакций. Вся та часть органического вещества, которая переварилась и при переваривании не разрушилась бактериями пищеварительного тракта, может быть использована для ассимиляции. Некоторые из всосавшихся органических веществ, а также продукты распада тканей, оказавшиеся непригодными или чуждыми для организма, могут выделиться из него и тем уменьшат полезную часть пищи. К числу таких выводимых из организма веществ относятся органические вещества мочи.

Таким образом, к веществам, могущим участвовать в ассимиляторных процессах в организме, есть основания относить переварившиеся вещества за вычетом из них веществ, выделенных в моче и в форме метана и углекислоты за счет веществ, разрушенных при брожении пищи в пищеварительном тракте.

Если вещества, могущие участвовать в ассимиляции, выразить в калориях, то это будет энергия переварившихся веществ за вычетом энергии в моче, в метане и в тепле, образующемся при бродильных процессах. Энергия переваримых веществ за вычетом энергии в моче и метане называется обменной энергией. Следовательно, энергия веществ, могущих участвовать в ассимиляции, равна обменной, из которой должна быть вычтена тепловая энергия, образующаяся в результате брожения пищи. Последняя может быть использована только для согревания тела.

Превращение переварившейся части органического вещества сопровождается экзотермическими реакциями, т. е. образованием и выделением тепла. Тепло, образующееся при брожении пищи, вместе с теплом, образующимся при дальнейших превращениях веществ пищи, совместно с веществами тела известно как термическая часть обменной энергии. Разность между обменной и ее термической частью называют энергией в продукции, чистой энергией, продуктивным эффектом, или продуктивным действием пищи.

Происхождение тепла бродильных процессов и тепла обменных реакций различно. В то время как первое образуется в результате процессов, протекающих в пищеварительном тракте, второе является следствием обменных процессов в тканях и органах. Первое зависит от вида и состояния веществ корма, второе же от того, какие процессы происходят в организме.

Как видно из сказанного, размер обменной работы организма, соответствующий доставке органического вещества, точнее всего характеризуется обменной энергией с поправками на тепло ферментации корма в пищеварительном тракте. Энергия переваримых питательных веществ будет несколько больше, а чистая энергия меньше общей обменной работы организма.

Против измерения питательности органического вещества в единицах энергии переваримых веществ или обменной часто возражают на том основании, что при этом исчезают индивидуальные особенности кормов. В качестве конкретных доводов указывают, что при оценке кормов (правильнее — органического вещества кормов) по содержанию энергии переваримых веществ или обменной энергии 1 *кг* сена оказывается близким по питательности к 1 *кг* соломы и к 1 *кг* отрубей. В такого рода возражениях скрывается стремление оценивать корм в одном показателе. Если два корма доставляют равное количество органического вещества, которое может участвовать в обмене, то по этому показателю они равнозначны. Но их различие в питательной ценности отражается в других показателях.

Переходя к рассмотрению отдельных примеров оценки общей питательности кормов, мы еще раз напоминаем, что эти оценки, особенно тогда, когда они выражаются в терминах чистой энергии продукции и продуктивного действия кормов, представляют собой попытки выразить ценность корма в одном показателе в большей мере, чем оценить органическое вещество пищи.

В настоящей главе приведены способы оценки общей питательности, которые предлагались и даже использовались независимо от вида животных. Здесь же приведено описание и таких способов, которые хотя и разработаны для одного вида животных, но принципы, лежащие в их основе, могут быть применены и для других видов или других функциональных состояний животных.

В следующей главе описаны способы, представляющие собой приложение общих принципов к частным случаям оценки общей питательности.

ОЦЕНКА ПИТАТЕЛЬНОСТИ РАЦИОНОВ И КОРМОВ ПО ВАЛОВОМУ СОДЕРЖАНИЮ В НИХ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ПО А. С. ЕМЕЛЬЯНОВУ

В декабре 1951 г. А. С. Емельянов опубликовал свое предложение [1], с которым он выступил на 35-м пленуме секции животноводства ВАСХНИЛ, — оценивать питательность рационов и кормов по валовому содержанию в них питательных веществ. Первоначально автор рекомендовал оценивать пищу и составлять рационы с учетом различного числа показателей. Для низкопродуктивных коров (2000 *кг* годового удоя) предлагалось наименьшее число по-

[1] А. С. Емельянов. О нормировании кормления с.-х. животных. «Советская зоотехния», 1951, № 12.

казателей — всего пять. Для коров более высоких уровней продуктивности число необходимых показателей увеличивалось. В последнее время А. С. Емельянов опубликовал практическое руководство к составлению кормовых рационов для молочных коров [1]. В этом руководстве изложена единая оценка независимо от величины удоя коров. Ниже приводится описание способа по его последней редакции. Принцип, заложенный в предложении Емельянова, может быть применен к кормлению других видов животных. По заявлению автора, он успешно применяет оценку кормов по своей системе в стаде Вологодской опытной станции уже несколько лет.

По этому способу требуется, чтобы каждый килограмм сухого вещества рациона (смеси кормов) независимо от уровня кормления содержал следующие количества отдельных сырых питательных веществ:

Протеина *(г)*	150 —160
Жира *(г)*	30 — 40
Клетчатки *(г)*	200 —300
Углеводов *(г)*	500 —600
Золы *(г)*	80 — 90
Ca *(г)*	7 — 10
P *(г)*	4 — 6
Na : K (отношение)	0,3— 0,4
Кисл. *г-экв.* : осн. *г.-экв.*	0,6— 0,9
Каротина *(мг)*	40 — 50
Витаминов	
B_1 *(мг)*	1 — 2
B_2 *(мг)*	1 — 2
PP *(мг)*	10 — 15
C *(мг)*	100 —150
E *(мг)*	0,5— 1,0
D *(мкг)*	25 — 30

При этом нормирование кормления сводится к указанию, какое количество килограммов сухого вещества должно быть задано молочной корове при разной продуктивности.

Автором составлена таблица содержания питательных веществ в кормах и приведено несколько примерных кормовых рационов.

Измерение питательности, предлагаемой автором, отличается тем, что в нем учтено большое число показателей. Предлагается учитывать доставку витаминов B_1, B_2, PP и C. Для крупного рогатого скота это обычно не делалось, так как считалось, что названные витамины жвачным могут и не доставляться. Витамины комплекса B нормально синтезируются в пищеварительном тракте, а витамин C — в клетках тканей. Имеются указания, что при высоких уровнях продуктивности синтеза витаминов комплекса B может оказаться недостаточно, тогда нужно заботиться о его доставке в кормах.

Доставку витамина D в кормах нужно обеспечивать в северной части СССР в 2—4 зимних месяца независимо от того, применяются прогулки или нет. А. С. Емельянов включил витамин D в единицу питательности независимо от прогулок. Пока еще нет сведений о проверке этого предложения другими исследователями. Из-за своей простоты это предложение заслуживает внимания.

ОЦЕНКА ПИТАТЕЛЬНОСТИ КОРМОВ ПО ОБЩЕМУ СОДЕРЖАНИЮ ПЕРЕВАРИМЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

Эта оценка была предложена в конце XIX в. Э. Вольфом и сохранилась до сих пор в США для всех животных, в Германии для свиней и в ряде стран для птицы. Под общим содержанием (суммой) переваримых питательных ве-

[1] А. С. Емельянов. Составление суточных кормовых рационов для молочных коров. Вологда, 1954.

ществ (обозначим ее СПВ [1]) подразумеваются все переваримые органические питательные вещества, т. е. протеин, жир, клетчатка и безазотистые экстрактивные вещества.

При определении СПВ жир умножается на 2,25, так как тепловой, или энергетический, эквивалент приблизительно в 2,25 раза выше, чем таковой же у углеводов. Таким образом, СПВ приблизительно соответствует содержанию энергии в переваримых питательных веществах. Полного совпадения с прямо определенным содержанием энергии в переваримых веществах не может быть, потому что при вычислении СПВ переваримый протеин принимается эквивалентным углеводам, в то время как его валовой энергетический эквивалент на 35% выше, чем эквивалент крахмала и клетчатки. С другой стороны, несовпадение обусловливается расхождением фактических энергетических эквивалентов жира и веществ, относимых в группу углеводов (органических кислот, сахара и др.) со средними, принятыми для расчета. По подсчетам, произведенным Х. Шнейдером, между СПВ и энергией переваримых питательных веществ для всех кормов наблюдается довольно постоянное соотношение (табл. 65).

Таблица 65

Среднее содержание в кормах СПВ, энергии переваримых питательных веществ и соотношение между ними

Вид животных и корма	СПВ (процент)	Энергии переваримых питат. веществ (*ккал/г* корма)	*Ккал* на 1 *г* СПВ в среднем
Крупный рогатый скот			
Сено	56,8	2,49	4,39
Силос	63,1	2,72	4,31
Концентраты	83,2	3,64	4,38
Овцы			
Сено	55,8	2,48	4,44
Зеленый корм	64,7	2,86	4,42
Силос	59,9	2,62	4,37
Концентраты	76,1	3,32	4,36
В среднем для обоих видов животных и всех кормов	—	—	4,38

Определение суммы переваримых питательных веществ поясним на примере для пшеничных отрубей. Отруби содержат переваримых веществ: протеина 13%, жира 3,1%, клетчатки 1,9% и безазотистых экстрактивных веществ 40,9%. Отсюда сумма переваримых питательных веществ равна $13+(3,1\times2,25)+1,9+40,9=62,6$ *кг* на 100 *кг* корма, или в 1 *кг* отрубей будет содержаться 0,626 *кг* переваримых питательных веществ.

Определение общей питательности кормовой дачи и отдельных кормов в единицах суммы переваримых питательных веществ гораздо доступнее, чем определение продуктивного эффекта, и требует проведения только опытов по переваримости на животных соответствующего вида и состояния.

Проведение таких опытов, как прямых так и косвенных (по разности), описано на стр. 111. К удобствам этих приемов относится возможность непосредственно определять ее в условиях рядовой лаборатории и в условиях производства.

СПВ измеряет ту энергию, которую животные получают в переваримой части, а не ту, которую можно найти в продукции и которую иногда отожест-

[1] В Америке эта сумма обозначает TDN.

вляют с «полезной» энергией. Поэтому против СПВ как измерителя питательности органического вещества выдвигаются возражения.

Однако продукция любого вида, даваемая животным, хоть и зависит от доставки в пище органического вещества, но в то же время не только от него, но и от состава органического вещества, от присутствия минеральных веществ и витаминов. Последняя оговорка объясняет те несоответствия, с которыми приходится сталкиваться при анализе многих случаев кормления, в которых обезличенному органическому веществу приписывается «продуктивное действие».

После появления работ по установлению зависимости между питанием и продуктивностью определение общей питательности по переваримым веществам стали считать неточным, так как переварившиеся питательные вещества используются в обмене не всегда одинаково. Часть их теряется в моче, в продуктах брожения и в форме тепловых потерь, причем все эти потери считаются пропорционально неодинаковыми ни по отношению к сумме переваримых веществ, ни по отношению к сухому веществу. Кроме того, возражения против суммы переваримых веществ как признака питательности обосновываются еще и тем, что переваримые питательные вещества в отдельных кормах неоднородны. Это особенно относится к группе безазотистых экстрактивных веществ. Так, например, безазотистые экстрактивные вещества зерновых кормов и картофеля представляют собой главным образом крахмал, а безазотистые экстрактивные вещества корнеплодов представляют собой главным образом сахара. Среди переваримых веществ могут, наконец, оказаться и такие, как органические кислоты и т. д. Физиологическая роль в обмене крахмала, сахаров, органических кислот неодинакова.

Возражения против суммы переваримых органических веществ как меры общей питательности кормов и рационов не лишены оснований в тех случаях, когда эта мера используется для замены довольно разнородных кормов одного другим, и, наоборот, такие основания исчезают, если сумму переваримых питательных веществ использовать для оценки разносторонне подобных рационов, меняющихся количественно, но не по набору кормов в них. В последнем случае как количество переваримых веществ, так и все поправки, вносимые в оценку, согласно обычным представлениям, будут пропорциональны количеству задаваемых кормов, т. е. увеличение качественно одинаковой пищевой дачи в полтора раза должно означать увеличение ее питательности также в полтора раза, в каких бы измерителях эта питательность не выражалась. Во всяком случае на практике при любых оценках питательность исчисляется пропорционально количеству корма.

Следует иметь в виду, что не все перечисленные выше возражения имеют твердое экспериментальное подтверждение, о чем будет упомянуто в критике современных оценок кормов по продуктивному действию.

Сумма переваримых питательных веществ как измеритель общей питательности или доставки органического вещества может быть заменена показателем содержания калорий энергии переваримых веществ.

Этот измеритель по идее подобен сумме переваримых веществ, но в то же время отличается тем, что не требует никаких поправок на жир, так как его более высокая калорийность учитывается непосредственным измерением и в этом измерителе сами собой принимаются в расчет энергетические различия питательных веществ разного рода. Крахмал, сахара и органические кислоты различаются по своей калорийности, причем направление различий в калорийности в основном совпадает с направлением различий в физиологическом эффекте. Большим преимуществом этого измерителя является простота аналитического приема его определения. Для этого должны быть сожжены в калориметрической бомбе образец корма и образец кала (технику сжигания см. на стр. 142).

Мы провели сравнительное исследование содержания в рационах крупного рогатого скота органического вещества и эквивалентной ему энергии. При этом оказалось, что численное значение коэффициента переваримости органического вещества всегда несколько выше, чем процент эквивалентной переваримому веществу энергии, т. е. всегда энергия 1 *г* веществ кала выше, чем энергия 1 *г* переварившихся веществ. Разница в среднем для переваримости была равна 5%. Таким образом, чтобы приближенно вычислить энергию переваримых веществ для крупного рогатого скота, нужно валовую энергию корма умножить на 0,95 коэффициента переваримости органического вещества этого корма.

Указанное расхождение не может быть помехой в замене значений органического вещества значениями энергии вследствие однозначности этих расхождений и небольшой их абсолютной величины. Нам неизвестны случаи широкого применения значений энергии переваримых веществ для оценки органической части корма. Это может быть объяснено только тем, что распространение применения калориметрических измерений в работах по кормлению совпало по времени с развитием идеи продуктивного действия.

По нашему мнению, этому приему необходимо уделить внимание, так как при своей простоте он достаточно надежен и, дополненный учетом продуктивного эффекта, может служить основой современной оценки питательности органического вещества рационов и кормов.

ОЦЕНКА ПИТАТЕЛЬНОСТИ В КРАХМАЛЬНЫХ ЭКВИВАЛЕНТАХ КЕЛЬНЕРА

Крахмальные эквиваленты стали известны в России вскоре после публикации в 1905 г. работы Кельнера. В свое время эта система являлась прогрессивной, поскольку с ее помощью представлялось возможным сделать первые шаги в развитии продуктивного животноводства. За тридцать с лишним лет, прошедших с момента введения кормовой единицы, в животноводстве Советского Союза произошли коренные сдвиги. Животноводство стало социалистическим, крупным, развитие его планируется. Задачи, стоящие перед нами, тоже стали иными: мы стремимся не только получать высокую продуктивность животноводства, но всемерно и непрерывно его улучшать. Это резко изменило требования к технике ведения животноводства. К тому же в кормлении животных накопилось много новых данных, в связи с чем положения, на которых основывалась теория крахмальных эквивалентов, оказались устаревшими. В настоящее время оценка кормов в крахмальных эквивалентах Кельнера недостаточна ни по форме, ни по содержанию. Она должна быть заменена новой, обоснованной научно в соответствии с современным состоянием наших знаний. Таково было решение конференции при ВИЖ, обсудившей этот вопрос в декабре 1948 г., и 35-го пленума секции животноводства ВАСХНИЛ в феврале 1951 г. Но для того, чтобы понять недостатки этой системы и обосновать методы современной оценки, необходимо с системой оценки кормов Кельнера ознакомиться подробнее, чем она обычно излагалась в производственной литературе.

Оценка общей питательности корма по Кельнеру определяется как сумма питательности отдельных веществ. Такими отдельными веществами являются белки корма, сырой жир (эфирная вытяжка), сырая клетчатка и безазотистые экстрактивные вещества, т. е. органическое вещество корма (без амидов).

Кельнер построил гипотезу, что питательность каждого из названных веществ специфична и одинакова во всех кормах. На основании этой гипотезы можно определять в опыте не питательность кормов, а питательность названных четырех веществ и, уже зная питательность этих веществ, на основе химического состава можно вычислить питательность любого корма. Здесь прежде всего необходимо уяснить себе, что в термин «питательность» по Кельнеру

вкладывается иное содержание по сравнению с определением, данным на стр. 262.

В кельнеровском понимании питательность — это свойство корма «вызывать» у животных образование продукции. По представлениям Кельнера, питательное вещество, поступившее в организм и участвующее в обменных реакциях, несет в себе две формы энергии. Одна из них — термическая форма, которая может в процессе питания превратиться только в тепло и как таковое выделиться из организма. Вторая форма — динамическая, энергия той части вещества, которая может отложиться в виде запасных тканей, превратиться в молоко и т. д.

Содержание динамической энергии, по Кельнеру, предопределено природой питательного вещества, постоянно и независимо. Питательность вещества или корма и определяется содержанием динамической энергии. Что именно в веществе является носителем динамической энергии, Кельнер не указал.

На изложенных основных положениях и были построены как сами опыты Кельнера, так и толкование их результатов.

Отправляясь от представлений, что питательность отдельных веществ пищи независима и суммируется арифметически, Кельнер проводил свои опыты по дифференциальной схеме (табл. 66 и 67).

Таблица 66

Схема дифференциального опыта при определении питательности добавки

Периоды	Поступило в рационе		Отложилось в теле энергии
	сухого вещества	переваримого вещества	
Второй — основной рацион с добавкой	$A+a$	$Б+б$	$В$
Первый — основной рацион	A	$Б$	$в$
Разница	a	$б$	$В-в$

На практике вычисление результатов дифференциального опыта сложнее, чем это показано в схеме. От периода к периоду изменяются живой вес животных, переваримость основного рациона — на все эти изменения вводятся поправки.

Так как Кельнер считал, что питательные вещества разных кормов по своему свойству вызывать образование продукции одинаковы, то в опытах были изучены насколько возможно очищенные питательные вещества: в качестве представителя растительного белка изучалась пшеничная клейковина, в качестве растительного жира — масло арахиса, в качестве безазотистых экстрактивных веществ — крахмал, в качестве сырой клетчатки — обработанная соломенная масса.

Исходной величиной в оценке «способности вызывать у животных продукцию» был принят 1 *кг* переваримого вещества, а эта способность была учтена по количеству жира, который дополнительно откладывался в теле взрослого покоящегося вола при добавке к основному рациону названных выше питательных веществ.

При этом по подсчетам не всех, а только некоторых результатов из проведенных опытов в 1 *кг* переваримых веществ была определена следующая питательность, выраженная в граммах «условного» жира [1]:

[1] Условным он называется потому, что все отложение в теле как белка, так и жира пересчислялось в жир по энергетическим эквивалентам.

Дифференциальные

Период	Род кормления	Состав рациона (*кг*)			Прибавка (*кг*)	В корме
		луговое сено	сушеная резка	ржаные отруби		сырого протеина
I	Основной рацион	5,929	2,165	2,613	—	1,372
	Из него переварено	—	—	—	—	0,884
II	Основной рацион	6,028	2,161	2,606	—	1,401
	Крахмал	—	—	—	1,588	0,029
	Всего	—	—	—	—	1,410
	Из них переварено	—	—	—	—	0,781
III	Основной рацион	6,021	2,160	2,603	—	1,980
	Масло земляного ореха	—	—	—	0,711	0,002
	Всего	—	—	—	—	1,382
	Из них переварено	—	—	—	—	0,878
IV	Основной рацион	6,134	2,177	2,612	—	1,395
	Клейковина	—	—	—	1,448	1,197
	Всего	—	—	—	—	2,592
	Из них переварено	—	—	—	—	1,940
	Разница между II и I периодами (действие крахмала)	+0,099	—0,004	—0,007	+1,588	—0,103 [1]

Переваримого белка	2240 *ккал*,	или	235 *г*	жира
Жир грубых кормов	4500 »	»	474 »	»
Жир жмыхов	5700 »	»	598 »	
Жир зерновых кормов	5000 »	»	526 »	»
Крахмал и клетчатка	2360 »	»	248 »	»
Тростниковый сахар	1790 »	»	188 »	»

Кельнер представлял, что по способности образовывать жир в теле вола перечисленные питательные вещества неограниченно могут замещать друг друга в количествах, эквивалентных установленному эффекту жирообразования.

Поэтому питательность корма, с его точки зрения, можно было выразить в одном питательном веществе. За такое питательное вещество Кельнер избрал переваримый крахмал. Так как 1 *кг* переваримого крахмала вызывал отложение 248 *г* жира, а 1 *кг* переваримого белка 235 *г*, то отсюда заключалось, что 1 *кг* переваримого белка [2] имеет питательность, равную 235 : 248 = 0,94 *кг* переваримого крахмала.

На основе подобных расчетов имеем, что 1 *кг* жира грубых кормов эквивалентен 1,91 *кг* переваримого крахмала, 1 *кг* жира зерновых кормов — 2,12 *кг*, 1 *кг* жира жмыхов масличных семян — 2,41 *кг*, 1 *кг* клетчатки — 1,0 *кг* переваримого крахмала.

Если определено количество переваримых питательных веществ в исследуемом корме, их можно выразить в крахмале, приняв указанные коэффици-

[1] Переваримого протеина.

[2] Переваримый белок Кельнер вычислял, вычитая амиды из переваримого протеина.

Таблица 67

Опыты с волом D

Содержится (*кг*)			Баланс в организме (*г*)		Физиологически «полезна» энергия на поддержание жизни (*кал*)	Процент использования продуктивной части физиологически полезной энергии
безазотистых экстрактивных веществ	сырого жира	клетчатки	азота	углерода		
6,125	0,254	2,223	—	—	—	—
4,641	0,126	1,392	+12,76	+538,0	14202,9	56,3
6,717	0,255	2,250	—	—	—	—
1,554	0,001	—	—	—	—	—
7,721	0,256	2,250	—	—	—	—
6,029	0,129	1,328	+13,71	+711,7	14821,7	55,6
6,161	0,255	2,248	—	—	—	—
—	0,707	—	—	—	—	—
6,161	0,962	2,248	—	—	—	—
4,535	0,803	1,385	+14,17	+725,0	15098,0	54,8
6,235	0,259	2,282	—	—	—	—
0,194	0,010	0,006	—	—	—	—
6,429	0,269	2,288	—	—	—	—
4,884	0,124	1,417	+18,54	+669,6	15430,4	48,9
+1,388	+0,003	—0,064	+0,95	+173,7	—	—

ента. Сумма вычисленного таким образом переваримого крахмала и являлась основой для расчета образования жира в теле.

Сравнение рассчитанных по переваримому крахмалу отложений жира в теле с наблюденными отложениями в единичных опытах не дало точного совпадения. Для объяснения этих расхождений Кельнер предположил, что питательные вещества некоторых натуральных кормов — силоса, корнеплодов и др. — не тожественны с принятыми им за образец. Поэтому он отчасти нашел, а отчасти рассчитал поправки на неполноценность питательных веществ кормов.

Наиболее значительные расхождения между отложениями жира, вычисленными по переваримому крахмалу и найденными в опытах, были для грубых кормов.

Кельнер предположил, что расхождение непосредственных наблюдений с вычисленными значениями для грубых кормов зависит от содержания в кормах клетчатки. В результате ряда сопоставлений Кельнер предложил считать, что 100 *г* съеденной животным сырой клетчатки в грубых кормах понижают продукцию жира на 14,3 *г*.

Полноценными кормами он назвал те, для которых отложение жира по данным дифференциальных опытов оказалось совпадающим с вычисленным по константам, полученным в подобных опытах для отдельных питательных веществ, а неполноценными те, у которых наблюденное отложение ниже вычисленного. Отношение фактического отложения энергии (или жира [1]) к энергии, вычисленной по переваримым питательным веществам (или к вычислен-

[1] Белок должен быть перечислен на жир, как указано выше.

ному «жиру»), выраженное в процентах, было названо коэффициентом полноценности кормов. Критика этого термина дана в пятой части книги.

Как указывалось выше, продуктивное действие всех переваримых питательных веществ Кельнер приравнял к действию крахмала. То количество крахмала, из которого может отложиться такое же количество жира, как и из 100 частей данного корма, Кельнер назвал «крахмальным эквивалентом» этого корма (конечно предполагается, что и крахмал и корм скармливаются сверх расхода на поддержание жизни). Следовательно, крахмальный эквивалент корма равен количеству вычисленного (по переваримым питательным веществам корма) крахмала, исправленному на «полноценность» этого корма.

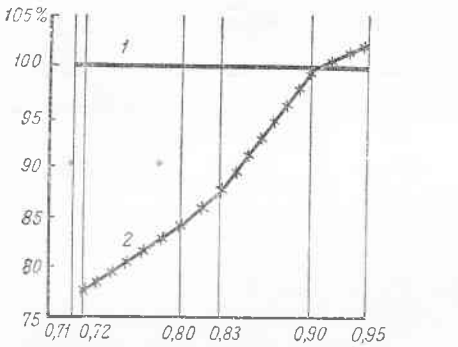


Рис. 23. Соотношение между единицами органического вещества (ЕОВ) и продуктивными овсяными кормовыми единицами (1 КЕ = 0,6 крахм. эквив.) в зависимости от величины взвешенного коэффициента полноценности кормов рациона (взвешенный коэффициент полноценности для рационов вычислен по указаниям Х. Мельгора и М. Дьякова). ЕОВ приняты за 100%.

1 — ЕОВ, *2* — кормовые единицы (овсяные).

Самым оригинальным в системе Кельнера являются коэффициенты полноценности, понимаемые им иначе, чем трактуется полноценность сейчас.

В самом деле, сумма переваримых питательных веществ, перечисленных в переваримый крахмал, в числовом выражении близка к сумме переваримых питательных веществ, определяемых по Э. Вольфу (стр. 284). Это видно из сравнения двух равенств, в которых *ПК* обозначает переваримый крахмал, *П*, *Б*, *Ж* и *У* — соответственно переваримые протеин, белок, жир и углеводы, *СПВ* — сумма переваримых питательных веществ, а цифры — соответствующие коэффициенты:

$$ПК = 0{,}94Б + 2{,}2Ж + У;$$

$$СПВ = П + 2{,}25Ж + У.$$

Введение поправки на полноценность, или на «понижающее действие клетчатки», приводит к сильному расхождению между переваримыми веществами (ЕОВ, рис. 23) и крахмальными эквивалентами, особенно для некоторых кормов.

Опыты, в которых определялись коэффициенты полноценности, были проведены в начале XX в., но они не были опубликованы Кельнером. Поправки «на полноценность» были найдены в опытах для небольшого числа кормов, а для большинства были вычислены по аналогии и принимались без доказательств.

Для грубых кормов Кельнером предложена поправка на понижающее действие клетчатки: на каждый грамм сырой клетчатки надо уменьшить вычисленную сумму переваримого крахмала: 1) для сена и соломы на 0,58 *г* крахмала, 2) для зеленого корма с 16% и выше клетчатки на 0,58 *г*, 3) то же с 14%—0,53 *г*, 4) с 12% — 0,48 *г*, 5) с 10%—0,43 *г*, 6) с 8%—0,38 *г*, 7) с 6%—0,34 *г*, 8) с 4% и ниже — 0,29 *г*, 9) для мякины — 0,29 *г* крахмала.

Переваримые питательные вещества концентрированных и сочных кормов, перечисленные на крахмал, рекомендовалось умножать на коэффициент полноценности (табл. 68).

Таким образом, определение питательной ценности корма по Кельнеру для взрослого откармливаемого крупного рогатого скота заключается в определении количества переваримых питательных веществ каждого корма в переводе их в крахмал по коэффициентам, указанным на стр. 288, и в исправлении суммы найденного крахмала на неполноценность питательных веществ корма.

Таблица 68

Коэффициенты полноценности кормов
(извлечение из книги Кельнера)

Корм	Коэффициент полноценности	Корм	Коэффициент полноценности
Картофель средний	100	Пшеничные отруби тонкие . .	79
Морковь	87	Сахарный жом свежий	94
Кормовая свекла средняя . . .	72	Сахарный жом сушеный	78
Турнепс	78	Пивная дробина из ячменного солода сушеная	84
Ячмень средний	99	Ржаная барда свежая	87
Овес средний	95	Жмыхи конопляные	89
Кукуруза средняя	100	Льняная мука обезжиренная .	96
Соя	98	Подсолнечниковые жмыхи . . .	95
Льняное семя	99	Кровяная мука	100
Ржаные верхушечные отруби .	76	Коровье молоко	100

Вычисленную таким образом величину следует понимать так, что если корм, для которого мы вели вычисления, будет задан сверх поддерживающей дачи, то за счет этого корма в теле вола отложится «жир» в количестве примерно в 4 раза меньшем, чем его вычисленный крахмальный эквивалент (на основании вывода, что из 1 *кг* переваримого крахмала наблюдалось отложение 0,248 *кг* ~ ~0,25, или $^1/_4$ *кг* жира). Следовательно, продуктивное действие пропорционально содержанию переваримых веществ, за исключением кормов грубых, богатых клетчаткой или таких, питательные вещества которых признаны Кельнером «неполноценными».

Хотя Кельнер проводил опыты с волами, но он результаты предложил распространить на все случаи кормления животных [1], что соответствовало его трактовке о содержании в питательных веществах «динамической» энергии, способной переходить в ткани животных.

До настоящего времени при всех исследованиях и расчетах пользовались коэффициентами полноценности, предложенными Кельнером и помещенными им в своей книге (табл. 68).

Начиная с 1931 г., Г. Фингерлинг — преемник О. Кельнера, — постепенно начал публиковать работы Кельнера, из которых могли быть выведены экспериментальные обоснования относительной полноценности кормов. Фингерлинг публиковал прежние работы Кельнера с волами одновременно со своими современными работами на свиньях, сравнивая тем самым использование энергии переваримых питательных веществ, одноименных кормов волами и свиньями при откорме.

Наконец, в 1953 г. К. Нерингом и А. Вернером [2] были опубликованы оригинальные материалы части опытов О. Кельнера, проведенных в 1901—1903 гг. Все это позволяет ознакомиться с фактическими данными интересной части исследований О. Кельнера.

«Относительная полноценность» кормов определялась Кельнером и Фингерлингом в балансовых опытах, проведенных по дифференциальной методике, описанной на стр. 287.

---

[1] О. Кельнер. Кормление сельскохозяйственных животных. Изд. «Мысль», 1927, стр. 202, 400—401.

[2] Nehring u. Werner. Крахмальные эквиваленты различных кормов. (нем.). Bd. I, Akad. d. Landwischtsch. Wissensch. Berlin. 1953.

К основным рационам разной структуры и состава добавлялись испытуемые корма и в смежные периоды определялось косвенным путем содержание переваримых питательных веществ в прибавленном корме.

По разнице энергии в отложениях в двух периодах находили «продуктивное действие» прибавленного корма.

Полноценность корма вычислялась как отношение энергии, эквивалентной отложению в теле энергии, вычисленной по переваримым питательным веществам, выраженное в процентах. Полученные итоговые результаты приведены в двух таблицах — табл. 69 и 70.

В первой из них помещены результаты опытов, опубликованных Нерингом и Вернером в 1953 г., во второй сведены результаты опытов Кельнера и Фингерлинга, опубликованных в период с 1931 по 1944 г. в разных работах Г. Фингерлингом.

Для части кормов было проведено в одно или в разное время несколько опытов. Для некоторых кормов проведено только по одному опыту. Всего было проведено 50 опытов, из них 24 под руководством Кельнера, 24 под руководством Фингерлинга и 2 — Келлером. Если сравнить средние данные для различных кормов, то оказывается, что для всех кормов — корне-клубнеплодов, зерновых концентратов и концентрированных технических отходов — полноценность в среднем одинакова и в основном варьирует между 86 и 88%, в среднем 87% (табл. 70).

Значительные отклонения от средних найдены для 8 кормов из 20, причем для 7 кормов в опытах Кельнера и для 1 корма (пшеничной кормовой муки) в опытах Фингерлинга.

Таблица 69

«Относительная полноценность» кормов в отдельных опытах с волами, определенная О. Кельнером и Г. Фингерлингом с сотрудниками

(опубликовано Нерингом и Вернером)

Год исследования	Вол	Исследуемый корм	Период опыта	Относительная полноценность кормов	
				в данном опыте	в среднем для корма
1901—1902	P	Дробина из зерен ржи	1—6	83,8	83,8
1900—1901	M	Отруби ржаные	3—5	71,6	75,2
1900—1901	M	То же	3—4	90 0	
1903	M	»	1—3	63,9	
1934	№ 17	Пшеничные отруби грубые	9—11	60,9	74,1
»	№ 19	То же	3—5	87,2	
1935—1936	№ 17	Пшеничные отруби тонкие	16—20	88,8	76,3
»	№ 19	То же	11—15	63,8	
1937	№ 24	Пшеничные отруби разные	—	86,6	88,4
»	№ 25	То же	—	73 2	
»	№ 26	»	—	105,3	
»	№ 24	Пшеничные отруби нормальные	—	93 8	88,0
»	№ 26	То же	—	82,2	
»	№ 25	Пшеничная кормовая мука	—	95,1	95,1
	№ 25	Пшеничные высевки	—	86,0	86,0
1903	R	Пшеничные отруби	—	97,1	97,1
1900—1901	N	Рисовая кормовая мука	2—4	107,9	106,2
1901—1902	D	То же	1—2	104,5	
1903	R	Дробина полевых бобов	3—5	86,8	86,8
1903	R	Мука кокосового жмыха	3—6	85,6	85,6
1900—1901	M	Мука жмыха пальмового ореха	5—7	101,9	101,9

Таблица 70

«Относительная полноценность» кормов по данным опытов Кельнера, Фингерлинга и Келлера с волами. Средние значения и пределы колебаний для одноименных кормов

Корма	Число опытов	Среднее значение отн. полн. процентов	Колебания	Автор опыта и год публикации
Кукуруза зелень	1	80,4	—	Ф. 1933
Кукуруза силосованная	3	79,6	72,9—84,7	Ф. 1931—1932
Ботва брюквы сухая	4	89,0	87,0—91,2	К. (2) 1900, Ф.(2) 1944
Сахарная свекла свежая	3	83,5	78,9—90,9	Ф. 1937
Сахарная свекла сухая	3	86,6	82,1—89,1	Ф. 1932—1937
Кормовая свекла	3	81,3	77,8—85,7	К. 1934
Топинамбур	2	88,5	87,4—89,5	Кл. 1944
Морковь	2	87,3	86,7—87,9	К. 1936
Свекольный жом сухой	5	77,7	71,6—81,1	К.(4) 1938, Ф. (1) 1932
Ячмень — дробина зерна	2	100,0	—	К. 1933
Рожь — дробина зерна	1	83,8	—	К. 1953
Бобы — зерно дробленое	1	86,8	—	К. 1953
Ржаные отруби	3	75,2	63,9—90,0	К. 1953
Пшеничные отруби от нормального размола	4	81,0	60,9—93,8	Ф. 1953
Пшеничные отруби сильно вымолотые	5	83,5	63,8—105,3	Ф. 1953
Пшеничные отруби мало вымолотые	1	97,1	—	К. 1953
Пшеничные высевки	1	86,0	—	Ф. 1953
Пшеничная кормовая мука	1	95,1	—	Ф. 1953
Рисовая кормовая мука	2	106,2 (111,5)	104,5—107,9 (109,7—113,2) [1]	К. 1953
Пальмовая жмыховая мука	1	101,9	—	К. 1953
Кокосовая жмыховая мука	1	85,6	—	К. 1953
Какао — шелуха	4	87,0	83,8—92,4	Ф. 1944
Мука из жмыха арахиса	2	97,7	97,4—98,0	К. 1933

Примечание: Обозначение авторов: К.—Кельнер, Ф. — Фингерлинг, Кл.—Келлер.

В опытах Кельнера получена пониженная полноценность для ржаных отрубей (75,2) и для сухого свекольного жома (77,0) и повышенная для пшеничных мало вымолотых отрубей (97,1), рисовой кормовой муки (106,2 или 111,5), ячменной дробины (100), пальмовых жмыхов (101,9) и муки из жмыха арахиса (97,7). Большие отклонения от средних данных в опытах Кельнера нельзя объяснить родом исследованных кормов, так как в опытах Фингерлинга для аналогичных же кормов получены данные, близкие к средней величине. Интересно при этом отметить, что корне-клубнеплоды, богатые как крахмалом (топинамбур), так и сахаром, показали в опытах полноценность, близкую к средней, т. е. такую же, как и концентрированные корма. Данные табл. 70 более ровные, чем предлагавшиеся ранее Кельнером (табл. 68). Если полноценность для разнородных кормов в среднем будет одинаковой, то оценка кормов по Кельнеру потеряет свою специфичность.

При обзоре данных табл. 69, составленной по результатам опытов, опубликованных Нерингом и Вернером, бросаются в глаза широкие колебания отдельных определений полноценности для однородных одноименных кормов. Широкий размах колебаний имел место как в опытах Кельнера, так и в опытах Фингерлинга. О причинах колебаний в данное время можно только предпола-

[1] По опытам Кельнера — числа без скобок, по сводке Неринга и Вернера — числа в скобках.

гать. Вряд ли они случайны, так как исследования проводились опытными экспериментаторами. Если допустить, что они являются результатом суммирования ошибок методик, то влияние последних можно было устранить только увеличением числа наблюдений.

Нельзя исключать полностью и возможного влияния индивидуального функционального состояния подопытных животных, а также и возможной зависимости итоговых величин от общей полноценности кормления в том смысле, в каком это понятие трактуется в пятой части книги, т. е. не исключена возможность влияния сопряженного взаимодействия питательных веществ. Эти вопросы заслуживают специальных исследований.

До публикации опытов по определению полноценности кормов по Кельнеру в литературе указывалось на недостаточную обоснованность этого показателя[1]. Теперь, после появления этих данных, все еще нельзя считать вопрос выясненным окончательно.

Несмотря на то, что оценка питательности кормов по Кельнеру построена на не вполне обоснованных и даже не всегда точных данных, она получила распространение в практике и в некоторых случаях вполне удовлетворяла производство. Это объясняется прежде всего тем, что, применив оценку Кельнера, практика широко использовала принцип пропорциональности между размером кормления и продуктивностью. В некоторых границах этот принцип правилен. Система Кельнера иногда мешала правильной организации кормления, так как в ней в частности значительно недооценивалось значение зеленого корма и сена хорошего качества, затушевывалось значение правильной структуры рационов, значение смены кормления и т. д. По результатам многочисленных научно-хозяйственных опытов были основания считать, что по крайней мере при кормлении молочных коров оценки корне-клубнеплодов, травы и сена по Кельнеру занижены. Меньше сомнений вызывала оценка питательности кормовой соломы. Что же касается концентратов, то их питательная ценность в крахмальных эквивалентах ближе всего коррелирует с содержанием переваримых питательных веществ, так как для них относительная полноценность, помещенная в таблицах прежних изданий книги Кельнера, мало варьировала около средней величины, близкой к 90%.

Теперь в большей мере возрастает обоснованность критики этой системы оценки и особенно допускаемого ею широкого замещения одного корма другим по величине крахмального эквивалента, равно как и критики ее применения для кормления животных разного рода и состояния. Многие открытия последнего времени в области физиологии питания сельскохозяйственных животных явятся научной основой построения рационального приема оценки питательности. Некоторые стороны проблемы продуктивного действия как принципиальной основы оценки питательности кормов будут рассмотрены еще и ниже (стр. 351).

ЕДИНИЦА О. КЕЛЬНЕРА. ПРОЕКТ «ОБЩЕЕВРОПЕЙСКОЙ» КОРМОВОЙ ЕДИНИЦЫ

За последние годы были проведены балансовые опыты на овцах и свиньях по схеме опытов Кельнера. Выяснилось, что переваримый крахмал и другие питательные вещества, заданные в качестве добавки к основному рациону, свиньями или овцами используются с меньшими потерями, чем волами. Если применять измерение питательной ценности кормов в крахмальных эквивалентах, то оказывается, что у волов одному крахмальному эквиваленту в среднем будет соответствовать 2360 *ккал* энергии в продукции, у овец — 2950 и у свиней

[1] M. Kriss. Оценка кормов на основе чистых полезных питательных веществ (амер.). J. Anim. Science, 2, № 1, 1943, 63—79.

3410 *ккал*. П. Фухс [1], разбирая современное состояние вопроса о крахмальном эквиваленте, указал на такое расхождение в значениях крахмального эквивалента как на его крупнейший недостаток. Считая, что более важно иметь такую единицу питательности, которая при любых условиях обозначала бы одно и то же в ее отношении к животному, автор критики предложил внести новое понятие — единицу Кельнера.

П. Фухс предложил единицу Кельнера принять равной 2360 *ккал* в любой продукции животных. При этом питательность, соответствующая 1 *кг* крахмальных эквивалентов (или 1 *кг* переваримого крахмала), окажется равной величинам, приведенным в табл. 71.

Таблица 71

Питательность, соответствующая 1 *кг* крахмальных эквивалентов

Вид животного	*Ккал* в продукции	Отложенного в теле жира (*г*)	Единиц Кельнера
Взрослый откармливаемый вол. . . .	2360	248	1,00
Овца	2950	310	1,25
Свинья	3410	355	1,45

По мнению П. Фухса, основным преимуществом единицы Кельнера является ее неизменное абсолютное значение в килокалориях, независимое как от вида животного, так и от рода продуктивности.

При пользовании единицей Кельнера питательность единицы веса одного и того же корма будет выражаться разными числами в зависимости как от вида животного, так и от рода продуктивности. Разница числовых выражений питательности в единицах Кельнера определяется, с одной стороны, различием в переваримости питательных веществ одного и того же корма разными животными, а с другой — различием в использовании переваримых питательных веществ.

В то же время принципиальные и методические основы измерения питательности, включая и принцип определения относительной полноценности отдельных кормов, остаются прежними — такими, как их предложил Кельнер для волов и применил Фингерлинг (стр. 337) для свиней.

Предложение П. Фухса поддерживается К. Нерингом [2].

В последнее время Х. Мельгором [3] выдвинуто предложение унифицировать оценку питательности кормов и разработать «общеевропейскую кормовую единицу». Х. Мельгор предлагает общую питательность отдельных кормов выражать в чистых калориях жирообразования (NK_F, или в русской транскрипции ЧКЖ). За ЧКЖ предлагается принять калории в продукции откармливаемых волов, так как по Мельгору откорм волов представляет собой единственный случай кормления, при котором сопряженность действия питательных веществ наименьшая. При других видах продуктивности Мельгор считает необходимым исследовать питательность рационов и при этом выяснять соотношения между фактической продуктивностью подопытных животных с вычисленным по переваримым веществам ЧКЖ. Это обобщенное предложение является развитием идеи Мельгора, предложенной им лет 30 назад для молочных коров и описанной подробнее на стр. 330.

[1] См. сноску на стр. 271.
[2] См. сноску на стр. 346.
[3] H. Möllgaard. См. сноску на стр. 269.

ОВСЯНАЯ (ПРОДУКТИВНАЯ) КОРМОВАЯ ЕДИНИЦА СССР

В Советском Союзе разработана единица оценки общей питательности, применяемая ко всем видам сельскохозяйственных животных, получившая название «кормовой единицы». За единицу сравнения принята питательность овса среднего качества, почему и есть основание называть ее «овсяной», в отличие от скандинавской кормовой единицы, основой сравнения в которой принят ячмень. В нашей овсяной кормовой единице питательность определяется по продуктивной части рациона, почему она и обозначена нами как «продуктивная» кормовая единица.

Овсяная кормовая единица установлена на основе крахмального эквивалента. Причина замены «чистого переваримого крахмала» как меры доставки органического вещества овсом заключается в большей доступности последнего термина для понимания. Одновременно единице питательности придавалась видимая конкретность, по существу отсутствовавшая у крахмального эквивалента. Специальная комиссия при Зоотехническом ученом совете Народного Комиссариата Земледелия РСФСР [1] предложила в 1922—1923 гг. признать за основу сравнения общей питательности кормов 1 *кг* среднего овса, а питательность всех остальных кормов выражать по соотношению их крахмальных эквивалентов или по соотношению жирообразования. Крахмальный эквивалент овса равен 60, а 1 *кг* такого овса, заданного сверх поддерживающего корма, должен в среднем привести к отложению в теле 150 *г* жира. На этих основаниях легко сосчитать, сколько овсяных кормовых единиц содержится в льняном жмыхе, если его крахмальный эквивалент равен 72, или сколько кормовых единиц содержится в 1 *кг* пшеничных отрубей, если при скармливании их в продуктивном корме вола должно отложиться 120 *г* жира тела.

Для первого случая задача решается делением 72 на 60 (крахмальный эквивалент овса). 1 *кг* жмыха будет соответствовать 1,2 кормовой единицы. Во втором случае 1 *кг* пшеничных отрубей соответствует 120 : 150, или 0,8 кормовой единицы.

Овсяная кормовая единица утверждена Комитетом стандартизации при СНК СССР как стандартная мера для оценки общей питательности кормов.

Принципы определения питательности в кормовых единицах были определены указанной выше комиссией и заключались в следующем: 1) химический состав отечественных кормов; 2) данные о переваримости питательных веществ кормов, полученные в опытах, проведенных отечественными опытными учреждениями для части кормов, заимствованы из мировой литературы и только в отдельных случаях при отсутствии прямых данных распространены с одних кормов на другие; 3) принцип расчета продуктивного действия кормов по содержанию переваримых питательных веществ, разработанный О. Кельнером. При этом коэффициенты относительной полноценности были взяты из книги Кельнера без изменений.

Как указывалось, питательность овса среднего качества — основа оценки — была принята постоянной и равной округленно 0,6 *кг* крахмальных эквивалентов. Поэтому для вычисления количества кормовых единиц по переваримым питательным веществам нужно применять следующие коэффициенты:

1 *кг*	переваримого	белка	эквивалентен	1,57	кормовой	единицы
1 *кг*	»	жира грубых кормов	»	3,18	»	»
1 *кг*	»	жмыхов	»	4,00	»	»
1 *кг*	»	злаковых кормов	»	3,51	»	»

[1] А. Е. Газиева. Единые кормовые нормы и оценка кормов. ГТИ, Москва, 1925.

1 *кг*	переваримого	крахмала и клетчатки	эквивалентен	1,65	кормовой единицы
1 *кг*	»	тростникового сахара	»	1,25	» »
1 *кг*		овса среднего качества	»	1,00	» »

Пользуясь этими коэффициентами, переваримые питательные вещества каждого корма можно перечислить в кормовые единицы, но для этого должна быть введена поправка на содержание клетчатки в грубых кормах или поправка на полноценность умножением на соответствующий коэффициент (с переводом его в десятичную дробь), взятый из табл. 68.

Для грубых кормов поправка в кормовых единицах составляет на каждый килограмм сырой клетчатки, содержащейся в корме:

1) для сена, соломы и зеленого корма, содержащего клетчатки 16% и больше — 0,97 кормовой единицы;

2) для зеленого корма, содержашего 14, 12, 10, 8 и 6% сырой клетчатки, — соответственно 0,88; 0,80; 0,72; 0,63 и 0,57 кормовой единицы;

3) для зеленого корма, содержащего клетчатки 4% и меньше, и для мякины — 0,48 кормовой единицы.

Кормовые единицы, эквивалентные корму или рациону, могут быть определены путем вычисления крахмального эквивалента. Как это делается, понятно из примера, приведенного в начале описания данной единицы.

Все критические замечания, сделанные по крахмальному эквиваленту, имеют прямое отношение к овсяной продуктивной кормовой единице.

ОЦЕНКА ПИТАТЕЛЬНОСТИ В ТЕРМАХ (ПО АРМСБИ)

Идея выражать полезный эффект от скармливания кормов в продуктивной энергии возникла одновременно с идеей крахмальных эквивалентов в начале XX века. Для оценки органической части корма разыскивается разность между потенциальной энергией, соответствовавшей заданной пище, и энергией, эквивалентной всем видам выделений (в кале, моче, метане, тепле). Принципиально эта оценка сходна с оценкой в крахмальных эквивалентах. В то же время существенным различием в этих приемах оценки является то, что при оценке в термах полезный эффект относится к органическому веществу корма в целом, а не к отдельным питательным веществам.

Оценивать корма по продуктивной, или «чистой», энергии предложил Армсби, работавший в Пенсильванском институте питания в США.

Под чистой (нетто) энергией Армсби подразумевал ту часть энергии корма, которая в результате всевозможных превращений веществ в теле будет заключаться или в новообразованиях, или же в восстанавливаемых тканях, разрушенных в процессе обмена (для «поддержания жизни»).

Если под чистой (динамической) энергией понимать ту, которая соответствует ассимилированным в теле веществам, то, очевидно, определение ее должно быть расширено.

Чистая энергия должна относиться не только к энергии новообразований, но и к энергии веществ, замещающих потери из организма, связанные с усвоением пищи, превращением продуктов переваривания и, наконец, с восстановлением траты из организма в связи с работой внутренних органов. Превращения в тканях, связанные с продукцией, происходят также с затратами энергии, что доказано опытами акад. М. И. Дьякова.

Процесс превращения тканей организма (в данном случае источника чистой энергии) в другой вид материи (молоко) происходил с довольно значительными затратами.

1000 *ккал* чистой энергии Армсби назвал «термой». Изучение питательности проводилось так же, как и Кельнером, по методу дифференциальных опытов; схема их приведена в табл. 72.

Таблица 72

Схема оценки питательности
(по Армсби)

Период	Переваримые органические вещества рациона	Валовая тепловая энергия	Энергия в кале, моче и метане	Отложение чистой энергии в теле
1-й	а	б	в	г
2-й	А	Б	В	Г
Разность (2—1)	А — а = а′	Б — б = б′	В — в = в′	Г — г = г′

Количество обменной энергии М[1], приходящейся на килограмм переваримого органического вещества как в 1-м и 2-м периодах, так и в разности между ними, может быть легко определено как разность между соответствующими Б и В, деленная на А. Итак, для 1-го периода М = (б — в) : а, а для разности между 2-м и 1-м периодами М″ = (б′ — в′) : а′.

На основании данных своих опытов Армсби считал возможным допустить, что количество обменной энергии для кормов отдельных групп — величина постоянная и составляет на 1 *кг* переваримого органического вещества: для грубых кормов 3,5 терма, для концентрированных кормов с содержанием жира меньше 5%—3,9, с содержанием жира больше 5%—4,0, очень богатых жиром—4,4—4,8 терма. Известны проверки этого утверждения Армсби. Мельгор сообщил, что в его опытах при разнообразном составе кормовых рационов 1 *кг* переваримого органического вещества был эквивалентен приблизительно постоянному количеству обменной энергии 3,435—3,733 *ккал*, или 3,44—3,73 терма.

Чтобы из опыта с животным найти чистую энергию, надо знать, какая часть обменной энергии используется для поддержания и какая уходит из тела в виде тепловых потерь из корма (иногда называется энергией работы переваривания, стр. 92). Армсби не определял расхода на поддержание жизни, а из сравнения двух периодов, различающихся количеством корма, вычислял теплоприращение, вызванное прибавкой корма [2].

Теплоприращение на 1 *кг* переваримого вещества в приведенной выше схеме определится как (б′—в′—г′): а′. Армсби считал, что эта величина для одного и того же корма остается неизменной независимо от количества корма в рационе и должна определяться пропорционально количеству сухого вещества в кормах. Пример определения теплоприращения в дифференциальном опыте приведен в табл. 73.

Таким образом, для определения чистой энергии корма нужно знать количество переваримого органического вещества, содержание энергии в корме, кале, моче и метане и, наконец, теплоприращение на 1 *кг* сухого вещества корма.

Вместо определения количества энергии в выделениях обменную энергию можно вычислять по количеству переваримого органического вещества, пользуясь вышеприведенными коэффициентами.

---

[1] Обменной (по Армсби), или физиологически полезной (по Кельнеру) энергией называется энергия пищи за вычетом энергии в кале, моче и метане. А. П. Калашников и И. С. Попов предлагают называть обменной энергией энергию всосавшихся из пищеварительного тракта питательных веществ.

[2] Конечно, при условии, что вес животного и потребность на поддержание жизни остаются неизменными, иначе предлагалось вводить поправку.

Таблица 73

Определение теплоприращения в дифференциальном опыте

Период	Живой вес в (*кг*)	Сухое вещество в съеденном корме (*кг*)	Теплопродукция (*ккал*)	Приращение тепла на 1 *кг* сухого вещества (*ккал*)
1-й	415,2	3,6674	8224	—
2-й	429,7	5,4676	9495	—
Разница	—	1,8002	1271	1271 : 1,8 = 706

В результате опытов были найдены следующие величины теплоприращения на 1 *кг* сухого вещества некоторых кормов:

Сена: из тимофеевки	783
смешанного	980
клеверного	973
люцернового	999
Соломы кукурузной	1065
Кукурузной муки	1189
Пшеничных отрубей	1177
Крахмала	1692
Льняной муки	1208

Бросается в глаза сходство размера теплопотерь у грубых (около 1000 *ккал* на 1 *кг* сухого вещества) и концентрированных кормов (около 1200 *ккал*). Если бы теплопотери указывались на 1 *кг* переваримого вещества, то у грубых кормов они были бы выше, чем у концентрированных. Вряд ли вообще можно приведенные данные относить к отдельным кормам, так как они получены из сравнения рационов в дифференциальных опытах. Следует заметить, что в оценке кормов по содержанию чистой энергии устанавливается прежде всего связь с содержанием переваримого органического вещества. Количество обменной энергии пропорционально количеству переваримого органического вещества. Если же для смешанного рациона принять некоторую среднюю величину теплопотерь, то и вообще чистая энергия окажется функцией только переваримого органического вещества.

Подобно оценке кормов по способу Кельнера, оценка кормов по чистой энергии (Армсби) основана на изучении изменений в теле животного, происходящих под влиянием кормления. Эти изменения у Армсби выражены в единицах энергии, а у Кельнера — в количествах «вычисленного» жира. Правда, последнее различие только кажущееся, так как кельнеровские «вещественные» измерения вычислялись по содержанию энергии в отложениях.

«Чистая энергия» как измеритель питательной ценности кормов не получила где-либо широкого распространения в практике, но в то же время методикой Армсби часто пользуются в различных исследованиях по кормлению животных. Система оценки в «чистой энергии» неоднократно подвергалась критическому разбору. Прежде всего нужно отметить, что сам автор этой системы в процессе ее разработки изменял свои взгляды на некоторые детали, сохраняя основной принцип постоянным. Этот основной принцип выражается в том, что величина обменной энергии корма и тепловые потери, относимые к нему, определяют размер чистой энергии корма.

В 1903 г. Армсби пришел к выводу, что использование обменной энергии кормов для восстановления тканей тела при поддержании жизни более высокое,

чем при образовании новых тканей (в приросте). В 1905 г. после очередных опытов эта точка зрения была подтверждена.

В 1911 г., ссылаясь на ряд новых опытов, Армсби сообщает, что прежняя точка зрения не подтвердилась, — возможно, что она была результатом ошибок опытов, — и что использование обменной энергии зерновых кормов и при поддержании жизни и при продукции примерно одинаково.

В 1912 г. высказывается новое положение, а именно, что концентрированные корма используются одинаково, а грубые корма по-разному — на уровне поддержания жизни и ниже его использование повышенное, а на продуктивном уровне — пониженное.

Наконец, в 1915 г. Армсби на основании 76 калориметрических опытов должен был прийти к заключению, что для одинаковых или сходных кормов даже у одного и того же животного возможны значительные колебания тепловых потерь (теплопродукции), которые нельзя объяснить методическими ошибками.

Сотрудничавший с Армсби и позднее продолжавший работу в том же направлении М. Крисс [1] в 1943 г. писал, что чистая энергия может быть надежным показателем результата кормления рационом только при условии тщательного и достаточного контроля хода опыта. Однако, писал Крисс, величина чистой энергии не является постоянной для одного и того же корма (рациона) и значительно изменяется в зависимости от условий опыта и от методики ее определения. На величине чистой энергии сказываются физическая деятельность животных, температура окружающей среды, активность эндокринных желез животного, назначение корма (для поддержания, роста, молокопродукции). Наконец, чистая энергия (использование обменной энергии) сильно зависит от сбалансированности питательных веществ рациона с потребностями животных.

На основании многолетних опытов Крисс утверждает, что чистая энергия отдельных кормов сильно колеблется в зависимости от комбинации этих кормов с другими кормами в рационах. В силу такой тонкой зависимости величины чистой энергии рационов от различных факторов можно ожидать, что значения, полученные в точных опытах, не повторятся в практических условиях.

Несколько ранее М. Крисса по этому же поводу высказался Г. Митчелл [2]. По Митчеллу, чистая энергия также является хорошим выражением итоговой питательности корма, но зависящей не только от доставки общей энергии, а в неменьшей степени и от доставки прочих питательных веществ. Так как недостатки состава и свойств одного корма могут быть компенсированы соответствующими факторами из другого корма, в связи с чем улучшится использование первого корма, по Митчеллу — понятия о взаимодополнении кормов и о постоянстве питательной ценности отдельных кормов несовместимы. Эти замечания нужно иметь в виду при суждении о применимости чистой энергии для оценки общей питательности отдельных кормов.

К способу Армсби близок способ, предложенный для овец Лероем [3].

Автор указывает, что переваримость должна относиться не к отдельным кормам, а к рациону в целом, почему в этой оценке имеются в виду не отдельные корма, а рацион. В этом отношении предложение автора свободно от неточностей других оценок, в которых игнорируется сопряженное взаимодействие питательных веществ рациона в связи с оценкой каждого корма в отдельности. Особенностью оценки, заставляющей ее упоминать, является положение, выдвинутое автором, что использование энергии рациона находится в тесной связи со степенью переваримости кормов. Сказанное иллюстрируется в табл. 74.

[1] M. Kriss. Evaluation of feeds on the basis of net available nutrients. J. Anim. Science, 2, № 1, 1943, 63—79.

[2] H. H. Mitchell. См. сноску на стр. 274.

[3] «Советская зоотехния», № 4, 1939, стр. 85.

Таблица 74

Зависимость процента чистой энергии рациона от размера переваримости его сухого вещества

Наблюдаемый процент переваримого сухого вещества в рационе	Процент чистой энергии к физиологически полезной энергии рациона	
	при росте и откорме	при молокопродукции
60	34,7	42,7
60	45,6	53,6
70	56,5	64,5
80	67,4	—
90	78,3	—
98	85,0	—

Указанное обобщение сделано на основании относительно немногочисленных данных.

Принципиально оно означает, что использование энергии переваримых веществ должно быть выше у хорошо перевариваемых кормов, что было бы справедливо, если бы работа переваривания была для всех кормов одинаковой. Несостоятельность допущения об одинаковом расходе на переваривание даже одного и того же корма, но при его разном состоянии видна из ряда опытов. Так, например, при кормлении овец свежей травой и той же травой, быстро высушенной, переваримость корма в обоих случаях была практически одинаковой. В то же время работа по усвоению этих двух разновидностей одного и того же корма видимо различалась, так как использование энергии в обмене было разным, лучшим для свежей травы [1].

Объяснить эту разницу можно тем, что при высушивании травы изменялось физико-химическое состояние веществ травы, прежде всего белков, а также и разрушалась часть ферментов травы.

Поэтому величина переваримости сухого вещества рациона не является исчерпывающим определителем использования энергии в организме животного, хотя в частных случаях кормления такая связь и может наблюдаться.

Кроме того, следует отметить, что в табл. 74 приведены проценты использования энергии кормов не только для образования продукции. Здесь указана «чистая энергия рациона», часть которой относится к так называемой «чистой энергии поддержания».

ОЦЕНКА ПИТАТЕЛЬНОСТИ КОРМОВ ПО СКАНДИНАВСКИМ КОРМОВЫМ ЕДИНИЦАМ

Оценка по кормовым единицам представляет собой разновидность оценок по продуктивному действию. Термин «кормовая единица» применяется в скандинавских странах и в Советском Союзе. Однако сходство оценок только в названии. В скандинавских странах под оценкой по кормовым единицам понимали до работ Н. Ганнсона оценку, относимую к корму определенного наименования, не считаясь с возможностями колебаний его химического состава.

При постановке опытов по определению питательности о получаемой продуктивности судят по изменениям живого веса животных, опять-таки не вда-

[1] O. Heinzl. Влияние искусственной сушки на тепловые потери при скармливании молодой травы овцам (на нем. яз.), отд. оттиск. См. также Nutr. abstr. a Rev. Vol., 13, № 3, 1944, p. 476.

ваясь в рассмотрение возможных при этом колебаний в составе тела животных. Тем самым скандинавская система представляет собою систему, основанную на хозяйственных опытах, без точного учета состава кормов и материальных изменений в теле животных.

Скандинавская система оценки установлена в научно-хозяйственных опытах Фиорда в Дании и Н. Ганссона в Швеции для различных животных и при разных видах продукции.

В этих опытах преследовалась цель установить количества кормов, которыми можно заменить 1 *кг* корма, принятого за основание системы. В качестве такого исходного корма был принят 1 *кг* ячменя или зерновой смеси, которые и обозначили как «кормовую единицу».

Опыт проводится или на нескольких группах животных, насколько возможно однородных по породе, возрасту, периоду лактации и т. д., или же в разные периоды, но в одной группе. В случае группового метода опыт разбивается на 3 подпериода. В первый и третий подпериоды все группы кормят совершенно одинаково, причем следят, чтобы продукция по группам оставалась равной, что и считают за доказательство однородности групп. В эти подпериоды рацион должен содержать достаточное количество того корма, с которым сравнивается изучаемый корм. Во втором же подпериоде одна группа (контрольная) остается на прежнем рационе, а в двух или трех опытных группах часть корма, принятого для сравнения (например, ячменя), замещается различным количеством испытуемого. То количество испытуемого корма, при котором продукция опытной группы в учитываемых показателях будет равна продукции контрольной, и будет количеством корма, замещающим 1 *кг* корма, принятого за основание системы. Для пояснения приведем схему такого опыта. В первом (предварительном) и в третьем (заключительном) подпериодах все группы свиней получали основной рацион +3 *кг* зерна, во время же второго (опытного) подпериода питание свиней было таково:

контрольная	группа	. . . . .	основной	рацион	+3	*кг*	зерна			
1 опытная	»	. . . . .	»	»	+2	»	»	$+\frac{1}{2}$	*кг*	жмыха
II »	»	. . . . .	»	»	+2	»	»	$+\frac{3}{4}$	*кг*	»
III »	»	. . . . .	»	»	+2	»	»	+1	»	»

Во время опыта вес животных не удается сохранить на постоянном уровне. Если, например, у II группы привес или удой совпадает с контрольной и притом вес обеих групп не будет меняться, то у I группы он может падать, у III же возрастать. Такой случай еще может быть признан благополучным, так как экспериментатор получал основания, не вводя никаких поправок, считать, что 1 *кг* ячменя эквивалентен при данной продукции 0,75 *кг* жмыха, или 1 кормовой единице. Но может быть, что вес во всех группах будет изменяться; тогда на такое изменение должна быть введена поправка.

Поправка вводится из расчета 0,4 кормовой единицы на разницу в 1 *кг* удоя молока с содержанием 40 *г* жира и 4,0 кормовой единицы на разницу в 1 *кг* прибавки или потери в весе. Поясним применение поправок на примере.

Опыт сравнения трех различных рационов проводился на трех группах сходных коров, по 10 коров в каждой группе, в продолжение 63 дней главного периода. Главную часть рациона каждой группы коров составляли одни и те же корма в одних и тех же количествах. Сравнение заключалось в том, что часть свеклы рациона контрольной группы заменялась свекольной мезгой. При этом питательность всех кормов рациона, кроме мезги, считалась известной. Задача заключалась в определении питательности мезги. Основные результаты опыта приведены в табл. 75.

Таблица 75

Результаты опыта за главный период

Группы коров	Суточный удой (*кг*) молока с 40 *г* жира	Суточная прибавка в весе (*г*)	Питательность кормов рациона (к. е.), кроме мезги	Задано в сутки мезги (*кг* сухого вещества)
Контрольная	12,05	69	8,94	—
I опытная	12,45	56	7,59	1,67
II опытная	12,50	84	6,26	3,40

Коровы первой опытной группы дали на 0,4 *кг* молока больше и на 13 *г* суточного привеса меньше, чем коровы контрольной группы. Отсюда считается, что питательность рациона опытной группы будет отличаться от питательности рациона контрольной на $0{,}4 \times 0{,}4 - 4{,}0 \times 0{,}013 = 0{,}11$ к. е. Следовательно, питательность рациона опытной группы принимается равной $8{,}94 + 0{,}11 = 9{,}05$ к. е. Поправка для рациона второй опытной группы составит $0{,}4 \times 0{,}45 + 4{,}0 \times 0{,}015 = 0{,}24$ к. е. и питательность этого рациона будет равна 9,18 к. е. По вычисленным питательностям рационов опытных групп коров определяется питательность мезги. Так, по данным для первой опытной группы она будет равна $(9{,}05 - 7{,}59) : 1{,}67 = 0{,}87$ к. е. на 1 *кг* сухого вещества мезги.

Как видно из разобранного примера, в современных опытах питательность неизвестного корма определяется не путем замены этим кормом ячменя, а и любого другого корма, питательность которого считается известной. Далее, для введения поправок в результаты опыта применяются коэффициенты, считающиеся установленными в предыдущих опытах, в частности расход к. е. на 1 *кг* молока с содержанием 40 *г* жира и расход к. е. на 1 *кг* прироста в весе.

Еще в 1927 г. Х. Мельгор выступил с критикой скандинавской кормовой единицы [1], отказываясь признавать ее за точную меру питательности. Мельгор указывал, что при опытах на дойных коровах учитывается только продукция молока и не выясняются изменения, происходящие в теле животных. Учет изменений в живом весе, по этой же критике, считается недостаточным, так как качественные изменения в составе тела (например, накопление или потери жира) могут на живом весе и не отразиться. Мельгор считает, что из-за этого ошибка в результате может достигнуть 40%. Справедливость этой критики резонно ставится под сомнение[2], так как Мельгор обосновывает ее данными, полученными хоть и в точных балансовых опытах, но на откармливаемых животных. У последних состав прироста веса варьирует в большей степени, чем у лактирующих коров.

При критике скандинавской кормовой единицы указывается также, что замещение одного корма другим недопустимо хотя бы потому, что при этом могут нарушаться соотношения между протеином и безазотистыми веществами пищи в рационе.

Для устранения методических недочетов научно-хозяйственных опытов при определении питательности кормов в скандинавских кормовых единицах М. Клейбер [3] предложил проводить балансовые опыты одновременно на 2 ко-

[1] H. Möllgaard. Питательность кормовых средств при молокопродукции и рациональное кормление коров. Mitteil. Deutsche Landw Gesellsch. 24; 621—633; 1927.

[2] H W. Eskedal. Скандинавская кормовая единица. Сборник 100 Jahre Möckern, Deutsche Akad. Landw. Wissenschaften. Berlin, 1954, p. 225.

[3] M. Kleiber и др. Измерение питательной ценности кормов для молочных коров. Hilgardia, 16. 11. May. 1945.

ровах, применяя для этого сдвоенную респирационную камеру упрощенной конструкции, с учетом только баланса углерода и азота. Балансы азота и углерода позволят ввести поправку на изменения, произошедшие во время опыта в теле. Одновременно М. Клейбер предложил сравнивать испытуемые корма не с ячменем, как с основой кормовой единицы, а со смесью из глюкозы и казеина, подбираемой в пропорциях, соответствующих содержанию протеина и непротеиновых органических веществ в испытуемом корме. Клейбер провел опыты кормления джерзейских и гольштинских коров на поддерживающем и продуктивных уровнях при разных кормах в рационах и, кроме того, опыты при голодании коров. План опытов Клейбера, их продолжительность и техника не совпадают с таковыми скандинавских опытов. Поэтому в опытах Клейбера не содержится данных, которые были бы достаточными, чтобы признать учет веса за 6—10-недельный опыт неточным измерителем изменений в теле коровы. Основной целью опытов Клейбера было оправдание его предложения сравнивать испытуемые корма со смесью глюкозы с казеином.

В частности Клейбер установил, что 100 *г* ячменя эквивалентны 100 *г* глюкозы и 9 *г* казеина. При определении питательности других кормов, например жмыхов, эквивалентные количества глюкозы и казеина, как указывает Клейбер, должны быть другими. Опыты Клейбера никем не повторялись. Физиологическая обоснованность замены натуральных кормов такой необычной смесью, содержащей к тому же животный протеин, вызывает сомнения.

Н. Ганссон [1], исходя из крахмального эквивалента ячменя (основы системы кормовых единиц), разработал прием вычисления питательности кормов в скандинавских кормовых единицах на тех же основаниях, на которых вычисляется и крахмальный эквивалент по данным химического состава кормов. Сравнение оценок питательности рационов, определенных в опытах и вычисленных по химическому составу кормов, в основном дали совпадающие величины. При расчете питательности кормов молочных коров Н. Ганссон предложил пользоваться коэффициентом для переваримого белка бо́льшим, чем это было выведено Кельнером для белка при кормлении волов. Это предложение встретило возражения Е. А. Богданова и особенно Х. Мельгора (стр. 330).

Таким образом, и скандинавские кормовые единицы, подобно крахмальным эквивалентам и термам, служат для выражения питательности кормов по их продуктивному действию, но по оригинальной методике. Эта питательность не связана с составом и свойствами кормов. В таблицах питательной ценности приводят или числа замещения 1 *кг* ячменя соответствующим количеством других кормов (в килограммах), или указывают, какому числу килограммов ячменя эквивалентен 1 *кг* данного корма.

Крахмальный эквивалент, термы чистой энергии и кормовые единицы представляют собой принципиально сходные измерители питательности кормов. С тех пор, как признано было необходимым основную оценку питательности дополнять сведениями о доставке протеина и других элементов питания, названные единицы оценки получили определение как единицы «общей» питательности. Поскольку в последнее время выясняется необходимость контроля доставки отдельных органических веществ, эти единицы было бы правильнее признавать за единицы, характеризующие достаточность поступления в пище всего органического вещества.

Такое ограничение оценки кормов по продуктивному действию не противоречит взглядам авторов некоторых оценок [2].

---

[1] Н. Ганссон. Кормление с.-х. животных (перев. с нем.). Сельхозгиз, 1931.
[2] О. Кельнер. См. сноску на стр. 291.

ОЦЕНКА ОБЩЕЙ ПИТАТЕЛЬНОСТИ ПО ОБМЕННОЙ, ИЛИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ ПОЛЕЗНОЙ, ЭНЕРГИИ, ЭКВИВАЛЕНТНОЙ РАЦИОНУ ИЛИ КОРМУ. ЕДИНИЦЫ АКСЕЛЬСОНА

Следующим приемом оценки органической части корма является измерение обменной, или физиологически полезной, энергии, эквивалентной весовой единице корма. Напомним, что физиологически полезной, или обменной, энергией принято называть энергию, остающуюся после вычитания из валовой энергии корма энергии потерь в кале, моче и метане.

Прямое определение этой энергии возможно в той же мере, в какой возможно и определение чистой энергии. Определить обменную энергию прямо возможно только в опыте по определению суммарного обмена с учетом газообразных выделений. Путь этот сложный и отличается от методики определения чистой энергии или отложений в теле мяса и жира отсутствием необходимости выяснить «поддерживающую» часть пищи. Физиологически полезная энергия как измеритель полезности пищи использовалась Рубнером при выводе его принципа изодинамии.

Она использована Кельнером для разделения продуктивной и поддерживающей частей рациона. Физиологически полезная энергия использована Вудом для формулировки его «поддерживающих» эквивалентов питательности. Наконец, за более широкое применение обменной энергии в оценке «общей питательности» кормов высказывается ряд современных авторов. Н. И. Денисов [1] обосновал применение оценки питательности рационов молочных коров по величине эквивалента обменной энергии. Однако этот прием сходен с рассмотренными до сих пор только по принятому измерителю (обменной энергии); о нем будет сказано подробнее отдельно.

В 1929 г. мы выдвинули и обосновали предложение оценивать корма для кур по содержанию в них обменной энергии [2]. В то время наши рекомендации были связаны со стремлением к большей простоте определения питательности в опытах при более высокой точности сравнительно с весьма условным определением переваримых питательных веществ или крахмального эквивалента для птиц.

Аксельсон [3] на основе критического разбора кельнеровского крахмального эквивалента пришел к выводу, что единственно надежной основой для сравнительной оценки общей питательности кормов является содержание в них физиологически полезной энергии как величины, которая может быть определена на научных основаниях и с достаточной точностью. Отрицание крахмального эквивалента как средства, с помощью которого определяется независимая питательная ценность каждого корма, основывается Аксельсоном на следующем.

1. Процент физиологически полезной энергии кормов, переходящей в отложения, зависит от химического состава и свойств этих кормов.

2. Оптимальный состав корма или рациона, при котором физиологически полезная энергия используется для отложений с наименьшими потерями, характеризуется содержанием 18—23% сырой клетчатки и 10—18% протеина. Как более высокое, чем указано, так и более низкое содержание протеина, особенно сырой клетчатки, ведет к понижению процента использования физиологически полезной энергии.

3. Корма, отличающиеся по своему составу от оптимального, характеризуются пониженным использованием физиологически полезной энергии. Но

[1] Н. И. Денисов. См. сноску на стр. 273.

[2] А. П. Дмитроченко. Схема изучения питательного достоинства кормов и рационов для кур. Тр. совещания по птицеводству. 1929, Изд. ВИЖ, 1930, стр. 145—164.

[3] Tierernährung. Bd XI, № 3, 1939.

если в результате скармливания смеси таких кормов эта смесь будет иметь состав оптимальный, использование физиологически полезной энергии смеси окажется более высоким, чем это можно было предполагать на основании использования энергии отдельных кормов, входящих в состав смеси. Отсюда вытекает, что определение чистой энергии изолированно, для отдельных кормов, не имеет смысла.

4. При оптимальном содержании в рационе сырой клетчатки и протеина физиологически полезная энергия всех кормов, входящих в состав рациона, одинаково хорошо используется для отложений в теле, т. е. «полноценность» по Кельнеру в данных условиях также теряет смысл. Сказанное относится в равной мере и к таким кормам, как сено, солома и корнеплоды.

Таким образом, сравнительная характеристика кормов, которые будут скармливаться в рационе, удовлетворяющем выдвинутым выше требованиям, может быть получена только на основании содержания в них физиологически полезной (обменной) энергии.

В ряде следующих статей Аксельсон развивал выдвинутые им положения и в результате предложил технику подсчета физиологически полезной (обменной) энергии в кормах по содержанию переваримых питательных веществ в них путем умножения на вычисленные им факторы. Предложение Аксельсона подверглось экспериментальной проверке Форбса и Тэкера [1], в результате которой они предложили в дополнение к факторам Аксельсона для сырого жира (эфирной вытяжки) силосованных кормов особый коэффициент. Свое предложение авторы объясняют тем, что в силосованных кормах присутствуют эфирорастворимые органические кислоты, из-за которых аксельсоновский фактор для жира грубых кормов непригоден. С последней поправкой факторы для вычисления обменной энергии на 1 *г* переваримого вещества в *ккал* кормов (или рационов) таковы:

Протеин:	грубых кормов	4,80
	концентратов	4,50
Сырой жир (эфирная вытяжка):	грубых кормов	7,80
	зерна	8,30
	семян масличных растений	8,80
	корма животного происхождения	9,30
	силосованные корма	3,30
Углеводы:	полисахариды	3,76
	трисахариды	3,62
	дисахариды	3,56
	моносахариды	3,38
	безазотистые экстрактивные вещества (в среднем)	3,70
	сырая клетчатка	2,90

Пользуясь этими факторами, можно подсчитать количество обменной энергии в любом отдельном корме, что делает предложение Аксельсона более универсальным.

Определение питательности отдельных кормов в терминах обменной энергии не противоречит основным положениям автора, так как он считал невозможным определение продуктивного действия отдельного корма вне того рациона, в котором корм скармливается.

Положения, развитые Аксельсоном, встретили возражения со стороны Х. Мельгора [2]. Позднее критику продолжил К. Брейрем [3]. Мельгор,

---

[1] J. Anim. Science, Val. 2, № 3, 1943, 226—230.

[2] Tierernährung. B. 11. s. 529, 1939; также см. сноску на стр. 269.

[3] K. Breirem. Основы оценки питательности кормов (норв.) Kungl. Landbruks akademiens Tidsskrift, 83, 1944.

отстаивая свои утверждения, что чистая энергия, относимая к 1 *кг* отдельного корма, является постоянной и независимой в единственном случае, — при откорме взрослых жвачных, возражает против положений, развиваемых Аксельсоном, по которым чистая энергия при откорме взрослых жвачных изменяется в зависимости от содержания в рационе протеина и сырой клетчатки. Возражения Мельгора строятся на том, что Аксельсон сам опытов не ставил, а для своих выводов использовал данные опытов Кельнера и Фингерлинга, которые он обработал статистически, причем, по мнению Мельгора, Аксельсон неправильно определял поддерживающую часть рациона.

К. Брейрем также пересчитал данные опытов Кельнера, Фингерлинга, Армсби, Мельгора, Форбса и др., исходя из иных оснований, в частности полагая, что потребность на поддержание жизни индивидуально изменчива, и относя, таким образом, колебания в использовании энергии для отложений в основном за счет поддерживающей части корма. Так как последняя из рациона вычиталась и об использовании обменной энергии Брейрем судил только по продуктивной части рациона, он получил иной результат. По Брейрему, коэффициент использования обменной энергии продуктивной части рациона относительно постояннее и прямолинейно убывает по мере увеличения содержания клетчатки. Формула Брейрема применима в пределах содержания клетчатки в рационе от 10 до 30%. Следует учесть, что формула выведена на основании кратковременных опытов и главным образом с откармливаемыми животными. Известно, что как недостаток, так и избыток клетчатки в пище ведет к нарушению пищеварения и к извращению микробных процессов в рубце жвачных, что влечет за собой далеко идущие последствия. Поэтому физиологический смысл формулы Брейрема — «коэффициент использования обменной энергии равен разности между 65,6 и 0,703, умноженной на процент клетчатки», — представляется сомнительным. Было бы правильнее вопрос о значении клетчатки разрешать без выделения поддерживающей части рациона, считаясь одновременно с присутствием в рационе факторов, необходимых для ее нормального использования.

ОЦЕНКА ОБЩЕЙ ПИТАТЕЛЬНОСТИ РАЦИОНОВ И КОРМОВ ПО ПРОДУКЦИИ. СПОСОБЫ И. М. КУЗНЕЦОВА, М. Ф. ТОММЭ И ДР.

Как указывалось (стр. 269), после 35-го пленума секции животноводства ВАСХНИЛ (1951 г.) отечественными исследователями (И. М. Кузнецовым, Г. А. Магидовым, М. Ф. Томмэ, П. С. Попехиной и А. В. Модяновым) были внесены новые предложения по оценке общей питательности кормов и рационов. Указанные исследователи рекомендуют оценивать питательность по продукции, почему мы эти предложения объединили.

Кузнецов и Магидов, с одной стороны, и Томмэ, с другой, оценивают продукцией рацион или корм в рационе молочных коров в целом, не разделяя на поддерживающую и продуктивную части.

Томмэ и Попехина для свиней и Модянов для овец оценивают отдельные корма только по продуктивной части рациона. По предложению Кузнецова и Магидова можно определить питательность рациона. Томмэ в своем предложении для коров определяет питательность отдельных кормов.

При всех способах оценки корма подробно анализируются, ведется учет физиологического состояния животных во время опыта. Однако и состав кормов и физиологическое состояние животных не входят в качестве факторов в оценку общей питательности кормов ни в одном из названных выше способов.

Рассматриваемые способы от способа Фьорда отличаются следующими особенностями.

1. В способе Модянова применяется балансовая методика для определения общей продуктивности рациона овец по балансу углерода или энергии.

2. В способе Кузнецова и Магидова для той же цели в опытах с коровами применяется учет переваримости, мочи и газообмена методом маски.

3. В способе Томмэ и Попехиной применяется методика контрольных животных для определения продуктивности свиней за длительный период откорма на рационах основном и опытном. Опытный рацион отличается от основного тем, что в первый в качестве добавки вводится испытуемый корм в количестве около 15% сухого вещества основного рациона.

4. В способе Томмэ питательность для коров определяется в кратковременных обменных опытах без учета баланса углерода, по периодической схеме. В первом учетном периоде определяется продуктивность подопытных коров на основном рационе. Во втором учетном периоде продуктивность определяется на новом рационе, либо представляющем собой только испытуемый корм, либо испытуемым кормом заменяется часть основного рациона по количеству сухого вещества. Одновременно с определением продуктивности проводятся опыты по определению переваримости питательных веществ. Переваримость питательных веществ является дополнительной характеристикой корма и с величиной продуктивности, эквивалентной единице веса корма, не связывается. Никаких поправок на колебания живого веса автор методики не предлагает.

Авторы перечисленных способов не указывают на какие-либо дополнительные обоснования своих предложений и не отводят тех возражений, которые выдвинуты против аналогичных способов. В частности Томмэ, Попехина и Модянов не опровергают широко распространенного тезиса о невозможности определять продукцию, эквивалентную отдельному корму в дифференциальных опытах, как по принципу разности, так и по принципу замещения при опытах с молочными коровами, растущими животными и при опытах на уровнях, близких к поддерживающему. Поэтому можно думать, что приведенные выше замечания будут относиться и к названным здесь способам оценки питательности.

ОЦЕНКИ ПИТАТЕЛЬНОСТИ, ОСНОВАННЫЕ НА СВОЙСТВАХ КОРМОВ, ПРОДУКТИВНОСТИ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ ЖИВОТНЫХ

Указанные оценки разрабатывались вследствие неудовлетворения распространенной оценкой по Кельнеру — с одной стороны, Н. И. Денисовым и, с другой, А. П. Дмитроченко. В оценках, предложенных Денисовым и Дмитроченко, есть много сходного и одновременно с тем каждая из них имеет некоторое своеобразие.

По предложению Н. И. Денисова (1946—1951 гг.) [1], которое считается автором приемлемым для всех видов сельскохозяйственных животных, отдельные корма исследуются на их химический состав, калорийность, некоторые другие свойства и качества.

Из исследованных таким образом кормов составляются кормовые рационы по правилам, выработанным зоотехнической наукой и практикой. При использовании этих рационов должна выясняться полноценность кормления на основе учета состояния здоровья, продуктивности и качества продукции.

Показатели комплексной питательной ценности рационов определяются по Н. И. Денисову — органического вещества в специальных опытах на животных, а протеиновой, жировой, углеводной, минеральной и витаминной питательности — по абсолютному и относительному содержанию названных веществ в кормах, входящих в рационы.

[1] Н. И. Денисов. Состояние и перспективы науки о кормлении сельскохозяйственных животных, сборник «Вопросы кормления с.-х. животных», Сельхозгиз, 1954; «Советская зоотехния», 1951, № 11—12, а также см. сноску на стр. 273.

Для определения питательности органического вещества должны быть проведены опыт по определению переваримости питательных веществ рациона и балансовый опыт в респирационной камере для определения продукции метана, мочи и для определения изменений содержания энергии в теле (накопления энергии или потерь ее).

Из общего количества (валовой) энергии, эквивалентной заданному органическому веществу в рационе, вычитается энергия, эквивалентная выделенному калу, моче и метану. Полученная разность — физиологическая энергия рациона в килокалориях — делением на 2660 (2660 *ккал* — эквивалент физиологической энергии, приравненной Н. И. Денисовым к 1 советской кормовой единице при оценке питательности для коров) переводится в кормовые единицы. Это и будет питательность органического вещества рациона для коров. Н. И. Денисов считает за общий показатель питательности органического вещества 3000 *ккал* энергии переваримых питательных веществ. Из этой энергии физиологической у коров будет 2660 *ккал*, а у свиней и лошадей — другие количества. Зависимость общей продуктивности животных от питательности органического вещества определяется в опыте кормления как процент энергии в продукции в общем количестве физиологической (обменной) энергии рациона. Протеина, по Н. И. Денисову, должно содержаться в рационе коров 16% от органического вещества рациона.

Н. И. Денисов исследовал соотношение между питательностью различных рационов, выраженной в предложенных им кормовых единицах, и общей продукцией коров.

Полученные в этом исследовании данные он привел к стандартному живому весу коров (500 *кг*). Общей продукцией автор называет эквивалент энергии, соответствующий суточному удою, плюс или минус изменение содержания энергии в теле коровы за сутки. Все это автор перечислил на 4-процентное молоко путем деления суммы энергии на 760 *ккал*, эквивалентных 1 *кг* такого молока.

При этом выяснилось, что у коров одного и того же живого веса (500 *кг*), давших одно и то же количество общей продукции, в килограммах 4-процентного молока, наблюдалось различное распределение обменной энергии между продукцией и тепловыми потерями (теплопродукцией). Систематизация данных из большого числа проведенных автором опытов позволила ему наметить семь различных градаций (классов) такого использования. Приведем в качестве примера данные для коров этих семи классов, давших одинаковую общую продукцию, эквивалентную 22 *кг* 4-процентного молока (табл. 76).

Таблица 76

Распределение физиологически полезной энергии рационов между общей продукцией и теплопродукцией у коров по опытам Н. И. Денисова

Показатели	Величина показателей по классам						
	1	2	3	4	5	6	7
4-процентное молоко (*кг*)	22	22[1]	22	22[1]	22	22	22
Процент энергии:							
в общей продукции	31,2	35,4	36,5	40,0	42,3	44,4	45,9
в теплопродукции	68,8	64,6	63,5	60,0	57,7	55,7	54,1
Общие затраты[2] кормовых единиц	20,3	17,4	16,3	15,6	14,5	14,1	13,7

[1] По нашему интерполяционному расчету. *А. Д.*

[2] Израсходованное в опыте количество килокалорий обменной энергии переведено в кормовые единицы по принятому Н. И. Денисовым фактору 2660.

Коровы, отнесенные автором к седьмому классу, гораздо лучше использовали обменную энергию, чем коровы первого класса. Корова первого класса, подходившая по величине общих затрат к корове седьмого класса, указанная в табл. 76, при 13,2 кормовой единицы общих затрат дала общую продукцию, эквивалентную 13 *кг* 4-процентного молока, т. е. почти в два раза меньшую, чем при сходных общих затратах дает корова седьмого класса. При этом теплопродукция, или затраты на поддержание функций организма, составили у коровы первого класса 9,5 кормовой единицы, в то время как у сходной коровы седьмого класса только 7,4 кормовой единицы.

Автор пока еще не сообщил, от каких факторов зависит разница в использовании физиологической энергии коровами в его опытах. Имеется только указание, сделанное в общей форме, что эффективность использования переваримых веществ животным зависит от природы и качества животного, от его физиологического состояния, от количества и качества питательных веществ, воспринятых животными.

А. П. Дмитроченко независимо от Н. И. Денисова внес предложение (1946—1951 гг.) [1], тоже рассчитанное на животных разных видов.

Принципиальной основой оценки питательности является ее комплексность по признакам, характеризующим корма или рационы, и сопряженность совокупности этих признаков с течением обмена веществ, с продуктивностью и физиологическим состоянием животных.

Комплексная питательность рационов и кормов в основном определяется их свойствами, среди которых все они равнозначно важны для состояния и продуктивности животных.

Размер и скорость ответной реакции животного на изменения условий питания в отношении того или иного признака объясняется не важностью его присутствия в пище, а исторически сложившимися отношениями между животным и условиями питания. Животное тем легче справляется с недостатком каких-нибудь веществ или тем более полно использует временный его избыток для создания в теле запасов, чем оно чаще в процессе своего исторического развития оказывалось в меняющихся условиях поступления данного вещества с пищей.

Поэтому «общая питательность» рациона или корма, представляющая собою питательность органического вещества, является одним из членов комплексной оценки питательности.

В основе понятия о питательности каждого из членов комплексной оценки, а следовательно, и в основе оценки питательности органического вещества, лежит понятие количественное. От любого показателя питательности требуется, чтобы он на единицу веса корма или рациона был постоянным (константным) по крайней мере для данного вида животных и при одной и той же продуктивности.

Последнему требованию, по современным данным, удовлетворить довольно трудно. Дмитроченко считает, опираясь на известные опыты, что с достаточным приближением к полному удовлетворению этому условию может быть принята переваримая энергия отдельных кормов, если только корма не будут скармливаться в заведомо неправильно составленных рационах.

Денисов, не оговаривая условия скармливания кормов, считает возможным раздельно определять химический состав кормов, а о питательности органического вещества судит по содержанию обменной энергии в рационе.

---

[1] А. П. Дмитроченко. Ценность корма в питании животных. «Вестник животноводства», № 4, 1946; Доклад на 35-м пленуме 1—5 февраля 1951 г., Вопросы кормления сельскохозяйственных животных. Сельхозгиз, 1954; статьи в Сборнике работ по кормлению с.-х. животных. Сельхозгиз, 1954; «Советская зоотехния», 1951, № 11.

Таким образом, признаком питательности органического вещества отдельного корма, по Дмитроченко, является количество энергии переваримых питательных веществ, эквивалентное 1 *кг* такого корма. Этот признак сопряжен и с продуктивностью животного и с его физиологическим состоянием через переменные зависимости, обусловливаемые для животного данного вида и направления продуктивности уровнем и сбалансированностью кормления, индивидуальностью животного и условиями среды, в которых оно находится.

Приведенное определение понятия о питательности органического вещества является общим для любого вида и направления продуктивности, включая и взрослых откармливаемых жвачных (волов).

Определение содержания энергии переваримых питательных веществ, эквивалентного 1 *кг* данного корма, производится в прямых или косвенных опытах переваримости по общепринятой методике. Возможно и вычисление энергии по данным прямой калориметрии и среднему коэффициенту переваримости энергии или по переваримым питательным веществам и средней энергетической константе для них. Однако величины, получаемые расчетом, применяются временно и должны быть заменены по возможности прямо определенными.

Килокалория является мелкой величиной для оценки питательности органического вещества. Поэтому Дмитроченко предложил принять за единицу питательности органического вещества (сокращенно ЕОВ) 3000 *ккал* энергии переваримых веществ. Такое количество близко к содержанию энергии переваримых веществ в 1 *кг* органического вещества многих кормов, в частности сухого вещества овса хорошего качества.

Разделение норм в практике кормления на поддерживающую и продуктивную части отвергнуто на 35-м пленуме секции животноводства ВАСХНИЛ. Один из способов выражения суммарных потребностей животного был предложен Дмитроченко в форме так называемого уровня кормления. Уровнем кормления называется количество ЕОВ, приходящееся в суточной даче кормов на 1 *ц* живого веса животного. Понятие об уровне кормления необходимо установить при оценке общей питательности кормов и рационов потому, что от уровня кормления зависит использование энергии переваримых веществ рациона для образования продукции, а использование энергии позволяет судить об эффективности кормления.

При оценке питательности рационов (но не отдельных кормов) непосредственно по опытам должна быть определена общая продуктивность и физиологическое состояние животных. Как указывалось, и то и другое входит в характеристику общей питательности рационов. Продуктивность, эквивалентная энергии переваримых питательных веществ рациона, может быть определена в опытах разной продолжительности. При кратковременных опытах необходимо составление баланса азота и углерода, так как изменения состава тела в этом случае внешне трудно определить. При опытах достаточной продолжительности изменения веса и упитанности являются достаточно надежными признаками характера изменений в теле. Наиболее же рационально определять продуктивность в длительных опытах на двух параллельных группах животных, рацион одной из которых заранее изучен, причем нужно подбирать либо размер рационов с тем, чтобы достигалась одинаковая продуктивность, либо рационы выравнять по доставке питательных веществ. Влияние кормления на физиологическое состояние исследуется в продолжительных опытах. Рекомендуется продолжительность опыта принимать равной продолжительности непрерывного применения испытуемого рациона при практическом кормлении.

Данные о поступлении с кормом ЕОВ по результатам опыта переваримости и данные о продуктивности животных при испытуемом кормлении дают возможность вычислить использование энергии переваримых веществ рациона на

образование продукции и позволят приблизительно судить о течении обменных процессов в организме при изучаемом кормлении.

В правильно построенном рационе органическое вещество переваривается хорошо. Энергия переваримых веществ у коров в этом случае должна быть около 70%. Пониженная переваримость органического вещества является признаком плохого соответствия форм химических соединений кормов с пищеварительными способностями животного. Пониженная переваримость наблюдается при перегрузке рациона клетчаткой, при кормах выщелоченных — плохого качества, при отсутствии обеспечения нормального пищеварения в рубце у жвачных и т. д. С другой стороны, повышенная переваримость наблюдается при сочных кормах с недостатком сухого вещества и клетчатки кормов, что обычно рано или поздно ведет к нарушению хода пищеварения.

Переваримые органические вещества рациона должны использоваться с возможно меньшими для данного случая затратами «термической» энергии. Эти затраты возрастают при увеличении размера бродильных процессов в пищеварительном тракте, при усилении по разным причинам окислительных процессов в клетках и тканях. В числе причин увеличения потерь в тепловой форме большое значение принадлежит несоответствию состава и свойств пищи с требуемыми для достижения нормального состава химуса (по Синицекову) и вообще для удовлетворения требований животного к форме, виду и количеству веществ пищи. Расхождение состава и свойств пищи с потребностями животного является одновременно и причиной ухудшения физиологического состояния животных.

Таким образом, необходимо иметь представление о размере использования энергии переваримых веществ для образования продукции в условиях нормального питания и о размере отклонений использования под влиянием различных факторов.

Из имеющихся опытов можно заключить, что энергия переваримых веществ одного и того же рациона, скормленного на разных уровнях кормления, используется для образования одной и той же продукции пропорционально изменению уровня кормления. Правда, такая пропорциональность наблюдается только до тех пор, пока не наступает перегрузка организма пищей, перегрузка регуляторов обмена. В опыте Г. Митчелла с сотрудниками [1] животное показало зависимость между уровнем поступления энергии переваримых веществ и ее использованием для образования продукции при скармливании разных количеств, но точно одного и того же корма (табл. 77).

Таблица 77

Пропорциональность между уровнем кормления и использованием энергии переваримых веществ для образования продукции при одном и том же составе кормового рациона

Размер кормления в процентах к принятому за полный рацион	Расчетный живой вес в среднем (*кг*)	Потреблено в рационе энергии переваримых веществ (*ккал*)	Баланс: энергии в опыте (*ккал*)	Уровень кормления		Процент энергии в продукции от энергии переваримых веществ в рационе
				энергии переваримых веществ на 1 *кг* живого веса (*ккал*)	ЕОВ на 1 *ц* живого веса	
100	620	35256	+ 10969	56,86	1,90	+ 31,1
80	590	27697	+ 8398	46,94	1,57	+ 30,3
60	627	22315	+ 4562	35,60	1,19	+ 20,5
40	612	16199	+ 1044	26,47	0,88	+ 6,4
20	600	8864	— 2568	14,77	0,49	— 29,0

[1] H. H. Mitchell a oth. Действие количества съеденного корма на использование содержащейся в нем энергии крупным рогатым скотом. Jour. Agr. Res., 45, № 3; 163—191; 1932.

Аналогичная пропорциональность наблюдается у разных животных при пище различного состава. В табл. 78 приведены результаты обработки 170 балансовых респирационных опытов из числа проведенных под руководством Кельнера, Фингерлинга, Форбса, Мельгора, Митчелла и др. на взрослом крупном рогатом скоте при поддержании жизни, при недостатке корма, при откорме и на лактирующих коровах.

Таблица 78

Пропорциональность между уровнем кормления и использованием энергии переваримых веществ для образования продукции

(по данным балансовых опытов со взрослым крупным рогатым скотом при различном характере продуктивности)

Уровень кормления		Число исследований	Энергия в общей продукции в процентах к энергии переваримых веществ рациона
энергии переваримых веществ на 1 *кг* живого веса в балансовом опыте (*ккал*)	в среднем на 1 *ц* живого веса (ЕОВ)		
12,5— 17,4	0,50	5	— 50,7
17,5— 22,4	0,67	2	— 18,09
22,5— 27,4	0,83	16	+ 0,54
27,5— 32,4	1,00	22	+ 2,24
32,5— 37,4	1,17	25	+ 10,70
37,5— 42,4	1,33	22	+ 15,09
42,5— 47,4	1,50	22	+ 18,27
47,5— 52,4	1,67	16	+ 21,10
52,5— 57,4	1,83	8	+ 26,05
57,5— 62,4	2,00	10	+ 26,61
62,5— 67,4	2,17	10	+ 29,29
67,5— 72,4	2,33	5	+ 29,38
72,5— 77,4	2,50	1	+ 33,80
77,5— 82,4	2,67	3	+ 35,10
82,5— 87,4	2,83	2	+ 37,20
95,5—102,4	3,33	1	+ 40,00

Таким образом уровень кормления, определяемый через количество энергии переваримых веществ (или ЕОВ) в рационах на единицу живого веса, согласуется с общей продукцией животных, выраженной в сумме калорий изменений в теле и калорий молокопродукции.

Но наряду с довольно ясно выраженной зависимостью использование энергии для образования продукции при одних и тех же уровнях кормления колеблется в широких пределах. На использование энергии рациона, помимо уровня кормления, влияет ряд факторов.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ПЕРЕВАРИМЫХ ВЕЩЕСТВ

В балансовых опытах, проводимых на сходных животных и при совершенно одинаковом кормлении, можно часто наблюдать между животными разницу в использовании энергии переваримых веществ, причем разница не исчезает и при смене уровней кормления и при смене рационов. Примеры, иллюстрирующие сказанное, приведены на графиках (рис. 24) и в табл. 79.

Не касаясь вопроса о влиянии состава рациона, отметим, что у сравниваемых животных (табл. 79), получавших одновременно одинаковые рационы, в моче и метане содержалось практически одинаковое количество энергии. Иначе обстояло дело с выделением энергии в тепловой форме. У быка № 36 ее

всегда выделялось больше, чем у быка № 47, и наоборот, у быка № 47 всегда процент энергии в отложениях был выше.

Отсюда можно заключить, что разница в использовании энергии создается главным образом за счет расхождения в величине теплопотерь (термической энергии).

Причиной постоянного различия в тепловых потерях у сравниваемых животных, вероятно, являются индивидуальные отличия, обусловленные функциональным состоянием их нервно-гуморальных регуляторов, а возможно

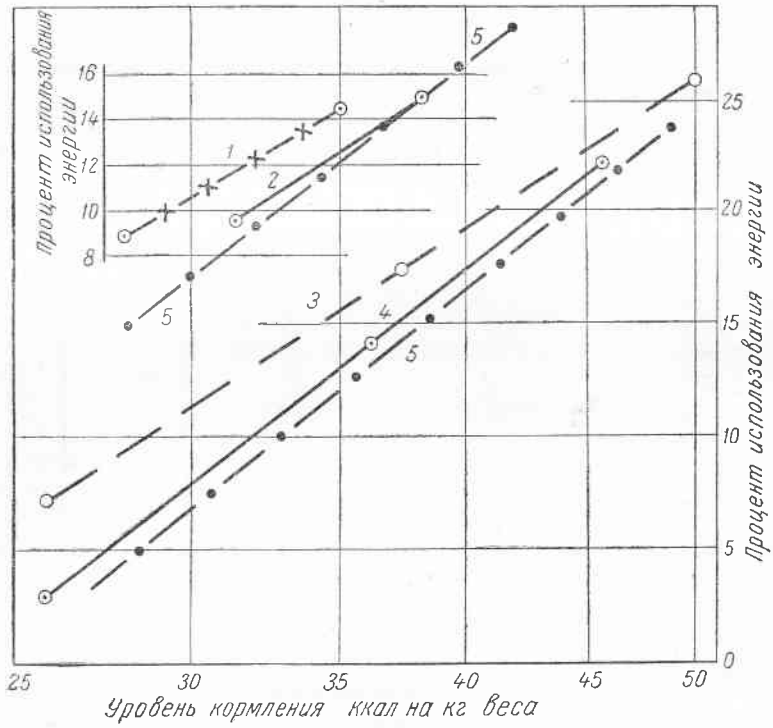


Рис. 24. Индивидуальные отличия животных в использовании энергии переваримых питательных веществ одинаковых рационов на образование продукции.

1 и *2* — коровы № 134 и А-38 из опыта Мельгора, *3* и *4*—быки № 47 и 36 из опыта Форбса, *5*— в обоих случаях кривая нормального использования энергии.

и ферментных систем. Поэтому при исследовании кормовых рационов и прежде всего при определении использования энергии переваримых веществ для образования продукции нужно опыт вести на нескольких животных и тем самым сглаживать влияние индивидуальности.

Использование кормов зависит от возраста животных. Чем животные моложе, тем у них интенсивнее и быстрее протекают процессы обмена, усиленнее происходит и «обращение» энергии. Поэтому при высоком уровне кормления относительное использование энергии переваримых питательных веществ невелико. С возрастом, несмотря на снижение уровня кормления, использование энергии возрастает. В качестве примера можно сослаться на опыт Ю. Людвигсена и Г. Торбек [1]. Этот опыт проведен на подсвинках при подробном учете обмена веществ и энергии с 60- до 180-дневного возраста. Все время животные

[1] J. Ludwigsen og G. Thorbek, 283 beretn. fra forsogslabor. København., 1955.

Таблица 79

Распределение энергии переваримых веществ в обмене у двух быков, рассчитанное в процентах по опытным данным Форбса

Тип рациона	Бык № 36				Бык № 47			
	уровень кормления (*ккал* на 1 *кг* веса)	процент от энергии переваримых веществ			уровень кормления (*ккал* на 1 *кг* веса)	процент от энергии переваримых веществ		
		в моче и метане	в теплопотерях	в отложениях		в моче и метане	в теплопотерях	в отложениях
Сено люцерны:								
среднего качества	28,9	21,4	88,3	— 9,7	30,0	21,8	85,3	— 7,1
хорошее	29,0	20,1	83,1	— 3,2	32,5	20,1	76,9	3,0
Сено среднего качества и овес	32,0	20,4	76,4	3,2	32,3	19,8	74,4	5,8
Хорошее сено и кукуруза	45,5	15,0	63,5	21,5	47,7	15,6	58,7	25,7
	36,5	16,3	69,3	14,4	37,2	15,6	65,6	18,8
	26,0	17,7	80,6	1,7	26,2	17,1	75,9	7,0
	13,1	22,6	133,2	— 55,8	12,9	22,1	126,6	— 48,7

получали однотипные рационы, основными кормами в которых были зерновая смесь и снятое молоко. Из этого опыта мы взяли данные для контрольной группы и представили в обработанном нами виде на рис. 25. Использование кормов взрослыми животными зависит от условий их выращивания. В нескольких опытах телки, выращенные на объемистых и на концентратных рационах, находились под контролем после первого и второго отелов. Учет потребленных кормов, прироста веса и молочной продуктивности позволил установить, что животные, выращенные на объемистом кормлении, во время лактации лучше используют корма, чем им подобные, но выращенные на концентратных рационах. Так, А. Д. Обухова [1] получила данные, приведенные в табл. 80.

Таблица 80

Показатели за первую лактацию коров, выращенных при разном кормлении

Кормление при выращивании	Живой вес в конце лактации (*кг*)	Удои за лактацию (*кг*)	Процент жира в молоке	Израсходовано за лактацию кормовых единиц
Объемистое	569	4473	3,61	3651
Концентратное	548	4029	3,53	3527

При практически равном расходе кормовых единиц и примерно одинаковых кормах животные, выращенные на объемистых рационах, использовали корма в первую лактацию лучше, чем животные концентратного кормления при выращивании, о чем можно судить и по их удою и по живому весу. Аналогичные результаты были получены Е. Н. Ивицкой и нашими сотрудниками.

[1] А. Д. Обухова. Опыт выращивания молочного скота с намеченной продуктивностью. Рефераты докладов ТСХА, 1954, в, XX, стр. 76.

О возможной зависимости использования кормов от породы скота можно судить по данным, приводимым И. П. Павловым (стр. 425), а о роли в использовании кормов резервов тела указывается на стр. 386.

Из балансовых опытов с голодающими и питающимися животными, проведенных при меняющихся температурах окружающей среды, выяснено, что потери энергии в тепловой форме возрастают, когда температура окружающей среды или выше или ниже некоторой зоны, которую можно назвать зоной температурной (или тепловой) нейтральности. В зоне тепловой нейтральности теплопродукция, обусловленная причинами, не связанными с температурой среды, количественно совпадает с теплопотерями, обусловленными средой. Организму не нужно совершать дополнительной работы по уравновешиванию теплопродукции с теплопотерями с целью удержать температуру тела на нормальном уровне. Если температура окружающей среды понижена, потребуется дополнительное производство тепла для согревания тела, если она повышена, потребуется специальная работа по освобождению организма от избытков тепла. Последняя работа также сопровождается дополнительной теплопродукцией. Если организм не может произвести такую дополнительную работу по освобождению тела от избытка тепла, наблюдается отказ от части пищи и в связи с этим понижение теплопродукции до уравнивания последней с теплопотерями.

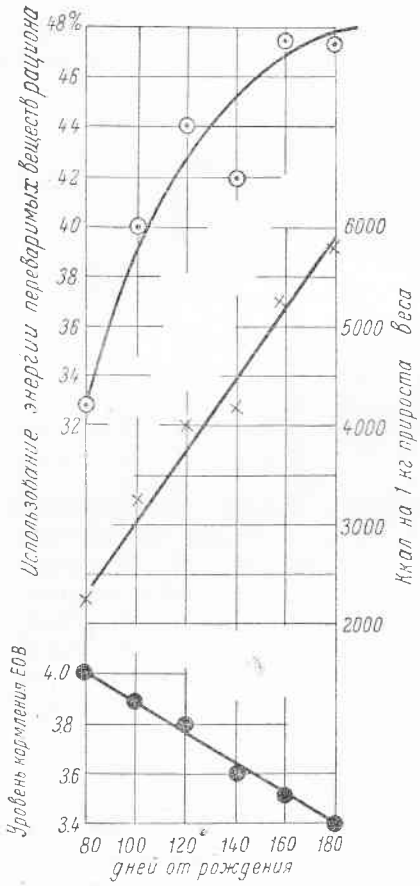


Рис. 25. Возрастные изменения использования энергии переваримых питательных веществ и калорийности 1 *кг* суточного прироста. Составлено на основании балансовых опытов с поросятами и подсвинками (по Людвигсену, Торбек и Фингерлингу).

Эти кажущиеся простыми отношения организма с внешней средой значительно осложнены возможностями регуляции теплообмена, направляемыми нервной деятельностью животных [1]. Поэтому отдельные исследователи [2] не могли обнаружить какой-либо зависимости между теплопродукцией и температурой окружающей среды в довольно широком диапазоне последней (между 3 и 30°). Правда, подопытные животные (крупный рогатый скот) в этих случаях содержались на умеренных уровнях кормления. При обильном кормлении, сопровождавшемся значительным теплопроизводством, М. В. Добрякова (Ленинградский ветеринарный институт) констатировала у дойных коров снижение теплопродукции при переводе животных в помещение с низкой температурой сравнительно с теплопродукцией на одинаковом кормлении тех же животных в скотном дворе при более высоких температурах среды.

Изменения теплопродукции, обусловленные влиянием окружающей температуры, сказываются на величине использования пищи для образования

[1] А. Д. Слоним. См. сноску на стр. 521.
[2] F. Benedict a E. Ritzman. Undernutrition in Steers, Washington, 1923.

продукции. Подтверждение можно найти в результатах лабораторных и производственных опытов.

В опытах Дейца [1] две группы коров при одинаковом обильном кормлении содержались в дневное время зимой в течение четырех лет — одна в теплом скотном дворе при температуре около +10°, другая в сарае при температуре —1,5°; на ночь коровы, содержавшиеся в сарае, переводились в скотный двор. В зимние периоды этих четырех лет коровы съели почти одинаковое количество кормов, дали практически одинаковое количество молока и в то же время коровы, содержавшиеся на холоде, приросли в весе в 2,7 раза больше, чем содержавшиеся в тепле (табл. 81).

Таблица 81

Продуктивность и потребление корма коровами при разных условиях содержания в зимнее время

(суммарные данные за 4 зимы по всем коровам)

Показатели за 4 зимних периода	Условия содержания коров	
	все время в теплом коровнике	днем в холодном сарае, ночью в теплом коровнике
Средняя температура содержания в дневное время	10,33°	— 1,45°
Средняя относительная влажность в помещении в дневное время (процент)	83,57	72,16
Продукция молока с содержанием 40 *г* жира *(кг)*	37 401	37 595
Прирост живого веса *(кг)*	444,5	1188,9
Съедено кормов *(т)*:		
сена	20,70	20,07
силоса	59,69	58,23
концентратов	9,11	8,53
В кормах задано *(т)*:		
переваримых питательных веществ	27,69	26,55
переваримого протеина	3,65	3,51

Коровы, содержавшиеся в холодном и более сухом помещении и получавшие обильное кормление, дали более высокую общую продукцию и лучше использовали корм, чем коровы, содержавшиеся в теплом помещении. Условия среды в холодном помещении в описываемом опыте были ближе к «нейтральной» зоне, чем в теплом. Лучшее использование кормов было связано с меньшими потерями в тепловой форме, о чем можно судить по доставке переваримых питательных веществ.

Влияние физической работы на теплопродукцию считается фактом общеизвестным. Исследования этого вопроса производились как на мелких животных, так и на крупном рогатом скоте, чаще в условиях голодания. Так, например, Бенедикт и Рицман [2], учитывая обмен у быков по получасовым периодам, констатировали, что в периоды большей подвижности голодающих животных продукция углекислоты увеличивалась на 29—55% по сравнению с периодами покоя. По данным, полученным на лошадях, движение без нагрузки сопровождается значительным увеличением теплопродукции. Учет количества работы, связанной с движением животных, затруднителен. Ориентировочно считают,

[1] I. R. Dice. Влияние температуры помещения (коровника) на продукцию и потребление корма молочными коровами. J. Dairy Sci, 23, 1, 61—69, 1940.

[2] См. сноску на стр. 316.

что коровы, находящиеся на пастбище, должны затратить для движения около 100—125 *ккал* энергии переваримых веществ на 1 *ц* живого веса за час пастьбы. Некоторые исследователи придают физической работе как фактору повышения теплопродукции столь большое значение, что вводят на нее поправки в результаты наблюдений. В исследованиях последнего времени показано, что на теплопродукции сказывается состояние нервной деятельности. Всякого рода беспокойства, даже не сопровождающиеся усиленной физической работой, могут быть причиной повышения теплопродукции.

Считая высказанные выше соображения и приведенные данные заслуживающими внимания, можно полагать, что содержание животных в производственной обстановке приводит скорее к увеличенной теплопродукции, а следовательно, и к уменьшенному использованию энергии переваримых веществ кормов, чем это наблюдается в физиологических опытах.

Шихи (стр. 558) сообщил о результатах опытов на свиньях, из которых вытекало, что физическое состояние кормов влияет на их использование животными. В последующем этот вопрос получил дальнейшее развитие. В качестве примера его значения приведем данные Блакстера и Грехема. Подопытных овец кормили одним и тем же сеном искусственной сушки, но различных степеней измельчения. Тонко измельченное сено переваривалось хуже, чем грубо измельченное. При даче на овцу около 1500—1600 *г* энергия переваримых веществ составляла для тонко измельченного — 62,1% и для грубо измельченного — 73,2%. Но использование энергии переваримых веществ было, наоборот, у первого — 23,2% и у второго — 18,2%. При кормлении тонко измельченным сеном меньше образовывалось метана и была ниже теплопродукция. Очевидно такое сено быстрее покидало рубец, почему хуже и переваривалось, но энергия его переваренной части использовалась с меньшими затратами, чем энергия из грубо измельченного сена. Состояние корма влияло на загрузку и работу отдельных участков пищеварительного тракта.

Результаты опытов заставляют считаться с физическим состоянием некоторых кормов и определять использование энергии отдельно для каждого состояния. В то же время нет оснований считать, что энергия переваримых веществ всякого, тонко измельченного корма будет всегда использоваться животными лучше, чем из грубо или вовсе неизмельченного.

Тщательные исследования использования пищи животными уже давно натолкнули экспериментаторов на мысль, что отклонение свойств корма от обычных влечет за собой дополнительную работу организма, обусловленную необходимостью «уравновешивания» условий питания с потребностями. Еще в 1932—1933 гг. Форбс [1] писал, что отдельный корм может показать свою нормальную питательность только тогда, когда он является частью рациона разносторонне полного в качественном и достаточного в количественном отношениях для данных конкретных условий кормления. Теперь уже накопилось такое большое количество фактов, что этой мысли, признаваемой правильной многими, можно придать бо́льшую определенность, а именно, что потери энергии переваримых веществ в тепловой форме (при прочих нормальных условиях) будут минимальными в рационе, хорошо сбалансированном для данного случая кормления, и будут возрастать при нарушении сбалансированности в любом отношении.

Представление о полностью сбалансированных кормовых рационах осложняется обширными возможностями животных достигать «уравновешивания» (в смысле, придаваемом этому понятию И. П. Павловым) с пищей при самом ее разнообразном составе. Средствами для устранения несбалансированности рационов, которыми животные пользуются, являются микробный синтез

[1] E. B. Forbes. The law of maximum normal nutritive Value, Science 1933, Vol. 77, 1955, 306—307. См. также сноску на стр. 274.

витаминов и аминокислот в пищеварительном тракте жвачных, заимствование недостающих факторов из запасов тела и постепенное приспособление животных к новой пище, которая таким образом из несбалансированной может стать сбалансированной, хотя, возможно, и при более низком уровне продуктивности. Все это заставляет возможно быстрее изучать различные рационы в сельскохозяйственных районах страны и находить среди них типовые — сбалансированные с потребностями. Критериями при таком изучении должны быть приняты: 1) достижение требуемого уровня продуктивности, 2) обеспечение нормального физиологического состояния и 3) достижение при всем этом минимальных тепловых потерь, как общего, но в то же время достаточно чувствительного признака сбалансированного кормления.

Влияние несбалансированного кормления на величину продуктивности, физиологическое состояние и на использование пищи признается большинством специалистов в отношении кормления растущих, лактирующих животных и вообще всех животных при поддержании жизни. Примеры, иллюстрирующие сказанное, приводятся во многих местах книги. Некоторые считают, что исключением из этого правила являются взрослые откармливаемые жвачные животные.

Однако и у откармливаемых взрослых жвачных животных использование энергии переваримых питательных веществ сильно изменяется при резких нарушениях сбалансированности кормления. Для того чтобы убедиться в этом, достаточно провести соответствующую обработку опытов Кельнера.

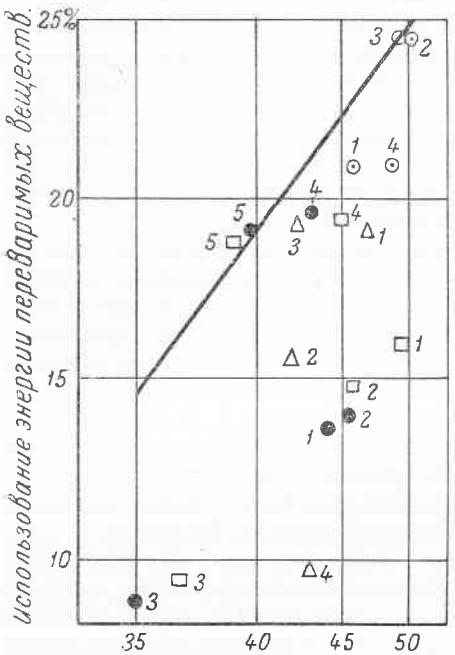
Индивидуальные данные для подопытных волов сходны в том отношении, что любое вещество, увеличивающее несбалансированность рационов и осложняющее пищеварение, микробный синтез или обменные процессы, приводит неизбежно к снижению использования энергии переваримых веществ пищи. Хотя и в опытах Кельнера можно увидеть влияние индивидуальности животных, однако колебание в использовании энергии только индивидуальностью объяснить нельзя. Для иллюстрации приведены графики для волов D, E, F и G из опытов Кельнера. Рационы, результаты для которых приведены на графике, резко меняющегося состава, недостаточны по золе, особенно, видимо, по фосфору. Из графика (рис. 26) видно, что введение в рацион растительного масла вело к улучшению использования энергии, вероятно, из-за снижения потребности в водорастворимых витаминах, необходимых для обмена углеводов и протеина. Избыток клейковины, заданный после кормления маслом, особенно резко снижал использование энергии. Значение клетчатки для использования энергии переваримых веществ показано на графике (рис. 26) для волов F и G. Доступным приемом балансирования рационов, чтобы не вызвать снижения использования энергии переваримых веществ, является следование требованиям норм питательных веществ, требованиям к качеству кормов и соблюдение правил составления рационов с должной пропорцией основных групп кормов—грубых, сочных и концентратов. Сочетание различных кормов отражается на сочетании питательных веществ. Какое это может иметь значение, видно из рис. 27.

Внесение односторонних добавок к рациону приводило к большим потерям тепла и к меньшей продукции, чем одновременное введение двух и трех разнородных питательных веществ.

Такое заключение обосновывается богатым производственным и экспериментальным опытом кормления высокопродуктивных животных. При должном контроле продуктивности, физиологического состояния и использования пищи в действующие нормы и правила могут быть внесены уточнения.

Из обсужденных материалов можно заключить, что использование энергии переваримых питательных веществ теснее всего связано с уровнем кормления. До тех пор, пока не превзойдены границы регуляторных способностей

животного, чем выше уровень кормления, тем в большем размере используется энергия переваримых питательных веществ для образования общей продукции животного. Соотношения между уровнем кормления и процентом использования энергии переваримых веществ, установленные в экспериментальных условиях, в производстве могут и не оправдаться. Использование энергии в производстве может быть снижено в связи с неудовлетворительными условиями температуры, влажности, физической и нервной деятельностью. Хотя нет данных, в каких условиях каков будет размер этого снижения, но можно думать, что поправка в размере от 15% при уровне кормления от 1 до 2,5 ЕОВ на 1 *ц* живого веса и 10% от 2,5 до 4,0 ЕОВ на 1 *ц* живого веса не будет преувеличенной. Такая поправка обосновывается имеющимися на этот счет указаниями в литературе. Влияние индивидуальности животных на использование энергии частично будет погашаться указанной поправкой, а кроме того, при отнесении результатов к большому числу животных в среднем роль индивидуальности теряется. Что же касается такого важного фактора, как несбалансированность рационов с потребностями, то вопрос о наличии несбалансированности разрешается сравнением состава и свойств рациона с нормами и правилами кормления, а величина снижения использования энергии, зависящая от продолжительности применения несбалансированного кормления и степени несбалансированности, может значительно варьировать.



Волы и обозначения / Рационы и добавки	D ⊙	E △	F □	G ●
	периоды, цифры у значков			
Основной	1	1	3	3
Крахмал	2	2	4	4
Клейковина	4	4	—	—
Масло	3	3	5	5
Сено-солома	—	—	1, 2	1, 2

Рис. 26. Влияние односторонних добавок к рационам на изменение использования энергии переваримых питательных веществ волами. Составлено на основании данных опытов О. Кельднера.

Судя по изученным примерам (часть пятая книги) и исключая крайние случаи неудовлетворительного кормления, в среднем несбалансированное кормление приводит к снижению использования энергии на 20—25% от таковой в опытах при сбалансированном кормлении.

Результаты обработки опубликованных балансовых опытов на крупном рогатом скоте графически представлены на рис. 13 (стр. 172).

Эти же данные можно выразить и в форме уравнений. Обозначая $У$ использование энергии переваримых веществ при сбалансированном кормлении, а X уровень кормления в ЕОВ, будем иметь $У = 0,515 - 0,45X^{-1} + 0,0005X^3$ в условиях обменных опытов и $У = 0,445 - 0,39X^{-1} + 0,0006X^3$ в условиях производства, в обоих случаях при содержании в стойлах без прогулок.

На основании этих же данных составлена табл. 82. В этой таблице приведены коэффициенты использования энергии в экспериментальных условиях и в производственных условиях при полноценном сбалансированном кормлении,

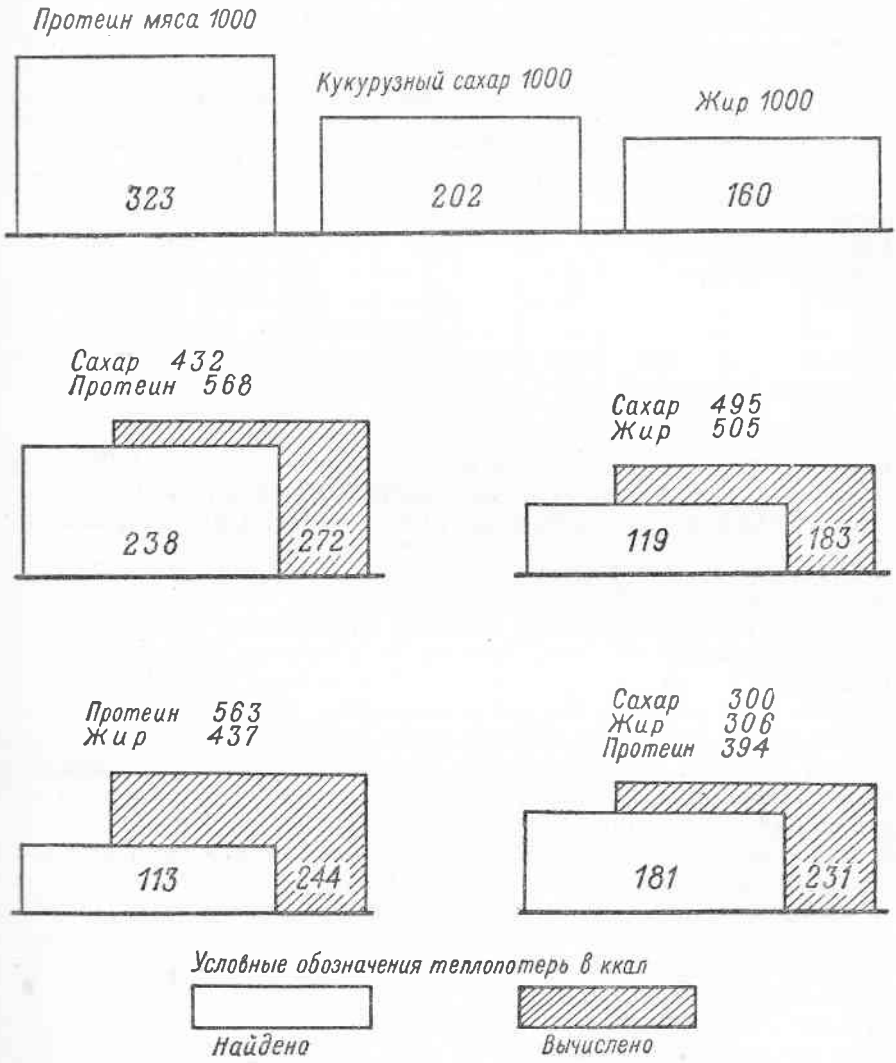


Рис. 27. Влияние сочетаний разных питательных веществ, добавляемых к основному рациону, на величину тепловых потерь и на использование энергии пищи (по Форбсу). Цифры в столбиках — размер теплопотерь на 1000 калорий в пище.

подтвержденные примерами, а также приблизительные коэффициенты для несбалансированного кормления.

Приведенные коэффициенты являются ориентировочными средними. Для отдельных зон страны при иных условиях они могут быть как больше, так и меньше указанных.

Таблица 82

Коэффициенты использования энергии переваримых питательных веществ взрослым крупным рогатым скотом

Уровень кормления (ЕОВ на 1 ц живого веса)	При полноценном, сбалансированном кормлении				При несбалансированном кормлении в производственной обстановке	
	во время опытов при оптимальных условиях		в производственной обстановке			
	в стойле без прогулок	животные 1/2 суток на пастбище	в стойле без прогулок	животные 1/2 суток на пастбище	в стойле без прогулок	животные 1/2 суток на пастбище
0,87	0	—	0	—	0	—
1,20	0,14	0	0,12	0	0,11	0
1,50	0,22	0,14	0,19	0,12	0,18	0,11
2,00	0,29	0,23	0,25	0,20	0,23	0,18
2,67	0,36	0,33	0,32	0,28	0,27	0,24
3,33	0,40	0,38	0,36	0,34	0,30	0,29
3,83	0,43	0,41	0,39	0,37	0,32	0,31
4,33	0,45	0,44	0,40	0,39	0,34	0,33

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЕОВ И ПРОДУКТИВНОГО ЭКВИВАЛЕНТА ЕОВ (ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ПЕРЕВАРИМЫХ ВЕЩЕСТВ РАЦИОНОВ) В ОПЫТАХ С ЖИВОТНЫМИ И ПО ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ КОРМОВ

Содержание ЕОВ в рационах определяется так же, как и в отдельных кормах. По валовой энергии рациона и энергии в кале при опытах или по коэффициенту переваримости при расчетах определяется количество энергии переваримых веществ рациона. Энергия переваримых веществ в килокалориях, разделенная на 3000, дает число ЕОВ во всем рационе. Число ЕОВ, разделенное на средний живой вес в центнерах, дает уровень кормления.

Кроме того, должна быть найдена общая продукция, относящаяся к одной ЕОВ всего рациона. Этот показатель характеризует использование энергии переваримых веществ рационов и может быть назван «продуктивным эквивалентом ЕОВ» [1]. Продуктивный эквивалент ЕОВ при любом виде продуктивности можно выразить либо в килокалориях продукции, либо в виде десятичной дроби, показывающей, какая часть ЕОВ (3000 *ккал*) приходится на энергию в продукции. Для удобства пользования продуктивным эквивалентом в производстве его можно также выражать: для дойных коров в условном молоке, для откармливаемых животных в условном жире, для растущих животных в условном приросте.

Показатели продуктивности названы «условными» потому, что их следует принять одинаковыми, стандартными, для удобства сравнения результатов различных случаев кормления.

За условное молоко принято молоко с содержанием 40 *г* жира в 1 *л*, эквивалент энергии которого 760 *ккал* на 1 *кг*, или 785 *ккал* на 1 *л*; за условный жир принят 1 *кг* отложений с эквивалентом энергии 9500 *ккал*; за условный прирост молодняка принят содержащий 38% сухого вещества, 16% жира в сухом веществе, эквивалент энергии которого равен 2600 *ккал*.

Продуктивный эквивалент ЕОВ можно определить на основании результатов обменного опыта с учетом баланса энергии или по данным научно-хозяйственного опыта. Такое определение производится при изучении вопросов

[1] Как показали исследования, овсяная кормовая единица у молочных коров не имеет постоянного продуктивного эквивалента. О его определении см. часть VII, стр. 539.

кормления, при оценке его результатов. Продуктивный эквивалент можно определить и по расчету, на основании изученных в опытах и практике случаев кормления.

Продуктивный эквивалент ЕОВ для коров вычисляется на следующих основаниях.

1. При проведении балансовых опытов с прямым определением калорийности суточного удоя и калорийности изменений в теле за сутки общая продукция будет равна калорийности удоя плюс-минус результаты суточного баланса в килокалориях. Отношение энергии в общей продукции к энергии в переваримых веществах рациона, умноженное на 100, и даст процент использования энергии.

Так, например, в одном из опытов на дойной корове в рационе было задано 21 380 *ккал* энергии переваримых веществ, в молоке выделено 5380 *ккал*; баланс в теле — минус 210 *ккал*. Общая продукция составляет 5170 *ккал*. Использование энергии составит 24,1%, или 0,241. Продуктивный эквивалент ЕОВ будет равен 0,95 *кг* условного молока.

2. При проведении хозяйственных опытов с учетом удоя, состава молока и живого веса за опыт использование энергии может быть определено менее точно из-за приблизительного учета изменений в теле. Однако при опытах большой продолжительности и при достаточном числе животных результаты получаются удовлетворительные. Расчет общей продукции производится по следующей формуле.

Общая продукция в *ккал* $= 760\ (0{,}4 + 0{,}15Ж) \times M \pm (5 \div 10) \times B$. Здесь 760 — число килокалорий в 1 *кг* молока с 40 *г* жира; $Ж$ — процент жира в молоке (или в граммах на 100 *мл* молока); $(0{,}4 + 0{,}15\ Ж)$ — формула пересчета молока с фактическим содержанием жира на молоко с содержанием 40 *г* жира в 1 *л*; M — количество суточного удоя молока (*кг*); B — суточный прирост (+) или убыль(—) в весе за сутки опыта в *кг*; $5 \div 10$ — молоко (*кг*), приняты эквивалентными 1 *кг* изменения в живом весе; 5 принимается при вероятном отложении белка и при привесе частично за счет наполнения пищеварительного тракта, 10 — при вероятном отложении жира.

Так, в случае 12,5 *кг* суточного удоя при 34 *г* жира в 1 *л* и при ежесуточном привесе 92 *г* общая продукция составит: $760\ [(0{,}4 + 0{,}15 \times 3{,}4) \times 12{,}5 + 10 \times 0{,}092] = 9344{,}2$ *ккал*.

Расчет процента использования энергии переваримых веществ в этом случае производится подобно предыдущему, но энергия переваримых веществ, если она не определена в опыте переваримости, вычисляется по химическому составу и средним коэффициентам переваримости.

3. Вычисление общей продукции по данным о составе кормов рациона производится путем вычисления энергии переваримых веществ, а по ней — единиц органического вещества, а по последним и по живому весу—уровня кормления.

По уровню кормления и данным об условиях содержания и сбалансированности кормления может быть вычислена общая продукция коровы.

Так, например, по химическому составу и коэффициенту переваримости найдено содержание энергии переваримых веществ в рационе коровы равным 47 600 *ккал*. Уровень кормления кругло составил 2,7 ЕОВ; коровы содержатся в производственных условиях, с минимальным движением.

Коэффициент использования энергии в этом случае по табл. 82 равен 0,32. Значит общая продукция при сбалансированном кормлении составит 15 232 *ккал*. Если принять, что не происходит каких-либо изменений содержания энергии в теле животного, то такая общая продукция будет соответствовать удою в 20 *кг* молока с содержанием 40 *г* жира в 1 *л*, а продуктивный эквивалент 1 ЕОВ будет равен 1,26 *кг* условного молока.

При несбалансированном кормлении в вычисление продуктивного эквивалента необходимо вводить поправки. Поправки на несбалансированность кормления в данное время могут быть указаны только приближенные.

Коэффициенты полноценности кормления даны в табл. 83.

Таблица 83

Коэффициент полноценности кормления для молочных коров

Рацион не сбалансирован с нормами или с найденным в специальном опыте оптимумом поступления по следующим питательным веществам	Средние коэффициенты полноценности кормления (в процентах) при доставке в рационе питательных веществ в процентах к норме или к оптимуму					
	25—60	60—85	90—110	120—150	160—190	200—220
Переваримому протеину	72	90	100	—	85	—
Сырой клетчатке	—	95	100	90	80 и ниже	—
Кальцию	—	88	100	90	80	67
Фосфору	—	90	100	—	88 [1]	—
Витамину D	90	—	100	—	—	—
Витамину A [2]	—	—	100	—	—	—

Рацион, не сбалансированный в нескольких отношениях, имеет более низкую полноценность кормления, чем несбалансированный по какому-либо одному веществу. Однако коэффициенты полноценности при множественной несбалансированности нельзя суммировать арифметически. Поэтому, если рацион не сбалансирован по нескольким питательным веществам, следует брать тот коэффициент из таблицы, который соответствует веществу, наиболее отклоняющемуся от требований норм, и этим ограничиться.

Для предварительного расчета продуктивного эквивалента нужно иметь данные и проделать следующие вычисления: 1) знать содержание валовой энергии в рационе (*ВЭ*) и коэффициент переваримости энергии для этого рациона (*КПЭ*); по этим величинам может быть определено содержание в рационе энергии переваримых питательных веществ; 2) килокалории энергии переваримых питательных веществ нужно разделить на 3000 и узнать содержание в рационе ЕОВ; 3) ЕОВ рациона нужно разделить на живой вес животного в центнерах и найти таким образом уровень фактического кормления (*УФК*); 4) *УФК* нужно умножить на коэффициент полноценности кормления (*КП*), взятый из табл. 83, но выраженной в виде дроби; в результате получим эквивалентный уровень сбалансированного кормления (*УСК*); 5) по величине *УСК* из табл. 82 или по формуле (стр. 320) определяется показатель использования энергии для продукции (коэффициент уровня сбалансированного кормления), который и является продуктивным эквивалентом (*ПЭ*) 1 ЕОВ данного рациона.

Изображая все эти вычисления в символах, процесс определения можно представить в формулах:

$$1)\ УСК = x = \frac{ВЭ \times КПЭ \times КП}{Ж\,В \times 3000 \times 100};\quad 2)\ ПЭ = y = a - вx^{-1} + cx^{5}.$$

Здесь *а*, *в* и *с* обозначают коэффициенты, зависящие от условий содержания животных (в опыте, в производстве и т. д.), указанные на стр. 320.

Таким образом, продуктивный эквивалент зависит не только от уровня, но и от сбалансированности кормления.

[1] При значительном избытке в рационах фосфора использование органических веществ корма еще более снижается (М. И. Дьяков и Ю. В. Голубенцева).

[2] При крайнем недостатке и отсутствии в кормах витамина А и каротина использование энергии питательных веществ составляло 85% по сравнению с такими же рационами, дополненными оптимальным количеством витамина А.

ПРИМЕНЕНИЕ ОЦЕНКИ ПИТАТЕЛЬНОСТИ РАЦИОНОВ И КОРМОВ В ЕОВ И В ПОКАЗАТЕЛЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ К КОРМЛЕНИЮ ЖИВОТНЫХ РАЗНЫХ ВИДОВ И РАЗНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ

Оценка питательности кормов и рационов в ЕОВ и рационов в показателях использования энергии переваримых питательных веществ применима не только для лактирующих коров, но и в других случаях кормления как крупного рогатого скота, так и прочих видов сельскохозяйственных животных. ЕОВ могут быть одинаковыми (общими) для тех видов животных и направлений продуктивности, для которых переваримость питательных веществ и эквивалентной им энергии достаточно сходны. В табл. 84 приведены (по сводке М. Ф. Томмэ и др.) коэффициенты переваримости органического вещества по группам кормов животными разных видов.

Таблица 84

Средние коэффициенты переваримости органического вещества разных групп кормов по опытам с различными видами сельскохозяйственных животных

Корм	Крупный рогатый скот	Овцы	Свиньи	Лошади
Трава	68,3	65,6	64,6	—
Сено	58,2	58,2	46,1	52,7
Солома	42,8	55,7	—	44,4
Силос	68,6	63,0	—	—
Корнеплоды и картофель [1]	—	86,0	82,0	—
Концентраты разные	—	77,8	79,6	70,2
Жмыхи	—	84,7	84,8	—

Судя по данным таблицы, для крупного рогатого скота и овец ЕОВ могут быть приняты общие. Для свиней нужны особые данные для сена и для лошадей — по всем группам кормов.

Все случаи нормального кормления можно представить укладывающимися между двумя границами: 1) поддержания нулевого баланса энергии (поддержание жизни) и 2) предельного использования свойств животного образовывать продукцию при количественно достаточном питании.

Расход пищи и в том и в другом случае будет зависеть от качества, состава и свойств кормов, от их соответствия потребностям животных.

Вопрос о расходе пищи представляется так, что чем меньше пищи затрачивается на один и тот же процесс, тем эта пища лучше сбалансирована с потребностями, тем ее оценка продукцией будет выше. Но как определить питательную ценность рациона на уровнях кормления, близких к поддерживающим или при поддержании жизни, если продукции при этом, в том смысле, как этот термин понимается, от животного не получают или получают крайне мало по сравнению с расходуемой пищей. До сих пор этот вопрос разрешался таким путем: определяли питательную ценность «продуктивной части» рациона в величинах продукции и найденные при этом величины питательности рационов и даже кормов переносили на поддерживающую часть рациона. При условии безраздельного, суммарного определения питательности рациона этот прием должен быть отвергнут.

Для более ясного представления о том, как оценить рацион, не нарушая установленных методических принципов, приводится график (рис. 28).

[1] Данные по небольшому числу опытов.

на котором разобраны примеры определения питательности рационов при разном размере продуктивности. На этом графике показаны три случая кормления рационами (*1*, *2*, *3*) с достижением определенной продуктивности. Точки *1* и *2* означают получение разного использования энергии на одинаковом уровне кормления. Отрезок *ЕД* показывает использование лучшее, чем *ГД*. Линии *ВБ* и *ГД* характеризуют одинаковое использование, но последняя на более высоком уровне кормления, чем первая. Линия *ВБ* соответствует сбалансированному кормлению, а *ГД* — несбалансированному. Отношение уровня кормления *БА* к уровню кормления *ДА* в пятой части книги определено как коэффициент полноценности кормления. Таким образом, отношение уровней

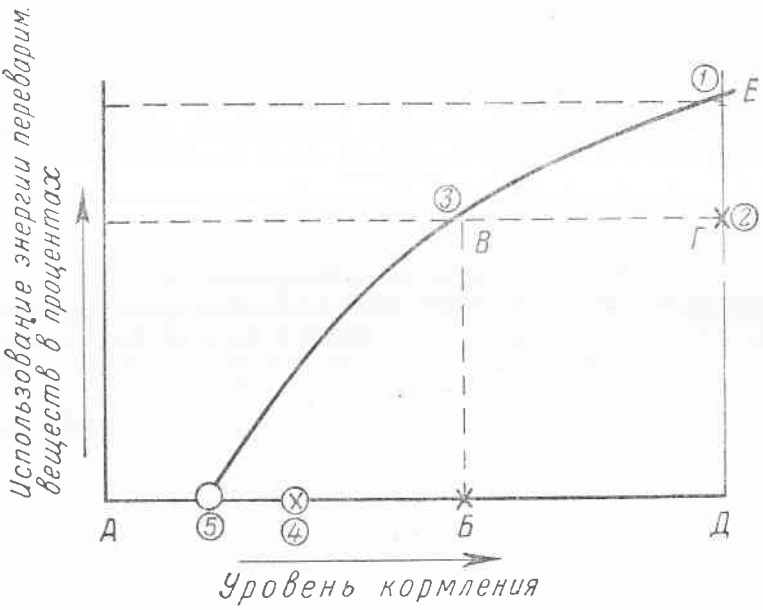


Рис. 28. Схема определения полноценности кормления по использованию энергии переваримых питательных веществ при положительном и при нулевом балансах энергии (при продукции и при поддержании жизни).

кормления сбалансированного к несбалансированному при одинаковом проценте использования энергии (при одинаковой относительной продуктивности) является характеристикой свойств рациона, связанной с продуктивностью. В самом деле, если бы свойства рациона, соответствующего точке второй, были достаточны для полного удовлетворения потребностей, то эта точка должна была бы совместиться с точкой первой.

Таким образом, оценка питательности по продуктивности может выражаться и через проценты использования энергии переваримых веществ для образования общей продукции и через относительные расходы пищи на производство продукции при одинаковом использовании энергии переваримых веществ. Последним и нужно воспользоваться для оценки питательности рационов при поддержании или при кормлении, близком к нулевому балансу энергии. На том же графике (рис. 28) помещены точки *4* и *5*, соответствующие двум случаям поддерживающего кормления. Фактическая полезная продуктивность при поддержании равна нулю, однако в силу данного выше определения рацион, соответствующий пятой точке, при кормлении обеспечит более высокую полноценность, чем рацион четвертой на одном и том же уровне, например продуктивного кормления. При равном проценте использования энергии переваримых веществ

тот рацион будет иметь более высокую оценку по продукции, на котором этот процент использования достигается при меньшем уровне кормления. Этим правилом нужно пользоваться при оценке рационов, скармливаемых при поддержании жизни или на уровнях, близких к поддерживающим. На уровнях кормления, близких к поддерживающим, содержатся овцы при производстве шерсти, холостые взрослые матки овец и свиней, неработающие лошади и другие животные при так называемой передержке.

В случае поддерживающего кормления испытуемый рацион будет характеризоваться дробью, в числителе которой должно быть поставлено число ЕОВ рациона, обеспечивающего сбалансированное кормление при достижении нулевого или близкого к нулю баланса, а в знаменателе число ЕОВ испытуемого рациона для того же животного при достижении такого же баланса и при том же живом весе. Если рацион, обеспечивающий сбалансированное кормление, неизвестен, лучшим следует считать тот, число ЕОВ которого в указанных случаях будет меньшим.

Сравнивая питательность одного и того же корма, найденную по продуктивной части рациона, до сих пор приходили к заключению, что по использованию физиологически полезной энергии или энергии переваримых веществ кормов на первом месте стоят свиньи, на втором овцы и на последнем взрослый откармливаемый крупный рогатый скот.

При определении суммарного использования энергии переваримых питательных веществ рационов разницу между крупным рогатым скотом и свиньями наблюдать можно, причем из имеющихся обменных опытов она особенно велика для уровней кормления 1,5—2,0 ЕОВ на 1 *ц* живого веса. Опытов на свиньях при сбалансированном кормлении пока проведено мало, так же как мало и данных по овцам вообще. Цифры, приведенные в табл. 85 по свиньям и овцам, представляют собой результаты небольшого числа опытов.

Таблица 85

Сравнительное использование (в процентах) энергии переваримых питательных веществ всего рациона в обменных опытах

Уровень кормления (ЕОВ на 1 *ц* живого веса)	Крупный рогатый скот (откорм и молокопродукция)	Овцы при откорме и шерстной продуктивности	Свиньи (подсвинки при росте и откорме)
1,00	—	5,0	15,0
1,25	14,5	16,0	—
1,50	22,0	25,0	30,0
1,75	—	33,0	—
2,00	29,0	—	37,0
2,50	34,5	—	—
3,00	38,0	—	—
3,50	—	—	45,0
4,00	44,0	—	—

Использование энергии переваримых питательных веществ у овец и свиней выше, чем у крупного рогатого скота на сходных уровнях кормления, но рационы этих животных по роду кормов не были одинаковыми.

Оценка питательности кормов в энергии переваримых веществ рационов в ЕОВ и в показателях использования энергии переваримых веществ для образования общей продукции может быть применена при кормлении животных разных видов при продуктивности разного рода и величины.

ГЛАВА XX

ОЦЕНКА ОБЩЕЙ ПИТАТЕЛЬНОСТИ РАЦИОНОВ И КОРМОВ ДЛЯ РАЗНЫХ ВИДОВ И СОСТОЯНИЙ ЖИВОТНЫХ

ПОСТАНОВКА ВОПРОСА

Если бы питательность кормов являлась их независимым свойством, то было бы основание считать ее всегда одинаковой при скармливании кормов всякому животному.

Независимыми являются такие свойства кормов, как химическая характеристика, относительное содержание различных групп питательных веществ, физикохимическое состояние и т. д. Но все эти присущие кормам свойства являются не равнозначными для разных видов животных и при разном их состоянии.

Из формулировки понятия о питательности, данной на стр. 262, видно, что питательность определяется взаимоотношениями между свойствами кормов и требованиями животных, сложившимися в процессе их исторического и индивидуального развития. В этих взаимоотношениях разных животных с кормами есть много черт сходства, но имеются и большие различия, отмечавшиеся неоднократно. Поэтому один и тот же рацион или корм могут иметь и имеют разную питательность для животных разного вида и состояния. В то же время в практике планирования и организации кормления питательность кормов определяется в единых, общих для всех случаев показателях. Это удобно и значительно упрощает нормирование и планирование кормления.

В специальной литературе встречаются высказывания, что оценка в общих показателях для всех случаев кормления допустима.

Основанием к высказываниям являются упомянутые выше черты сходства взаимоотношений между организмами и кормами.

Необходимо выяснить, в чем заключаются и чем обусловливаются как сходство, так и различие взаимодействий организма и кормов, для того чтобы правильно пользоваться единой системой оценки питательности, с одной стороны, а с другой, — когда это нужно, прибегать к различным системам.

В предыдущей главе была рассмотрена оценка общей питательности кормов в основном для крупного рогатого скота, а в некоторых случаях только для откармливаемого (оценки Кельнера, Армсби).

ОБЩАЯ ПИТАТЕЛЬНОСТЬ КОРМОВ ПРИ ПОДДЕРЖАНИИ ЖИЗНИ

Если животных содержать только с целью поддерживать их жизнь, то считают, что потребность в тепле для поддержания температуры тела, доставляемая в обменной энергии кормов, определяет их общую питательную ценность. Взгляд этот широко распространен и привел даже к рекомендации со стороны Вуда ввести особые «поддерживающие» крахмальные эквиваленты,

рассчитываемые по содержанию обменной энергии в кормах. Так как эти крахмальные эквиваленты годны только для крайне редко встречающегося случая содержания животных с целью поддержания их жизни, то они не имеют большого практического интереса.

При продуктивном кормлении количества образующегося тепла бывает достаточно для согревания тела. К тому же в ряде систем оценок считается возможным поддерживающую потребность особо не выделять и оценивать общую питательность кормов для поддержания жизни в тех же единицах, которые приняты и для оценки продуктивной части рациона.

Последнее обосновывают тем допущением, что обновляются ткани тела в связи с поддержанием жизни на основе тех же закономерностей, какие найдены для образующихся тканей при откармливании и при росте.

На самом деле ценность корма для поддержания жизни определяется не только количеством содержащейся в нем обменной или чистой энергии. Необходимо вспомнить об исключительно важных соображениях Н. П. Чирвинского (1881) [1], что поддержание жизни является не столь простой и легко удовлетворяемой функцией. Он указывал, что при попытках кормить животных некоторыми натуральными кормами часто не удается сохранить их жизнь, хотя это были как раз такие корма, в которых содержится достаточно и обменной и чистой энергии.

Чирвинский пришел к заключению, что корм, на котором нельзя поддержать здоровье и жизнь животных, не имеет питательности и приобретает ее только в том случае, когда такой корм задается в надлежащей смеси, на которой животные могут успешно поддерживать свою жизнь.

В последнее время Х. Мельгор (1954) подобно Н. П. Чирвинскому пришел к заключению, что при поддержании жизни возобновление белковых веществ тканей и образование ферментных систем имеют исключительно большое значение. Сведение всех процессов при поддержании жизни к вопросу о поддержании температуры тела ошибочно. Таким образом, корм будет ценен для поддержания жизни тогда, когда в нем будет содержаться достаточное количество энергии; одновременно с тем он будет содержать и все другие жизненно необходимые питательные вещества и иметь необходимые для удовлетворения потребностей свойства.

ОБЩАЯ ПИТАТЕЛЬНОСТЬ КОРМОВ ПРИ ПРОДУКЦИИ МОЛОКА

Оценка общей питательности кормов, установленная для животных, откладывающих в теле жир, была бы применима для животных, продуцирующих молоко, в том случае, если бы процессы обмена откармливаемых и лактирующих животных при одинаковом кормлении были сходными. Рассчитывать на такое совпадение в использовании энергии не приходится, так как жирообразование и молокообразование протекают в организме при различном течении обменных процессов и, следовательно, энергия в продукции, соответствующая одному и тому же количеству кормов, для первой и второй функции не совпадает. Однако оценка оказалась бы пригодной, если бы между использованием веществ и энергии пищи для молокообразования и для жирообразования сохранялась постоянная пропорциональность. Первая попытка проверки применимости крахмальных эквивалентов к лактирующим коровам принадлежит Кельнеру. Эта проверка включала произвольные предположения, поэтому ее результаты лишены интереса.

Хотя Кельнер проводил опыты на коровах с установлением точных балансов питательных веществ, ему не удалось определить, с какими затратами и

[1] Н. П. Чирвинский. См. сноску на стр. 279.

при каких условиях вещества пищи перерабатываются в молоко и совпадают или нет условия молокообразования с условиями отложения жира в теле. Несмотря на это, он утверждал, что оценка по крахмальным эквивалентам годится для лактирующих коров, основываясь только на том, что между фактической молокопродукцией коров и расчетами, произведенными при произвольных допущениях, наблюдалось сходство. Чем определялось это сходство, судить нельзя, так как из 40 проведенных Кельнером опытов на коровах 37 остались неопубликованными [1].

Следующей попыткой приспособить оценку общей питательности кормов при жирообразовании к кормлению лактирующих животных сделал Н. Ганссон [2]. Он предложил понятие о молочных эквивалентах с целью внести необходимые, по его мнению, поправки в систему крахмальных эквивалентов Кельнера в случае их применения для молочных коров. Отличие молочных эквивалентов от крахмальных заключается в более высокой оценке белка кормов.

Весьма вероятно, что при молокообразовании использование протеина выше, чем при жирообразовании.

Для объяснения вопроса, насколько лучше используется белок при молокообразовании, чем при жирообразовании, Ганссон построил следующую гипотезу: протеиновые вещества корма при переработке в белок молока испытывают пропорционально такие же потери, как жир и прочие вещества кормов при переработке в жир и сахар молока. Против предложений Н. Ганссона выступил ряд специалистов (Е. А. Богданов, Х. Мельгор и др.).

Единицы общей питательности предназначались главным образом для того, чтобы дать возможность в кормлении замещать один корм другим, не изменяя размера продуктивности откармливаемых животных. Для молочных коров и молодняка это положение неправильно. Эти животные не только используют энергию кормов, но и синтезируют белок, от количества и качества которого в корме в значительной степени зависит размер их продукции. Поэтому принцип «замещения» отдельных кормов в рационах этих животных значительно усложняется. К этому заключению в данное время присоединились многие специалисты. При образовании молока наблюдается взаимозависимость в превращениях и использовании азотсодержащих и безазотистых веществ. Молоко содержит белок, жир, сахар в довольно постоянных количествах. Недостаток азотистых веществ может вызвать снижение молочной продуктивности, несмотря на избыток углеводов и жира кормов.

Отсюда будет понятна необходимость для молочных коров и молодняка оценивать не отдельные корма, а рационы в целом.

Пригодность крахмальных эквивалентов для лактирующих коров проверялась Х. Мельгором. В результате этой проверки он предложил свою систему, основанную на кельнеровских крахмальных эквивалентах.

Таким образом, его систему следует рассматривать как модификацию крахмальных эквивалентов для молочных коров. Устанавливалась эта система по следующему плану.

1. Считается, что питательность отдельных кормов может быть оценена в крахмальных эквивалентах. Крахмальный эквивалент корма вычисляют по переваримым питательным веществам, найденным в опыте с коровой. Для вычисления принимают кельнеровские константы для переваримых питательных веществ и табличные, а в некоторых случаях специально вычисленные коэффициенты полноценности.

---

[1] Перевод доклада Кельнера на V конгрессе по молочному хозяйству в Стокгольме в 1911 г. помещен в статье М. И. Дьякова в Трудах Бюро по зоотехнии, в. XVIII, 1917, стр. 17.

[2] Н. Ганссон. Кормовые единицы и крахмальные эквиваленты. Сборник «Очередные вопросы кормления молочного скота». Петроград, 1923, стр. 28—37.

2. Найденный крахмальный эквивалент переводят в чистую энергию умножением каждого грамма крахмальных эквивалентов на фактор 2,365 (вычисленная Мельгором ценность 1 *г* переваримого крахмала; обычно принимают 2,36).

3. Из подсчитанной таким образом «чистой» энергии высчитывают чистую энергию на поддержание жизни [1] и энергию в отложенных мясе и жире. Энергия в мясе и жире определяется в балансовых опытах. Остаток от вычитания относится на образование молока.

4. В выделяемом молоке определяют количество валовой энергии сжиганием образца или вычислением по данным о составе молока. Делением остатка чистой энергии кормов на найденную валовую энергию молока устанавливают относительный расход чистой энергии при жирообразовании на производство единицы энергии, содержащейся в молоке. Расчет ведется на 1000 *ккал* в молоке. Эта величина (1000 *ккал* в молоке) названа Мельгором молочной единицей [2].

По ряду опытов Мельгор вычислил среднее значение для 1 молочной единицы, равное 830 *ккал* при жирообразовании. Это трактуется так, что из того же количества крахмальных эквивалентов, заданных в кормах, из которых может отложиться 830 *ккал* в жире у вола, в молоко у коров перейдет 1000 *ккал*.

Чтобы это заключение не показалось странным, напомним, что при жирообразовании из переваримой энергии продуктивной части корма в жир переходит около 50%. Таким образом, 830 *ккал* в жире тела образуются из 1660 *ккал* энергии переваримых веществ и, следовательно, из этого количества энергии переваримых веществ продуктивной части корма в молоко переходит 1000 *ккал*.

Распределение энергии в обмене при производстве молока иное, чем при жирообразовании, о чем раньше уже говорилось.

Указанный (выше среднего) эквивалент энергии для жирообразования в теле, соответствующий 1000 *ккал*, выделенных в молоке, подвержен колебаниям прежде всего, как показал Мельгор, в зависимости от притока протеина в пище.

1. Когда в пище доставляется 0,14—0,23 энергии в форме протеина, то на 1000 *ккал*, выделяемых в молоке (т. е. на 1 МЕ), необходимо доставлять в корме 830 *ккал* чистой энергии жирообразования *(ЧКЖ)* [3].

2. Если протеина задается меньше, чем 0,14 от общей суммы энергии в пище, расход *ЧКЖ* на 1 МЕ возрастает, причем с уменьшением притока протеина снижается и молочная продуктивность коровы.

3. При доставке протеина выше, чем 0,23 от общего количества энергии в пище расход *ЧКЖ* на 1 МЕ также увеличивается, так как избыток протеина ведет к повышению теплопродукции в организме. Молочная продуктивность при этом может и не снизиться.

Таким образом, при доставке протеина в рационе 0,14—0,23 от всей энергии расход *ЧКЖ* на 1 МЕ наименьший, но, вообще говоря, он непостоянен и может колебаться и в связи с другими факторами, а не только в связи с содержанием протеина.

В соответствии с этим, повидимому, нельзя считать, что определяемый Мельгором эквивалент ценности крахмала при молокообразовании имеет постоянное значение для отдельных кормов.

Если мы знаем, что в 1 *кг* картофеля содержится 0,197 крахмального эквивалента, равного 466 *ЧКЖ* (2365 × 0,197), то это вовсе не означает, что мы всегда получим за счет этого корма одно и то же количество, примерно 560 *ккал*

---

[1] Выраженная в калориях чистой энергии продуктивность корма.

[2] Х. Мельгор. См. сноску на стр. 233.

[3] Мельгор обозначил чистую энергию жирообразования символом NK_F, у нас она обозначена *ЧКЖ*.

в молоке (466 : 0,83 = 0,56 МЕ). Использование этого корма будет наивыгоднейшим только тогда, когда одновременно со скармливанием картофеля во всем рационе будет определенное содержание протеина (а по другим данным, требуется удовлетворение и ряда иных условий).

Поэтому Мельгор дает кормовые таблицы не в обычном виде, а в виде чисел комбинаций, показывающих, с каким количеством какого-нибудь другого корма следует скармливать 1 *кг* данного корма, чтобы при этом приток белка в смеси оставался в установленных им пределах.

Необходимое количество белка определяется Мельгором числом K, показывающим отношение чистой энергии в белке к чистой энергии в корме. Чистая энергия белка (*ЧЭБ*) может быть вычислена по равенству: $ЧЭБ = 0{,}94 \times 2{,}365 \times Б$, где $Б$ — количество переваримого белка в граммах, а 0,94 и 2,365 — уже известные коэффициенты.

Чистая энергия корма (*ЧЭК*) может быть вычислена по равенству: $ЧЭК = 2{,}365 \times КЭ$, где $КЭ$ — крахмальный эквивалент корма. Отсюда:

$$K = \frac{ЧЭБ}{ЧЭК} = \frac{0{,}94 \times 2{,}365 \times Б}{2{,}365 \times КЭ} = \frac{0{,}94 \times Б}{КЭ}.$$

Значит, K равняется отношению крахмального эквивалента переваримого белка к крахмальному эквиваленту корма. Для поддерживающего корма Мельгор предлагает пользоваться $K = 0{,}1$, для продукции $K = 0{,}2$.

При известных значениях K для разных кормов составить числа комбинаций не представляет затруднений. Конечно, корма следует выбирать такие, чтобы у одного корма K было меньше желаемого, а у другого выше желаемого значения.

Представим, что нам желательно составить комбинацию для продуктивного корма из подсолнечного жмыха ($K = 0{,}382$) с картофелем ($K = 0{,}043$). Вместо сложных расчетов рекомендуем пользоваться следующим правилом Пирсона.

Количество молочных единиц или крахмальных эквивалентов в корме с меньшим K (картофель) будет равно разности большего K (0,382) и желаемого K (0,2) 0,382 — 0,2 = 0,182.

Количество тех же единиц в корме с бóльшим K (жмыха) будет равно разности желаемого K (0,2) и меньшего K (0,043), т. е. 0,200—0,043 = 0,157.

Таким образом, смешав столько картофеля, сколько его содержат 182 крахмальных эквивалента, с количеством жмыха, содержащим 157 крахмальных эквивалентов, мы получим требуемую смесь с $K = 0{,}2$.

Такие пропорции, конечно, неудобны. Если принять за правило считать корма с бóльшими K равными единице, то, очевидно, картофеля на каждый крахмальный эквивалент жмыха надо будет прибавить 182 : 157 = 1,159 крахмального эквивалента.

Система Мельгора основана на применении значений крахмальных эквивалентов Кельнера, но отличается от последней некоторым ограничением в применении кормов для удовлетворения потребностей молочных коров.

Как правило, удовлетворить эти потребности одним кормом из-за несовпадения между K корма и K потребностей невозможно, и необходимо корма комбинировать в смеси. Принцип составления смесей определяется, кроме того, и дополнительными условиями. Неудовлетворение этих условий, по утверждению Мельгора, приведет к нарушению установленного соответствия между «способностью» кормов к жиро- и молокообразованию.

Приведенное описание применения крахмальных эквивалентов для молокопродукции по возможности давалось нами с сохранением не только фактов, которыми оперировали авторы, но и их формулировок. Как следует из приведенных примеров, вопрос об оценке кормов для молочного скота рассматри-

вался исключительно в плане выяснения вопроса применимости крахмальных эквивалентов для молочных коров.

Автор этого предложения считает вопрос разрешенным в том смысле, что оценка общей питательности отдельных кормов, изученная для жирообразования, пригодна и для молокообразования, если только будут выполнены некоторые условия, прежде всего касающиеся доли белка в рационах лактирующих животных. Из этого может возникнуть представление, что для лактирующих животных доставка органического вещества должна строго следовать содержанию в кормах крахмальных эквивалентов.

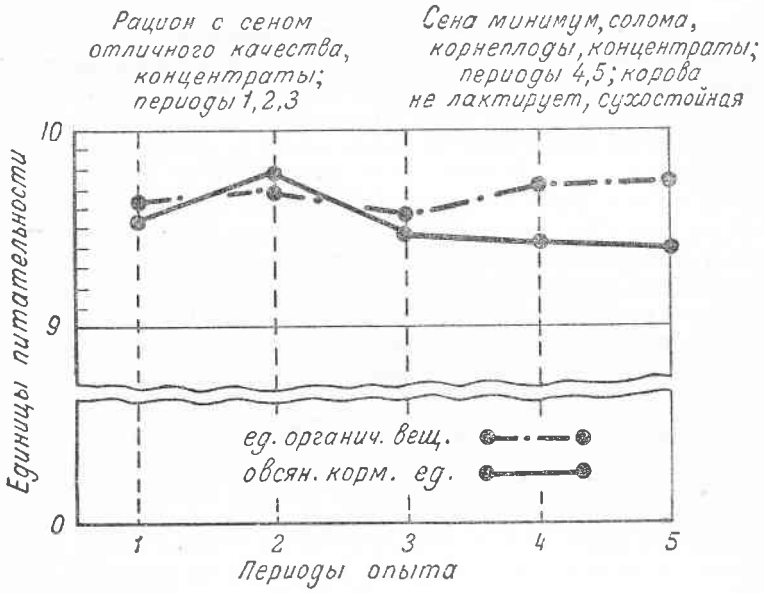


Рис. 29. Содержание питательных веществ в рационах, выраженное в продуктивных овсяных кормовых единицах и в единицах органического вещества (ЕОВ) для отдельных коров, по данным обменных опытов.

Это заключение основано в большей мере на убежденности автора, чем на фактах. Почти все опыты Мельгора с молочными коровами велись на рационах, лишенных каротина, и по крайней мере в этом отношении неполноценных. Результаты опытов обязаны запасам витамина А в организме не в меньшей мере, чем испытанным рационам. При кормлении рационом, хорошо согласующимся с потребностями не только по белку, но и по ряду других свойств, или при наличии в теле запасов веществ, недостающих в пище, действительно можно установить определенные соотношения между молокопродукцией и крахмальными эквивалентами или кормовыми единицами. В случае правильного кормления может быть показано близкое сходство с доставкой энергии переваримых веществ. Подтверждением сказанному является диаграмма (рис. 29), построенная на основании пересчета данных балансовых опытов Мельгора с коровами. Из рис. 29 видно, что питательность, выраженная как в ЕОВ, так и в кормовых единицах, практически сходна, т. е. при нормальном составе рационов возможно оценивать общую питательность кормового рациона коров в энергии переваримых питательных веществ.

При несбалансированном кормлении по минеральным веществам и витаминам и при отсутствии в теле их запасов, даже в случае доставки требуемого количества белка установленные соотношения нарушаются, и сделанные выше Мельгором выводы теряют силу.

По оценке общей питательности рационов и кормов для молочных коров внесен ряд предложений нашими отечественными специалистами. Эти предложения указаны выше (стр. 282, 307 и 308), и потому мы их здесь не приводим. Однако этим работам должно быть уделено должное внимание, тем более что они методически выполнены правильнее. В частности в них использование питательных веществ исследовалось из рациона в целом без разделения на поддерживающую и продуктивную части.

Наконец, следует упомянуть и еще об одном виде оценки кормов для молочных коров, а именно об оценке в скандинавских кормовых единицах (стр. 301).

На примерах с оценкой питательности рационов для молочных коров можно убедиться в том, что нельзя преувеличивать значение способов оценки. Если рационы составлены правильно, то их количественную характеристику можно удовлетворительно дать по ряду способов, и трудно было бы в этом отношении указать на преимущества какого-нибудь из них. Если же рацион составлен неправильно, то положение не улучшится от того, определяется ли питательность кормов рациона по тому или иному способу, и пригодным надо считать тот из способов, при котором может быть легче обнаружена ошибка кормления. А так как правильность кормления во всех необходимых отношениях не может быть установлена только на основании оценки общей питательности, очевидно, предпочтение надо отдать тем показателям общей питательности, которые могут быть непосредственно найдены в несложных опытах и в производстве и которые могут повседневно контролироваться в процессе работы.

ОЦЕНКА ОБЩЕЙ ПИТАТЕЛЬНОСТИ РАЦИОНОВ И КОРМОВ ДЛЯ СВИНЕЙ

Суммарная оценка питательности органической части рационов или основных кормов для разных видов животных не может быть одинаковой в силу хотя бы различных функциональных и обменных возможностей их организма. В то же время, по мысли исследователей, стоявших на позициях автономности и постоянства питательности кормов, общая питательность должна характеризовать корм независимо от того, какому животному и с какой целью он скармливается.

Так, в частности, Кельнер в своем труде указал, что оценка питательности корма, полученная им в опытах с волами при жирообразовании, должна сохранять свое значение как для других видов животных, так и при иных видах продукции, а не только при жирообразовании. Основываясь на опытах Мейселя, Кельнер допускал возможность более высокого использования переваримых веществ продуктивной части рациона свиньями, чем жвачными, примерно процентов на 20—25. Совместить такое повышенное использование переваримых питательных веществ с предположением о пригодности крахмальных элементов для свиней можно только в том случае, если повышение использования по своей абсолютной величине окажется одинаковым (постоянным) для любого корма.

Сейчас этот вопрос представляется возможным осветить на основании экспериментальных исследований. Сотрудник Кельнера, Фингерлинг, провел опыты со свиньями по плану, совершенно аналогичному плану опытов Кельнера с волами.

Из результатов этих исследований можно заключить, что растущие свиньи продуктивную часть корма используют для отложений выше, чем взрослые жвачные. В частности, эти повышения по относительному жирообразованию составляли (в процентах):

для клейковины	35,1
» жира	31,8

для безазотистых экстрактивных веществ 30,0
» сахаров 32,1

Только для клетчатки была найдена по жирообразованию такая же величина, как при скармливании ее жвачным. Так как клетчатка переваривается свиньями хуже, чем жвачными, и содержится в обычных для свиней кормах в незначительных количествах, считается, что ее значение в питании свиней невелико. Как увидим далее, клетчатка имеет определенное физиологическое значение для свиней, и потому пренебрегать ее содержанием нельзя.

Сравнительно с волами свиньи энергию кормов используют лучше (табл. 86 и 87).

Из обменной энергии, отнесенной к продуктивной части рациона (за вычетом обменной энергии в поддерживающей части рациона), переходят в отложения у свиней и волов неодинаковые количества энергии (табл. 86).

Таблица 86

Процент энергии в отложениях

Подопытные животные	Крахмал	Сахар	Клетчатка	Клейковина	Жир
Из обменной энергии продуктивного корма					
Свиньи (Фингерлинг)	82,6	71,5	58,6	74,2	92,9
Волы (Кельнер)[1]	58,9	63,0	61,3	45,2	56,3
Разница	+23,7	+ 8,5	— 2,7	+29,0	+36,6
Из энергии переваримых веществ (по нашим подсчетам)					
Свиньи	80,5	—	56,3	59,5	95,6[2]
Волы	53,0	—	54,4	36,4	56,3
Разница	+27,5	—	+ 1,9	+23,1	+39,3

Исследования, аналогичные опытам Фингерлинга, проводились как до него (до 1914 г.), так и после, и данные его опытов были в основном подтверждены.

Таким образом, крахмальные эквиваленты Кельнера могли иметь значение для свиней только как относительные числа. Последнее положение подтверждается как путем вычислений, так и позднейшими опытами Фингерлинга.

Пример. В табл. 87 приведен пример вычисления крахмального эквивалента ячменя. Для крупного рогатого скота принято содержание переваримых питательных веществ по опытам со жвачными и константы Кельнера, а для свиней — содержание переваримых веществ и константы, по опытам со свиньями.

Сумма переваримого крахмала составит для волов 739,3 *г* и для свиней 703,36 *г*.

Коэффициент полноценности ячменя для рогатого скота принят Кельнером 99%, для свиней, по Фингерлингу, 100%. Отсюда крахмальные эквиваленты будут равны:

для жвачных . . . . . 739,3 × 0,99 = 732
для свиней . . . . . 703,4 × 1,0 = 703

[1] Die Landwirtschafte. Versuchsttation. Bd. 53, 1900, S. 461.

[2] Это число представляется очень высоким и даже странным по сравнению с процентом использования из обменной энергии. Оно вычислено исключительно по данным Фингерлинга. Возможно, что при определении тепловой энергии переваримой части или же обменной энергии, отнесенной к жиру, Фингерлинг допустил ошибку.

Таблица 87

Расчет крахмального эквивалента ячменя для крупного рогатого скота и свиней

Показатели	Белок	Жир	Безазот. экстракт. вещества	Клетчатка
В 1 *кг* ячменя содержится сырых питательных веществ *(г)*	94	21	678	38
Коэффициент переваримости для жвачных	70	90	92	33
Переваримых питательных веществ для жвачных *(г)*	66	19	624	13
Константы Кельнера для пересчета в переваримый крахмал	0,94	2,12	1,0	1,0
Питательные вещества, перечисленные в крахмал, для волов *(г)* . . .	62	40,3	624	13,0
Коэффициент переваримости ячменя для свиней	77	44	89	12
Переваримые питательные вещества для свиней *(г)*	72,4	9,2	603,4	4,7
Константы Фингерлинга для пересчета в переваримый крахмал	1,2	2,48	1,0	0,7
Питательные вещества, перечисленные в крахмал, для свиней *(г)*	73,85	22,82	603,4	3,29

Таким образом, крахмальные эквиваленты одного и того же ячменя, вычисленные для жвачных и свиней, численно близки. Однако за счет этого корма может отложиться разное количество жира:

по данным Кельнера, у жвачных . . . . . $0{,}248 \times 732 = 181{,}5$ *г*,
по данным Фингерлинга, у свиней[1]. . . . . $0{,}354 \times 703 = 248{,}9$ *г*.

Подобные же результаты были получены и в непосредственных опытах на одинаковых кормах при их скармливании крупному рогатому скоту и свиньям.

Кроме того, в этих опытах было установлено, что относительное использование питательных веществ кормов при жирообразовании у жвачных и у свиней (а возможно и вообще у животных) сходно (табл. 88).

Таблица 88

Эффективность использования переваримых питательных веществ корма при эффективности крахмала, принятой равной единице

Подопытные животные	Белок	Жир	Безазот. экстракт. вещества	Клетчатка
Жвачные	0,94	1,91—2,41	1,0	1,0
Свиньи.	1,02	2,48	1,0	0,7

Крахмальные эквиваленты одного и того же корма, найденные в опыте с волами, с одной стороны, и в опыте со свиньями, с другой, по числовому выражению оказываются сходными. Но продуктивность, эквивалентная единице крахмала, у свиней примерно на 35% выше, чем у откармливаемого взрослого крупного рогатого скота. Это различие признано неудобным и взамен

[1] G. Fingerling. Крахмальный эквивалент ячменной дробины. Die Landwirtsch. Versuchsstot, 116, 1—63, 1933 См. также Nehring-Werher. Крахмальный эквивалент различных кормов, 100 Jahre Mockern, Bd I, Berlin, S, 345, 1953.

предлагается оценивать питательность не в крахмальных эквивалентах, а в единицах Кельнера. Понятие о единицах Кельнера дано на стр. 294.

В тридцатых годах Фингерлинг и его сотрудники начали работы по определению коэффициентов полноценности кормов для жвачных и свиней. В данное время многие из работ со свиньями опубликованы (сноска на стр. 336). На свиньях опыты проводились по единообразной методике. Брались животные, не закончившие роста, группами по 3 подсвинка. Опыты на отдельных группах продолжались до 10 месяцев, причем весь опыт разбивался на периоды продолжительностью около месяца каждый.

В отдельные периоды подопытные животные кормились либо основным рационом, либо тем же основным, но дополненным испытуемым кормом, т. е. применялась обычная дифференциальная методика. Почти во всех опытах применялся один и тот же основной рацион из 1,2 *кг* ячменной дробины, 0,1 *кг* рыбной муки и 0,05 *кг* кровяной муки независимо от возраста и веса животных. Так, на этом рационе в отдельные периоды содержались животные 60 и 160 *кг* живого веса. Рацион очевидно недостаточен по объему, по доставке витаминов A и D, практически лишен витамина C и неудовлетворителен по снабжению свиней клетчаткой и минеральными веществами. Неудивительно поэтому, что суммарное использование энергии переваримых веществ в периоды с добавками почти всегда повышалось по сравнению с основным рационом. Серьезным недостатком опытов Фингерлинга по определению коэффициентов полноценности кормов является отсутствие в основном рационе сочного корма. Вызывают сомнение результаты тех опытов, в которых подсвинки весом около 150 *кг* получали всего около 1,5 кормовой единицы и при этом для них указаны значительные отложения, порядка 120 *г* жира в день на животное.

Так как в этих опытах игнорировались требования к полноценному кормлению, применялась дифференциальная методика к растущим животным и добавочные корма рассматривались как действующие независимо от основного рациона, полученные в них результаты лишены практического интереса.

Слабыми местами описанных опытов Фингерлинга по определению ценности отдельных питательных веществ является все то, что указывалось относительно опытов Кельнера (стр. 294). По вопросу оценки питательности кормов для свиней проводились исследования иными методами, отличными от методов и схемы Кельнера и Фингерлинга. Опыты эти были проведены И. С. Поповым и другими исследователями.

Таблица 89

Количество кормов (в *кг*), скормленных поросятам за время опыта

Группа	Ячмень	Картофель	Молоко
Вторая	156,83	126,7	253,9
Третья	238,72	126,7	253,9
Разность	81,89	0,0	0,0

Опыты И. С. Попова, опубликованные в 1928 г., проводились методом контрольных животных. На опыт были поставлены три группы заранее подобранных однородных животных. После предварительного однообразного кормления, цель которого была уравнять животных всех групп, поросята первой группы были убиты, и туши их подверглись химическому анализу. Поросят двух других групп кормили одинаковое время, но получали они разное количество кормов (табл. 89).

По окончании опытного кормления поросята обеих групп были также убиты, и их туши подверглись химическому анализу. В результате анализа и вычислений было найдено, что группа, получившая больше (на 81,89 *кг*) ячменя, отложила больше на 2612,5 *г* белка и на 9817,7 *г* жира.

Принимая ценность белка в 5,7 *ккал* и жира в 9,5 *ккал* на 1 *г*, легко вычислить, что весь избыток отложений содержал $5{,}7 \times 2612{,}5 + 9{,}5 \times 9817{,}7 =$ $= 108\ 159$ *ккал*. Эта энергия отложилась в связи с большим количеством скормленного корма. Но, по указанию автора, чистая энергия ячменя пошла не только на увеличение прироста. Более обильно кормившаяся третья группа имела больший живой вес (была сильнее упитана), а следовательно, имела и большую потребность на поддержание жизни. Увеличение расхода питательных веществ (и энергии) на поддержание жизни было вычислено по результатам опытов Вуда, установившего величину основного обмена у 4-месячных поросят в 4691 *ккал* на 100 *кг* живого веса. Эта величина была принята И. С. Поповым как показатель расхода чистой энергии на поддержание жизни. Так как упомянутое значение было получено Вудом в условиях относительного покоя и в тепловатой атмосфере, то И. С. Попов, принимая во внимание более низкую окружающую температуру и свободу движения поросят в его опытах, повысил это значение на 10% [1].

Таким образом, величина расхода на поддержание жизни и на 100 *кг* живого веса поросят принята им в 5160 *ккал*. За время опыта (61 день) разница веса третьей и второй групп, ежедневно сказывавшаяся на расходе поддерживающей энергии, составила всего 796,95 *кг* на сутки. Таким образом, расход на поддержание жизни, по расчету Попова, должен увеличиться дополнительно на $5160 \times 7{,}9695 = 41\ 122$ *ккал* чистой энергии, которая также должна быть отнесена за счет тех же 81,89 *кг* ячменя. В сумме, следовательно, за счет ячменя мы имеем $108\ 159 + 41\ 122 = 149\ 281$ *ккал* чистой энергии, что на 1 *кг* ячменя составляет 1822 *ккал*. Одновременно ячмень был проанализирован, и по коэффициентам переваримости и полноценности, взятым из таблиц Кельнера для жвачных, был вычислен его крахмальный эквивалент, оказавшийся в среднем равным 65,3.

Следовательно, 653 *г* крахмальных эквивалентов Кельнера, заданных в ячмене свиньям, при продуктивном кормлении привели к отложению, соответствующему 1822 *ккал*. При пересчете этой величины на 1 *кг* крахмальных эквивалентов получаем 2790, а за округлением — 2800 *ккал*. Разница с кельнеровской величиной для жвачных составляет около 19%.

В. С. Крылова [2] исследовала питательность ячменя и картофеля для свиней, основываясь при оценке, так же как и предыдущие авторы, на продуктивности. Работа дополнена учетом физиологического состояния животных. Здесь также было подтверждено более высокое использование переваримых веществ и энергии свиньями, чем жвачными.

При этом наблюдалось, что добавка картофеля к основному рациону, в котором преобладали концентрированные корма, была более эффективной, чем добавка ячменя к тому же рациону. В этом результате мы усматриваем нормальное физиологическое действие добавки картофеля, что привело к повышению полноценности кормления и использования всего рациона. Нет оснований соглашаться с выводами автора, что питательность картофеля для свиней относительно выше, а ячменя относительно ниже, чем для жвачных. Известны опыты, в которых добавка ячменя к рациону, состоявшему преимущественно из картофеля, значительно повышала эффективность использова-

---

[1] Пониженная температура при откорме могла иметь положительное значение (стр. 62).

[2] В. С. Крылова. Питательность ячменя и картофеля для растущих свиней. ВИЖ, 1952.

ния кормов всего рациона, в то время как увеличение дачи картофеля в подобном рационе положительного эффекта не давало. В этом случае автору пришлось бы сделать прямо противоположные выводы.

Итак, свиньи используют переваримые вещества продуктивной части пищи для отложений в теле в более высоком проценте, чем жвачные. Это различие объясняют прежде всего меньшим размером бродильных процессов в пищеварительном тракте.

Несомненно, свиньи более специализированы в направлении жирообразования, чем крупный рогатый скот, особенно молочного и даже смешанного типа.

На какой процент используются свиньями питательные вещества выше, чем жвачными, нельзя считать решенным окончательно, так как цитированные выше опыты проводились в разных условиях и в них учтены были далеко не все важные с современной точки зрения факторы.

Что условия ведения опытов могли отразиться на результатах, видно из ряда работ, из которых мы упомянем проведенную Митчеллом [1]. В этих опытах автор не мог показать, что свиньи используют корма лучше жвачных. Приняв в исследовании метод контрольных животных, автор использовал его неправильно, допуская во время опыта значительные колебания в уровне кормления.

При любых условиях метод контрольных животных дает результат, зависящий не только от питания, но и от всей суммы действовавших длительный период факторов. Поскольку многие из них — упитанность, движение, индивидуальность, нервная деятельность — или не учитываются, или учитываются недостаточно, постольку результат работ по этому методу следует понимать как эффект не только питания, но и суммарного действия факторов в опыте.

Метод контрольных животных, как осложненный только что указанными факторами, не годится для решения вопроса: можно ли на основании опытов со жвачными предсказать величину жирообразования у свиней. Ответ на этот вопрос скорее можно получить из опытов Фингерлинга и притом отрицательный.

Прежде всего из кормов, богатых клетчаткой, жвачные используют питательные вещества лучше свиней. Корма, содержащие легкопереваримые углеводы, свиньи, наоборот, используют лучше жвачных. Наконец, как это обсуждалось на стр. 334, одно и то же переваримое вещество, условно отнесенное к продуктивной части рациона, свиньи используют вообще выше, чем жвачные.

Разделение питательных веществ рациона на поддерживающую и продуктивную части принципиально отвергается. В силу этого заключения, которые сделаны выше на основании большинства цитированных опытов, должны быть проверены для всего рациона в целом.

Рационы свиней и жвачных, как правило, не сходны по набору входящих в них кормов. Но если разницей в наборе кормов пренебречь и сравнить использование энергии переваримых веществ целых рационов, то окажется, что откармливаемые растущие свиньи за время откорма с 20 до 100 *кг* живого веса откладывают в теле примерно на 30% больше энергии, чем молодняк крупного рогатого скота при откорме с 50 до 200 *кг*, и на 35% больше, чем взрослый откармливаемый крупный рогатый скот с одного и того же количества (1000 *ккал*) энергии переваримых веществ всех съеденных кормов. Эти расчеты сделаны нами по данным передовой практики, в которых был хорошо поставлен учет кормов.

Таким образом, заключение о лучшем использовании переваримых веществ кормов свиньями, чем жвачными, действительно не только для продуктивной части рационов, но и для рационов в целом (см. также стр. 327).

[1] H. H. Mitchell & T. S. Hamilton, Ill. Agr. Exp. Sta Bull., 329, 1929.

Несомненно, большую ценность представляют материалы, характеризующие общую питательность рационов и кормов по результатам научно-хозяйственных опытов.

Длительные и достаточно углубленные научно-хозяйственные опыты со свиньями показали, что многие из кормов при их сравнительной оценке по приросту живого веса свиней сохраняют относительную питательность того же порядка, что и при оценке их в продуктивных кормовых единицах, вычисленных на основании крахмальных эквивалентов.

Однако это сходство наблюдается при непременном условии, что корма свиньям скармливаются при полноценном кормлении в рационах, содержащих прежде всего необходимое количество белка, минеральных веществ и витаминов.

Как видно из табл. 90, растительные корма имеют незначительное расхождение; иначе обстоит дело с кормами животного происхождения и жмыхами. Но поскольку корма животного происхождения, богатые белком, входят в рацион в небольшом проценте и в смеси с растительными кормами, принято пока еще пользоваться овсяными кормовыми единицами для относительной оценки кормов, учитывая возможные отклонения для грубых кормов (богатых клетчаткой), кормов животного происхождения и, повидимому, кормов, богатых легко переваримыми углеводами.

Пригодность оценки кормов в кормовых единицах при молочной продукции у свиней, повидимому, как и у коров, ограничена. Рационы, содержащие одинаковые количества овсяных кормовых единиц, но разное количество белка и разные в некоторых других отношениях, могут оказаться: один из них обеспечивающим, а другой не обеспечивающим потребности при одной и той же молочной продуктивности. Это обстоятельство весьма существенно и означает, что оценка общей питательности пригодна как мера оценки кормления при молочной продукции, но при соблюдении ряда условий. Такой оговорки обычно не делается.

Таблица 90

Сравнительная оценка кормов в овсяных кормовых единицах

Корм	Овсяные кормовые единицы в 1 *кг*		
	вычисленные по крахмальным эквивалентам	вычисленные по опытам со свиньями	разница
Клеверная мякина	0,57	0,60	+ 0,03
Пастбище: клеверное	0,165– 0,175	0,172	—
люцерновое	0,15 –0,155	0,16	+ 0,01
Свекла	0,123	0,12	—
Картофель	0,313	0,30	— 0,013
Пшеница	1,19	1,2	+ 0,01
Рожь	1,193	1,2	—
Ячмень	1,0	1,0	—
Овес	1,0	1,0	—
Кукуруза	1,236	1,26	+ 0,024
Пшеничные отруби	0,775	0,8	+ 0,025
Жмых подсолнечниковый	1,177	1,35	+ 0,163
Цельное молоко	0,333	0,412	+ 0,029
Снятое молоко	0,175	0,200	+ 0,025
Пахтанье	0,181	0,195	+ 0,014
Сыворотка	0,10	0,10	—
Мясная мука	1 5	2,0	+ 0,5
Рыбная мука	0,857	1,2	+ 0,343
Кровяная мука	1,29	1,85	+ 0,56

Аналогичные результаты были получены и в опытах при откорме растущих свиней. Опыты эти проводились в хозяйственной обстановке, и их можно обсудить поэтому лишь с точки зрения наблюдаемого прироста, без учета его состава.

В этих опытах изучалась возможность наиболее полного использования способности молодых свиней к мясо- и жирообразованию. Опыты проводились таким образом, что можно разграничить влияние притока суммы питательных веществ и белка как порознь, так и в их взаимном сочетании. Конечно, такое разграничение условно, так как рационы составлялись не из одинакового набора кормов.

Влияние притока белка на прирост живого веса у свиней при постоянной общей питательности дачи видно из результатов опытов табл. 91.

Таблица 91

Влияние притока белка на прирост живого веса у свиней

Показатели кормления	Суточный прирост живого веса *(г)*			
	461	577	604	610
Кормовых единиц на голову в день в группе за весь период откорма (с 30 до 90 *кг* веса)	2,62	2,70	2,70	2,68
Переваримого белка *(г)* на 1 кормовую единицу	60	72	90	98

Судя по приросту живого веса, общая питательность рационов должна различаться и притом значительно; из данных ясно видна зависимость прироста не только от общей питательности, вычисленной в кормовых единицах, но и от свойств рационов, состоявших из разных кормов, характеризующихся, в частности, различным содержанием белка.

При мясообразовании, сочетающемся с жирообразованием, у растущих свиней общая питательность кормовой дачи зависит от ряда факторов и от доставки в пище белка, т. е. и здесь при оценке общей питательности по продуктивности имеет значение полноценность кормления. Роль белка в питании экспериментально показана около 150 лет назад, но как из примененной Кельнером методики, так и из результатов его опытов роль белка в оценке питательности не была выявлена. В такой же мере это относится и к ряду других веществ пищи.

Поэтому зависимость использования пищи от притока белка и притока некоторых других питательных веществ является новым положением, разъясняющим возможность и условия применения оценки кормов, хотя бы и в относительных по своему значению единицах при различного вида продукции.

Итак, советская кормовая единица как мера сравнения кормов между собой, но не как абсолютный эквивалент продукции может применяться в кормлении свиней при различной их продукции, с соблюдением условий, прежде всего касающихся доставки в пище белка, минеральных веществ и витаминов не закончившим роста и лактирующим животным.

В конце тридцатых годов были опубликованы работы В. М. Попова (1939) и Брейрема. Как первая, так и вторая работы проводились авторами с возможно полным учетом обмена веществ и энергии у животных, и в основном преследовали одинаковые цели — изучение обмена у продуцирующих свиней, в частности, выяснение продуктивной ценности кормовых средств.

Работа К. Брейрема [1] вышла из лаборатории проф. Х. Мельгора (Копенгаген). Последний занимает позицию признания кельнеровских констант и крахмального эквивалента за незыблемые показатели всеобщего значения, что уже упоминалось нами и выше; Мельгор предложил в качестве эталона сравнения питательной ценности отдельных кормов для всех случаев кормления особый термин энергетической интерпретации крахмального эквивалента, обозначенный им в символах NK_F, что означает начальные буквы термина «калории чистой энергии при жирообразовании» — *у* волов из опытов Кельнера.

В упоминаемой работе К. Брейрема были подтверждены некоторые положения, уже известные до того. Так, например, было показано, что из одного и того же количества продуктивной части пищи у свиней обнаруживается в отложениях энергии больше, чем можно было бы получить в отложениях у откармливаемых волов. У свиней отложения, выраженные в энергии, найдены выше на 30—25%.

Подавляющее большинство прочих выводов и заключений сделаны с исключительным стремлением не уклоняться от принципа, не взирая даже на то, что эти выводы вступают в конфликт со здравым смыслом и, казалось бы, их следовало делать после тщательной проверки.

К числу таких заключений относится утверждение автора, что жирообразование у свиней требует при прочих равных условиях меньших затрат энергии пищи, чем рост. Далее автор утверждает, что использование энергии для жироотложения практически не зависит от относительного содержания протеина в пище. Последний вывод он делает, несмотря на то, что в работе имеется только 50% случаев, подтверждающих его, и 50% случаев, противоречащих ему.

Автор далее указывает, что размер суточного привеса нельзя признавать за признак продуктивности животных, так как состав привеса сильно колеблется. При этом у автора получилось, что с уменьшением суточного привеса относительно возрастает в нем содержание энергии и наоборот. Несмотря на заявление, сделанное в одном из мест работы Брейремом, что общее суточное отложение веществ в приросте у растущих подсвинков является следствием не возраста и размера животных, а количества задаваемых им кормов, он все же не рекомендует строить заключение о продуктивном действии пищи на суточном привесе. Хотя в начале работы автор сообщил, что его опыты велись при ограниченном притоке пищи, вызванном стремлением заставить животных поедать ее без остатков, ему в связи с отрицанием значения привеса пришлось принять гипотезу, положенную в основу всех его окончательных выводов.

Гипотеза эта гласит, что подсвинки весом от 20 до 100 *кг* откладывают в приросте независимо от размера суточного привеса довольно постоянное количество энергии, составляющее 45—50 *ккал* на 1 *кг* живого веса независимо от их возраста. Автор совершенно упускает из виду, что это положение явно противоречит высказанному выше им же утверждению о зависимости прироста энергии в отложениях от питания, и не делает естественно правильного вывода, что «найденная» им биологическая закономерность постоянства отложения на 1 *кг* живого веса является не чем иным, как характеристикой принятого в опыте режима кормления. Наиболее опасно для практики утверждение автора, что размер суточных отложений на единицу веса неизменен. Этот вывод, хотя и сделан со ссылкой на применение точных методов исследования, не соответствует действительности. Его прежде всего ежедневно опровергают наши передовики свиноводства. Наблюденные Брейремом су-

[1] Отчет Копенгагенской лаборатории, № 162, 1936.

точные приросты веса в 400—500 *г* на животное далеко отстают от получаемых передовиками. Так, например, в опытах В. Лысогорова [1] за 120 дней откорма подсвинки прирастали на 900 *г* и более сильно осаленной свинины в сутки, что могло произойти только в том случае, если на 1 *кг* живого веса откладывалось бы около 60 *ккал* ежедневно. Подсвинки в опыте Лысогорова в возрасте до 10—12 месяцев откармливались до живого веса значительно выше 100 *кг*. Но и в указанных автором пределах (от 20 до 100 *кг*) получают привесы до 900 *г* в сутки с большей калорийностью на 1 *кг* веса (стр. 316). Нет оснований принимать утверждение Брейрема, что с увеличением суточного прироста понижается его относительная калорийность.

В работе В. М. Попова [2] также подтверждена повышенная продуктивная ценность органических питательных веществ для свиней сравнительно со жвачными.

Так как автор изучал несколько кормовых комбинаций, как менее так и более сложных, то ему представилось возможным продемонстрировать наличие ассоциативного эффекта на свиньях, повидимому, в тех случаях, когда корм, вводимый в смесь, дополнял ее существенно важными для удовлетворения потребностей веществами.

Ассоциативный эффект, полученный в балансовых опытах, является демонстрацией важной роли правильного подбора кормов в рационе и неоправданности дифференциальной методики для оценки питательности отдельных кормов. Что подбор кормов дает ощутимый эффект, можно видеть не только в точных балансовых опытах, но и в обычных хозяйственных опытах по кормлению.

В свиноводстве, особенно в тех случаях, когда в кормовой рацион не входит трава или сено хорошего качества, продуктивность может быть ограничена недостатками качественного состава белка, витаминов и минеральных веществ. Для иллюстрации в табл. 92 приводим относящиеся к проблеме роли белка данные из хозяйственных опытов.

Таблица 92

Результаты опытов по откорму подсвинков

Показатели	В группе с растительным протеином	В группе с протеином животного происхождения
Продолжительность откорма (дней)	150	133
Конечный вес при откорме (*кг*)	111,0	123,7
Скормлено за опыт основных кормов (*кг*):		
ячменя	105,0	90,2
картофеля	765,9	765,0
Протеиновых дополнителей (*кг*):		
соевого жмыха	36,5	—
дрожжей	15,0	—
треской муки	—	42,5
В сутки на животное задано в корме (*г*):		
переваримых питательных веществ	1852	1853
переваримого белка	235	234
Суточный прирост (*г*)	531	746

[1] В. Лысогоров. Откорм молодых свиней на сало. «Мясная и молочная промышленность СССР», сб. 5, Пищепромиздат, 1946, стр. 65—71.

[2] В. М. Попов. См. сноску на стр. 89.

На двух кормовых рационах, сходных по основным кормам, одинаковых по количеству переваримых веществ и переваримого белка, но различавшихся по качеству белковых дополнителей, получены совершенно различные привесы. Подобных примеров можно привести много. Конечно, в научно-хозяйственном опыте нельзя выяснить, какова будет калорийность привесов в этих обеих группах, однако совершенно очевидно, что приведенный выше (стр. 341) вывод о связи размера прироста только с количеством доставляемого белка должен быть дополнен и требованием к его качеству.

Для определения степени укомплектованности рационов полезно бывает принять стандарт, сравнивая их по таким хотя бы признакам, как состояние животных, их продуктивность, использование кормов и т. д. Сравнивая результаты применения рационов с таким стандартом, можно отобрать те из них, которые будут ему удовлетворять. Так, например, за стандарт сравнения для мясного и полусального откорма свиней можно принять сохранение здорового состояния животных до конца откорма при достижении ими следующих показателей продуктивности:

при постановочном весе	суточный привес за весь период откорма не менее
20—30 *кг*	500 *г*
30—40 *кг*	600 »
40—50 »	650 »
50—75 »	700 »
75—80 »	750 »

Кроме того, при оценке кормления нужно добиваться, чтобы на 100 *кг* привеса расходовалось 500—600 овсяных продуктивных кормовых единиц при содержании в рационе 80—90 *г* переваримого белка на 1 кормовую единицу. Если рацион не будет удовлетворять хотя бы одному из перечисленных условий, то в него нужно внести исправления.

В приведенном выше стандарте удовлетворительность рациона определяется по размеру суточного привеса и по затратам кормовых единиц и переваримого белка. В этом требовании, как мы увидим, заключаются не только элементы экономической эффективности, но и полноценности кормления.

Однако достаточно просмотреть опыты Пушкинской зоотехнической лаборатории, Полтавского научно-исследовательского института свиноводства и других учреждений, чтобы убедиться, что требуемый привес получается не только в зависимости от доставки питательных веществ, но во многих случаях при одинаковой доставке кормовых единиц и белка привесы бывают разными. Привесы безусловно зависят от рода кормов и от их сочетания в рационах, так как каждый корм доставляет животному, помимо органического вещества и белка, еще многие вещества, не учитываемые в этих двух показателях. Удачное сочетание таких неконтролируемых веществ дает лучший эффект, чем неудачное. Поэтому достаточное по общей питательности кормление не обязательно будет удовлетворительным вообще.

Из многочисленных опытов по кормлению свиней можно заключить, что крахмальные эквиваленты или другие единицы питательности кормов, основанные на продуктивности животных и употребляемые при кормлении свиней, почти совпадают с числовыми значениями суммы переваримых питательных веществ [1].

Отмеченное совпадение относится и к содержанию в рационах энергии переваримых веществ. Однако только численного совпадения было бы недостаточно для рекомендации пользоваться энергией переваримых веществ для

[1] Руководство по кормлению и обмену веществ у сельскохозяйственных животных под редакцией Н. М. Кулагина и др., т. III. Сельхозгиз, 1937, стр. 494.

оценки питательности рационов и кормов. Полного соответствия между содержанием в рационах и кормах энергии переваримых питательных веществ и продуктивностью свиней даже при учете уровня кормления нет.

Использование энергии переваримых питательных веществ свиньями, также как и крупным рогатым скотом, зависит от многих факторов и среди них — от сбалансированности кормления с потребностями. На приводимом здесь графике (рис. 30) показано, как сильно рассеиваются проценты исполь-

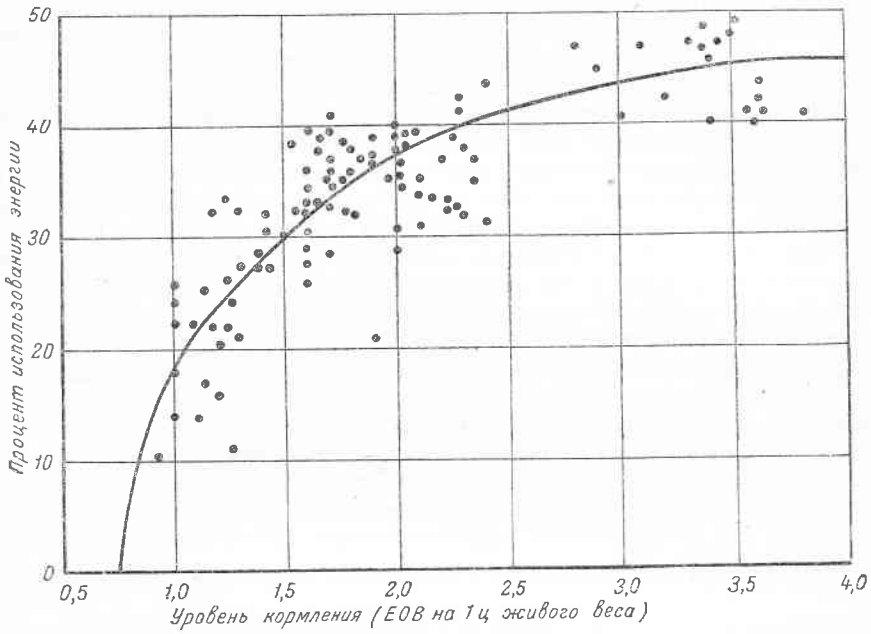


Рис. 30. Использование энергии переваримых питательных веществ рационов подсвинками старше 5 месяцев. Кривая построена на основании уравнения регрессии, составленного по данным опытов В. А. Буржене, Г. Фингерлинга, Г. Митчелла, В. М. Попова, Г. Людвигсена и Г. Торбек.

зования энергии переваримых веществ при кормлении подсвинков рационами с различной сбалансированностью. Однако это не может служить помехой к применению ЕОВ для оценки питательности рационов и кормов. О возможности применять это измерение питательности к свиньям указывалось на стр. 325. Учет использования энергии для образования продукции поможет выбрать рационы, лучше отвечающие требованиям экономного расходования пищи и более полного обеспечения потребностей животных.

В опытах показано, в частности, что включение в рацион избытка клетчатки ведет к снижению использования энергии, что большее разнообразие состава рациона и особенно введение в рацион сочных кормов приводит к улучшению использования энергии переваримых веществ рациона.

ОЦЕНКА ОБЩЕЙ ПИТАТЕЛЬНОСТИ РАЦИОНОВ И КОРМОВ ДЛЯ ОВЕЦ

До недавнего времени считалось, что процессы питания у овец практически не различаются с процессами питания у крупного рогатого скота.

Очень часто результаты опытов по кормлению, проведенных на овцах, применялись к крупному рогатому скоту. Однако оказалось, что обмен у тех и других значительно различается. Это и дало основание ввести отдельную оценку питательности рационов и кормов для овец.

А. В. Модянов провел ряд специальных опытов по оценке питательности кормов для овец. В своих работах он руководствовался представлениями, развитыми сторонниками оценки питательности отдельных кормов по продукции. Питательность отдельных кормов считается автором независимой от свойств рациона и от специфики обмена животных и определяется в дифференциальном опыте по величине продукции, относимой к корму, заданному сверх основного рациона, по продуктивной части последнего. За единицу сравнения питательности Модянов предложил принять 1 *кг* овса и считать, что этой единице эквивалентно 1700 *ккал* энергии в продукции вместо 1440 *ккал* для откармливаемого вола, т. е. на 18% больше последнего (см. также стр. 307).

Указания на лучшее использование переваримых питательных веществ овцами по сравнению с крупным рогатым скотом имеются и у других авторов. Так, например, П. Фухс [1] в 1951 г. сообщил, что 1 *кг* крахмальных эквивалентов у овец соответствует 2950 *ккал* энергии в отложениях, или 310 *г* жира тела. По расчету на 1 овсяную единицу, считая ее соответствующей 0,6 крахмального эквивалента, это составит 1770 *ккал* в отложениях.

К. Неринг [2], с одной стороны, и Е. Креземан [3], с другой, указывают, что энергия в продукции у овец, эквивалентная 1 *кг* крахмала, только на 6% больше, чем таковая же у волов. Выше (стр. 325) были приведены соображения о возможности определять питательность кормов для овец в ЕОВ и по величине использования ими энергии переваримых питательных веществ.

В последнем случае независимо от сходства или расхождений в использовании пищи овцами и крупным рогатым скотом необходимы прямые опыты на овцах. Это объясняется прежде всего различием в структуре кормовых рационов овец и крупного рогатого скота, а также разницей направления продуктивности и потребностей в питательных веществах.

ОЦЕНКА ОБЩЕЙ ПИТАТЕЛЬНОСТИ РАЦИОНОВ И КОРМОВ ДЛЯ ЛОШАДЕЙ

Своеобразие в строении и функциях пищеварительного тракта лошади, особенности функциональной деятельности, связанные с исключительным преобладанием мышечной работы, неоднократно побуждали исследователей к поискам особых принципов в оценке кормов для лошадей вообще и рабочих в частности.

Основываясь на том, что клетки мышц для производства работы могут использовать питательные вещества главным образом в виде глюкозы, Шаво [4] предложил подходить к суждению о ценности корма для работающего животного, считаясь с возможным образованием глюкозы из этого корма. Это предложение получило название «изоглюкозной теории». По этой теории, питательные вещества кормов могут заменять друг друга в обеспечении мышечной работы в количествах, дающих одинаковый вес глюкозы. Считалось, что 100 *г* жира дают 161 *г* глюкозы, 100 *г* крахмала — 110, 100 *г* сахара — 105, 100 *г* белка — 80 *г* глюкозы.

В этой теории кормление сводится к идее о необходимости доставлять животному только «топливо», т. е. вещество, при превращениях которого наблюдается работа.

Мало чем отличаются от предложений Шаво предложения Цунтца и Гагемана. Предложенный ими метод является попыткой оценить корма для лошадей в калориях чистой энергии.

---

[1] P. Fuchs — см. сноску на стр. 271.

[2] K. Nehring. Измерение кормовой ценности в единицах Кельнера. Сб. 100 Jahre Möckern, Berlin, 1954.

[3] E. Craesemann. Действие кормов на отложение жира у различных животных и его значение для измерения питательной ценности. Там же.

[4] Цит. по Гоуэну. Рациональное кормление домашних животных, СПб, 1911.

По этому методу в опыте необходимо: 1) установить валовую энергию корма (сжиганием образцов в бомбе); 2) то же кала и мочи, 3) ввести поправку на не вполне окислившиеся газообразные продукты (CH_4 и H_2); эта поправка принимается равной 0,7 *кал* на 1 *г* переваримой клетчатки; 4) по данным пунктов 1—3 вычислить обменную энергию; 5) исправить полученное количество обменной энергии на потери при работе переваривания, определенные Цунтцем и Гагеманом в 9% обменной энергии независимо от рода корма. Сверх того, вводится поправка на разжевывание и переваривание сырой клетчатки, а именно на каждый 1 *г* ее по 2,65 *кал*.

Вместо прямого определения количества обменной энергии последнюю можно вычислить по сумме переваримых органических веществ, приведенных к крахмалу по расчету, что 1 *г* последнего, по опытам Цунтца, содержит 3,96 *ккал*. Перечисление заключается в том, что количество переваримого жира увеличивается в 2,4 раза.

Способ Цунтца встречает много возражений, так как приведенные коэффициенты поправок для потери на работу переваривания и использование клетчатки были установлены в кратких 15-минутных опытах по легочному газообмену.

В табл. 93 показано, к каким заключениям может привести пользование этим методом. В сопоставлении приводим количество чистой энергии, найденное в опытах с лошадьми при пользовании расчетом по Цунтцу. С другой стороны, помещены значения чистой энергии, вычисленные по переваримым питательным веществам из опытов с лошадьми, но при пользовании коэффициентами Кельнера для жвачных. Наконец, к той же таблице приведены примечания, касающиеся переваримости клетчатки и жира кормов. Эти примечания необходимы особенно по отношению клетчатки, так как в опытах были наблюдены большие колебания ее переваримости.

Таблица 93

Чистая энергия кормов для лошадей

Корм	Чистая энергия на 100 *кг* в тыс. *ккал*	
	наблюдения по Цунтцу	вычисленная по коэффициенту для рогатого скота
Ячмень	331,12	179,55[1]
Пивная дробина	300,69	109,65
Кукуруза	248,09	187,01[1]
Кукурузная мука	257,38	192,32
Сено грубое	58,86	58,06[2]
Сено тонкое	73,59	66,79[2]
Овес	260,87	115,85[1]
Пшеничные отруби	115,60	89,70[3]

Причина колебаний переваримости клетчатки и жира понятна, так как переваримость концентрированных кормов вычислялась косвенным методом по разности данных для 2 периодов. Относительно чистой энергии приходится

[1] Клетчатка не переваривалась.
[2] Переваримость жира под вопросом.
[3] В 5 случаях из 10 клетчатка не переваривалась, в остальных переваримость колебалась от 18 до 79%. В 2 случаях из 10 жир не переваривался, а в остальных переваримость колебалась от 1 до 83%.

все же заключить, что на 1 *кг* перевариваемых лошадью веществ приходится большее количество чистой энергии, чем на ту же величину у жвачных. Так как переваримость кормов у лошадей ниже, чем у жвачных, то это различие, отнесенное к соответствующим типам животных, сглаживается (табл. 94). В единицах Кельнера крахмалу для лошадей дается также повышенная оценка — 1,44 (К. Неринг).

Таблица 94

Чистая энергия (в *ккал*) 1 *кг* корма у жвачных сравнительно с лошадьми [1]

Корм	Жвачные	Лошади
Люцерновое сено	753 100,00	1074 142,60
Сено красного клевера	850 100,00	879 103,30
Сено тимофеевки	946 100,00	586 61,90
Картофель	402 100,00	785 195,40
Овес	1486 100,00	2056 138,30
Льняной жмых	1956 100,00	2235 114,50

Из табл. 94 видно, что по расчетам, основанным на методе Цунтца и Гагемана, между чистой энергией кормов для лошадей и чистой энергией тех же кормов для жвачных параллелизма нет. Некоторые корма, например сено красного клевера, дают почти совпадающие значения, другие — пониженные, а третьи — резко увеличенные для лошадей. Трудность учета размера продуктивности работающей лошади не дает возможности на практике реально устанавливать наличие расхождений в оценке кормов. Наиболее доступен путь учета изменений живого веса. Считая, что работающее животное в случае возмещения расходов энергии, связанных с функциями организма, будет сохранять свой вес, можно на основе этого судить о достаточности питания и даже приближенно оценивать корма. Этим принципом пользуются при оценке кормов для лошадей. В опытах, построенных на этом принципе, лошади, получая рационы, различавшиеся только испытуемыми кормами, выполняли совершенно одинаковую работу и систематически взвешивались.

Чтобы быть уверенными в тожестве работ, производимых подопытными лошадьми, из двух групп составляют парные упряжки так, что в них входит по одной лошади из каждой группы.

В результате испытаний в подобных опытах (Н. Ганссон) равноценными 1 *кг* ячменя принимают следующие количества 17 различных кормов (в *кг*): смеси ячменя и овса — 1,1, овса — 1,2, кукурузы — 0,95—1,0, патоки — 1,0, сахарного жома — 1,1, пшеничных отрубей — 1,25, овсяных отрубей — 1,8, сухого вещества вареного картофеля — 0,9, сухого вещества кормовой свеклы — 1,1, клеверного сена — 2,5.

Кельнер [2] без особых обоснований предлагал при кормлении лошадей использовать крахмальные эквиваленты, полученные на волах при откорме.

[1] По данным Г. Армсби, Nutr. of farm animals, N. V., 1922.

[2] О. Кельнер. Кормление сельскохозяйственных животных. Изд. «Мысль», 1927, стр. 450.

Потребность лошадей в крахмальных эквивалентах Кельнер вычислил на основании опытов Цунтца и Гагемана путем деления найденной ими потребности в калориях на 3,76.

Все приведенные выше предложения по оценке кормов для лошадей основаны на идее о необходимости в корме доставить материал, который организмом будет превращен в мышечную работу. Эта идея, возможно, поддерживалась наблюдениями из практики, показывающими, что некоторые кормовые продукты, мало пригодные для роста, молокопродукции и даже откорма, были удовлетворительными для работающих лошадей (например, отходы от переработки овса на крупу).

В последнее время (1950 г.) вопрос оценки общей питательности рационов для лошадей исследовал Г. Г. Карлсен [1]. Он пришел к заключению, что доставка в рационе работающей лошади переваримых питательных веществ является совершенно достаточным, исчерпывающим условием обеспечения потребностей работающих лошадей в органическом веществе пищи.

На основании своих опытов автор пишет, что оценка общей питательности отдельных кормов и рационов в переваримых органических веществах гораздо ближе к данным, полученным в опытах, чем оценка в кормовых единицах, а следовательно, и в крахмальных эквивалентах.

Конечно, при оценке кормов и рационов в переваримых веществах или в энергии переваримых веществ в соответствующих величинах должны быть выражены и потребности.

Плодотворное изучение физиологии и биохимии мышечной деятельности привело к установлению связи обмена веществ в мышце с функциями организма как целого. Особенное значение приобретает расшифровка регуляции мышечной работы и восстановление работоспособности мышц, связанное с регуляцией обмена. В числе нервно-гуморальных регуляторов имеются и такие, функции которых связаны с доставкой питательных веществ.

ОЦЕНКА ОБЩЕЙ ПИТАТЕЛЬНОСТИ КОРМОВ ДЛЯ ПТИЦЫ

Для оценки питательности органического вещества в кормлении птиц была сделана попытка воспользоваться крахмальным эквивалентом. Эта попытка принадлежит М. И. Дьякову [2]. В респирационных опытах с птицей он нашел величины физиологически полезной (обменной) энергии для нескольких кормов. Для вычисления крахмального эквивалента он делил найденное количество физиологически полезной энергии на 4,18 *ккал*, которую считают эквивалентом 1 *г* крахмала обменной энергии у кур. На основе этого расчета М. И. Дьяков пришел к заключению, что для птиц можно пользоваться оценкой кормов в крахмальных эквивалентах Кельнера.

В отличие от волов, у птицы потери от брожения минимальны, а в моче на 1 *г* выделенного азота теряется большое количество энергии. Поэтому считается, что переваримые безазотистые экстрактивные вещества и клетчатка доставляют организму птиц большее, а протеин меньшее количество обменной энергии, чем крупному рогатому скоту (волам). Неизвестны, наконец, ни процент обменной, ни процент чистой энергии из переваримого крахмала, а также и так называемые коэффициенты полноценности (в смысле Кельнера) для птиц.

В последнее время Креземан [3] сообщил данные опытов на курах по определению продуктивного действия отдельных питательных веществ (табл. 95).

[1] Г. Г. Карлсен. Принципы нормирования кормления рабочих лошадей и оценка питательности кормов. «Коневодство», 1950, № 6.

[2] М. И. Дьяков. Основы рационального кормления птицы. СПб, 1915.

[3] Cresemann. См. сноску на стр. 346.

Таблица 95

Содержание «чистой» энергии в отложениях у кур, эквивалентное 1 *кг* переваримых питательных веществ

Вещество	Обменная энергия (*ккал*)	Отложенный жир — чистая энергия (*ккал*)	Коэффициент отложения [1]	Коэффициент при крахмале = 1,0
Крахмала	4185	2393	0,57	1,00
Жира	9500	7445	0,78	3,11
Белка	4516	2475	0,55	1,03

Общая питательность кормов при кормлении птиц оценивается суммой переваримых питательных веществ, вычисляемой так же, как и для прочих животных (стр. 284).

Последняя оценка распространена и в Советском Союзе.

В 1929 г. А. П. Дмитроченко предложил [2] общую питательность кормов для птицы измерять в калориях обменной энергии, которая с достаточной точностью определяется по разности валовой энергии корма и энергии в помете.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО ОЦЕНКАМ ОБЩЕЙ ПИТАТЕЛЬНОСТИ

В предыдущих главах описаны многочисленные способы определения общей питательности кормов и рационов. Каждый из способов отличается чем-либо от остальных, каждый из них применялся к оценке кормления в экспериментах, а некоторые широко распространены в практике.

В Дании и США уже многие годы уживаются по крайней мере по две принципиально различные системы оценок питательности. Так, в датской практике пользуется широким распространением скандинавская кормовая единица, определяемая по величине продукции, применением которой вполне удовлетворены практики, поддерживающие продуктивность животных и состояние животноводства на высоком уровне. Против этой оценки решительно возражает датский исследователь Х. Мельгор, затративший много труда на обоснование «чистых калорий жирообразования» (NK_F) как базы комплексной оценки питательности рационов молочных коров, растущего скота и вообще рационов всех животных при поддержании жизни. В способе Мельгора комплексность, правда, ограничена только двумя факторами — общей питательностью и белком. Несмотря на доказательства, полученные в лаборатории Мельгора, датская практика не отказывается от оценки питательности в кормовых единицах и не переходит на предложенную Мельгором систему.

Подобно тому и в США в практической и исследовательской работе пользуется исключительно широким распространением система TDN (суммы переваримых питательных веществ), предложенная Э. Вольфом. Хотя уровень некоторых отраслей животноводства США и ниже таковых же в Дании, но в то же время нет признаков, чтобы животноводы в США считали систему TDN ограничивающей их успехи в животноводстве. Наряду с этой системой в США более 50 лет тому назад Г. Армсби разработал способ оценки питательности в термах чистой энергии, широко известный во многих странах, но на практике не применяющийся. Способ Армсби значительно усовершенствован Форбсом и Митчелом, показавшими зависимость питательности не только от свойств

[1] Отношение чистой энергии к обменной энергии.

[2] А. П. Дмитроченко. См. сноску на стр. 305.

кормов и рационов, но и от их соответствия с потребностями животных. Эти исследования помогли обоснованию комплексной оценки питательности.

Успешное пользование различными способами оценки общей питательности, среди которых имеются принципиально различающиеся, позволяет думать, что результаты кормления животных не всегда зависят от того, по какому из способов оценивается питательность как кормов, так и рационов.

Предположение о независимости результатов кормления от способов оценки питательности оправдывается там, где выработались и укоренились определенные типы кормления и определенные системы смены рационов в зависимости от функционального состояния животных.

В подобных случаях, как, например, показал А. С. Емельянов, достаточно бывает контролировать уровень кормления по валовому содержанию в кормах и в рационе сухого вещества (см. стр. 282).

Но такая кажущаяся независимость результатов кормления от способов оценки питательности кормов исчезает, как только возникает необходимость смены типов или уровней кормления. В этих случаях очень многие способы оценки общей питательности оказываются недостаточными, а потому и неверными. Неудовлетворительность крахмального эквивалента проявилась при попытках применить его к необычным типам кормления или поднять продуктивность животных выше средних уровней.

В опытах Ларсена и Эскедаля [1] коров раздаивали с 4—6 до 10—11 тыс. *кг* молока, основываясь на оценке питательности по скандинавской кормовой единице. Часть раздоенных коров через 1—2 года резко понизили удой.

Недостаточность и неудовлетворительность многих из способов, хотя бы и проявившаяся при повышении продуктивности и смене типов кормления, и является основной причиной продолжения исследований по усовершенствованию существующих и по разработке новых способов оценки питательности.

В ряде современных зарубежных предложений с целью обеспечить постоянство значения общей питательности, выраженной через продукцию, прибегают к допущению таких условностей, как определение питательности по отложению жира у взрослых животных и распространение ее на другие случаи кормления. По существу такие предложения не улучшают дело.

Большего внимания заслуживает прямое определение питательных свойств кормов и рационов. В этом случае питательность отражает в себе свойства кормов применительно к их использованию конкретным животным в определенных условиях. Если прямое определение приводит к варьирующим показателям общей питательности одного и того же корма в разных условиях, то это непостоянство нельзя считать дефектом способа. Наоборот, изменения общей питательности позволяют выяснить действительные взаимосвязи условий питания и функций животного и причины, обусловливающие их. В предложениях отечественных исследователей (Н. И. Денисова, М. Ф. Томмэ, А. П. Дмитроченко) эта точка зрения находит отражение.

Признание общей питательности за единственный показатель, по которому корм может быть оценен в целом, допущение неограниченного замещения в рационах кормов только по общей питательности, без учета разносторонней сбалансированности рациона, распространение оценки питательности с одного вида и состояния животных на других, распространение оценки, выясненной по продуктивной части рациона, на рацион в целом и игнорирование влияния кормления на физиологическое состояние животных встречают обоснованные возражения как недопустимые при оценке общей питательности.

---

[1] L. N. Larsen og H. W. Eskedal 260 отчет Копенгагенской опытной лаборатории, 1952.

ГЛАВА XXI

ПИТАТЕЛЬНОСТЬ РАЦИОНОВ И КОРМОВ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ИХ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА. КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ПИТАТЕЛЬНОСТИ

ПРОТЕИНОВАЯ ПИТАТЕЛЬНОСТЬ РАЦИОНОВ И КОРМОВ

Протеин входит в состав органического вещества пищи и может удовлетворять общую потребность в органическом материале. Однако протеин как таковой имеет специфическое, исключительно важное значение в питании. Протеин является необходимым, незаменимым компонентом пищи, за счет использования которого происходит непрерывное обновление белковых веществ тела, образуется белок новых тканей, белок молока и других производных организма.

Необходимость непрерывного поступления протеина в составе пищи показана в опытах. В то же время питание нарушается не только при недостатке поступления протеина, но и при его неудовлетворительном качестве, а также и при чрезмерном избытке в корме. Все это и вызывает необходимость оценивать доставляемый с пищей протеин в количественном и качественном отношениях.

Способы оценки протеина рационов и кормов изменялись по мере выяснения значения и функций протеина в теле, уточнения данных о свойствах протеинов в разных кормах и по мере выяснения признаков, по которым можно эти свойства определять. Ниже приведены приемы оценки, как используемые в данное время, так и некоторые из ранее применявшихся.

Судя по современному состоянию вопроса о ценности протеинов в питании сельскохозяйственных животных, при контроле кормления и составлении кормовых рационов следует пользоваться данными о доставке переваримого протеина (или белка), а качество протеина обеспечивать доставкой объемистых кормов и смесей разнообразных концентратов. Протеины зерен злаковых и продуктов их переработки являются хорошими источниками аминокислот, биологически активных в обмене, но в них мало лизина.

Протеины зерен бобовых и масличных и продукты их переработки беднее по содержанию аминокислот, активирующих обмен, но зато они доставляют аминокислоты, необходимые для синтеза белков тканей животных.

Протеины кормов из вегетативных органов растений, корне-клубнеплодов и кормов животного происхождения содержат в себе все важнейшие аминокислоты в удовлетворительном соотношении.

ПЕРЕВАРИМЫЙ БЕЛОК В ОЦЕНКЕ КОРМОВ

Учет поступления с пищей азотсодержащих веществ можно производить в различных измерителях: в форме отношений (см. стр. 123) и в форме количеств протеина, белка, отдельных аминокислот и т. д. Чаще всего азотистую ценность кормов выражают в весовых количествах переваримого белка. Насколько такая оценка в переваримом белке соответствует современным знаниям об использовании в организме азотсодержащих веществ, рассмотрим подробнее.

Кельнер (а с ним, очевидно, и Фингерлинг) при обосновании этого взгляда исходил из следующего. Он полагал, что конечными продуктами расщепления белка при переваривании являются не только аминокислоты, но и альбумозы и пептоны, которые при всасывании в слизистой оболочке желудка и кишок претерпевают обратное превращение в белок, и что всасываться может также и неизмененный белок. Поэтому он считал, что нет разницы в физиологическом действии переваримой части различных белковых веществ.

В отношении же азотистых небелковых веществ он считал установленным, что они перевариваются только после переработки их бактериями пищеварительного канала в бактериальный белок, который в дальнейшем мог пройти тот же путь, что и белок пищи, а частично (в отдельных случаях до половины своего количества) выделиться в кале.

При высоких дачах белка азотистые небелковые вещества считались остающимися неиспользованными. А так как при продуктивном кормлении минимальных количеств белка обычно не задают, то, по мнению Кельнера, в практике кормления проявление полезного действия небелковых азотистых соединений не имеет места.

Следует отметить, что в большей части этих исследований в качестве небелковых веществ использовались аспарагин и уксуснокислый аммоний. При этом действие небелковых азотистых веществ сравнивали с действием белка, основываясь на количестве доставляемого в том и другом случае азота.

При вычислении питательного отношения (и при оценке кормов) основой вычисления принималась продуктивная ценность сравниваемых групп питательных веществ.

По вышесказанному небелковые азотистые вещества считались не имеющими таковой, что и побудило Кельнера совершенно не принимать их во внимание.

ПЕРЕВАРИМЫЙ ПРОТЕИН. АМИДЫ В ОЦЕНКЕ КОРМОВ

Из приведенного выше видно, что за амидами не признавалось пищевое значение. А. П. Горбачева [1] показала, что: 1) в отдельных кормах значительно большая часть азотистых веществ состоит из амидов и 2) в амидах на долю амиачно-амидных соединений (которые есть основания считать бесполезными для животных) приходится весьма незначительная часть — 1—2% всего азота протеина. Только в некоторых из исследованных автором образцов кормов содержание названных соединений выше (в максимуме оно найдено равным 9% и то для одного случая). Остальная же часть так называемых амидов (доходящая в максимуме до 50% протеина) представляет собой аминокислоты и соединения, которые могут быть животными использованы. Следовательно, соображения о малой значимости амидов, связанной с их небольшим количеством, должно отпасть, особенно в тех случаях, когда животное кормится травой, сеном, силосом и корнеплодами.

Чтобы подойти к правильной оценке протеинов, следует несколько подробнее остановиться на тех процессах, о которых мы говорили, разбирая вопросы об обмене веществ и энергии (часть I).

Изучение азотистого обмена у голодающих животных показывает, что до самой смерти у них идет выделение азота в моче. Отсюда принято считать, что необходимые жизненные отправления связаны с разложением белка. Выделение азота в моче идет и при кормлении рационом, не содержащим азота; следовательно, по аналогии мы можем заключить, что и в этом случае идет раз-

[1] А. П. Горбачева. К вопросу о составе азотистых соединений корма. «Вестник животноводства», в. 4, 1946, стр. 68—80.

ложение белка. Другими словами, для поддержания жизнедеятельности организма совершенно необходимо разрушение белка тела.

Это положение противоречит установленной разнице в ценности отдельных белков и аминокислот для целей поддержания жизни и роста.

Так, было установлено, что белок кукурузы (зеин) с прибавкой триптофана в состоянии долгое время поддерживать жизнь крыс, но не дает роста. Прибавка же к этим веществам лизина вызывает значительный рост. Подобные результаты были получены с целым рядом других протеинов и аминокислот.

Если для поддержания жизни необходим синтез белка взамен разрушенного, а при росте — синтез новообразующегося белка, то, казалось бы, разницы в наборе необходимых аминокислот быть не должно, и возможной была бы разница только количественная, но никак не качественная.

Однако оказалось, что некоторые из аминокислот, как триптофан, тирозин, цистин и гистидин, являются необходимыми для поддержания жизни; другие, необходимые для синтеза белков, для поддержания жизни не нужны. Поэтому в условиях нормального питания потребность для поддержания жизни может быть легче обеспечена протеином корма, чем потребность для роста, где для синтеза протеина нужен полный набор всех незаменимых аминокислот и недостаток одной из них ведет к невозможности использовать остальные. Сказанное соответствует утверждению, что ремонт протеинов тела происходит легче и с меньшими качественными затратами, чем построение новых белковых веществ тела.

Таким образом, ценность небелковых азотистых соединений для поддержания жизни по существу никем не оспаривается. Для окончательного решения вопроса, что же следует ставить в основу оценки азотистой части кормов (сырой протеин или чистый белок), следует остановиться на опытах по изучению использования небелковых азотистых соединений, в частности для роста.

Казалось бы, что не требуется экспериментальных доказательств того, что если в амидах содержатся аминокислоты, а организму для синтеза белка только они и требуются, то амидам должна принадлежать часть питательности протеинов в кормах.

Однако ввиду существующих на этот счет разногласий приходится остановиться и на экспериментальных данных, касающихся этого вопроса.

Прямые и безусловные доказательства того, что амиды непосредственно участвуют в образовании белка тела, получены только в последнее время. Получение их было весьма затруднительно [1].

Непрямое использование небелковых азотистых веществ жвачными возможно, как уже об этом говорилось, благодаря жизнедеятельности микрофлоры их пищеварительного тракта. Небелковые соединения, как источник азота, легче используются микроорганизмами (бактериями, инфузориями и др.), чем белок корма, и отсюда их введение усиливает ферментацию клетчатки. Образующиеся при этом органические кислоты после всасывания имеют сберегающее белок действие и поэтому благоприятствуют задержанию азота.

Небелковые соединения предохраняют белок от разложения микроорганизмами и поэтому опять-таки благоприятствуют повышенному задержанию азота. В то же время они могут быть перестроены в бактериальный белок, затем переварены в желудке и таким образом дают прибавку к скормленному белку.

[1] С помощью изотопного метода недавно показано, что азот аммонийных солей утилизируется животными и входит в состав их белков. Статья Кониковой в сборнике «Совещание по белку». АН СССР, 1948, стр. 228.

Считаясь с возможностью такого непрямого использования амидов, до сих пор полагали, что практически в продуктивных рационах их действие не имеет значения. С этой точки зрения интересны те многочисленные опыты по этому вопросу, которые были проведены, начиная с 1924 г. Правда, большинство из них ставилось не столько с целью получить теоретическое разъяснение вопроса об использовании амидов, сколько с чисто практической задачей — замены дорогостоящих белковых кормов простейшими азотистыми соединениями. Попытки в некоторых из этих опытов полной замены азота белка и аминокислот солями аммония органических кислот следует заранее признать негодными, так как теперь уже твердо установлено, что для такой потребности в протеине, как для поддержания жизни, совершенно необходимы некоторые аминокислоты (триптофан, цистин и гистидин).

Однако частичная замена белка возможна и притом не только для поддержания жизни, но и для молочной продукции (стр. 51) и для роста. Опыты Яговкина, Никольской, Боррейса и ряда других авторов интересны прежде всего и потому, что в них замена белка небелковыми соединениями имела место в рационах с достаточным количеством белка.

Таким образом, амиды, поскольку они содержат аминокислоты [1], или их производные могут совместно с белком корма непосредственно участвовать в образовании белка тела. Кроме того, они могут оказывать сберегающее белок действие. В том и другом случае никак нельзя считать их не имеющими питательного значения и игнорировать при установлении ценности протеинов в кормах. Отсюда следует, что нужно учитывать содержание всего протеина (азота) в кормах, а не только чистого белка.

Этот вывод, сделанный около 25 лет назад [2], несмотря на возросшее с тех пор число экспериментальных данных, оставался непринятым, так как во всех таблицах и руководствах попрежнему приводились цифры содержания в кормах переваримого белка.

Необходимо отметить, что теперь к такому же мнению приходят многие зоотехники и исследователи. Совсем недавно с решительными требованиями перейти к оценке азотистых веществ кормов по протеину выступил М. Е. Тамарченко [3]. В настоящее время имеется постановление конференции при ВИЖ [4] и 35-го пленума секции животноводства ВАСХНИЛ о переходе на оценку кормов по переваримому протеину.

Оценка кормов и рационов по доставке переваримого протеина является более полной, чем по доставке переваримого белка. Имеются как опыты, так и многолетние наблюдения, что при обеспечении должного поступления протеина в рационах с преобладанием объемистых кормов коровы нормально существуют и дают высокую продуктивность при дачах белка ниже средних норм, если в их рационах имеется достаточно протеина.

А. С. Емельянову [5] принадлежит идея протеиновую питательность рационов и кормов определять по содержанию в них сырого протеина. Это предложение является новым и подробно еще не проверенным. Можно думать, что его применимость должна будет ограничиться рационами со сходной структурой кормов, так как по величине переваримости протеина разнотипные рационы различаются довольно сильно.

[1] А что задаваемые в корм отдельные аминокислоты или смеси их животными усваиваются, установлено в специальных опытах (стр. 357).

[2] А. П. Дмитроченко и М. В. Слетова. Основы кормления сельскохозяйственных животных. Сельхозгиз, 1930, стр. 182.

[3] М. Е. Тамарченко. Азотистое питание сельскохозяйственных животных. Вестник животноводства, в. 3, 1948, стр. 65—76.

[4] Вестник животноводства, в. 5, 1948, стр. 58—75.

[5] А. С. Емельянов. Лактационная деятельность коров и управление ею. Вологда, 1953.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ (КАЧЕСТВО) ПРОТЕИНОВ КОРМОВ И РАЦИОНОВ, ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Вопрос о неравноценном значении протеинов различных кормов в питании животных имеет уже более чем полувековую давность.

После работ Фишера признано, что различие протеинов связано с колебаниями содержания в них аминокислот. Параллельно с развитием взглядов на различный химический состав протеинов отдельных кормов возник вопрос об их относительной ценности в питании. В 1911 г. Осборн и Мендель после того, как им удалось составить удовлетворительный полусинтетический рацион из крахмала, сала, агар-агара и испытуемого белка, начали исследования по сравнению питательной ценности различных белков как в форме чистых препаратов, полученных в лаборатории, так и в форме отдельных пищевых продуктов, богатых белком.

О пищевой ценности белка судили по тому, возможно ли поддерживать жизнь и здоровье взрослых и проявление нормальной скорости роста у молодых белых крыс на пище, содержащей испытуемый белок. Кривые увеличения веса с возрастом стали признаваться за показатели ценности протеинов в питании.

В это же время появилось понятие о «биологической ценности» белков. Биологическую ценность определяли по количеству азота тканей организма, которое могло быть восстановлено или построено за счет 100 частей азота корма. Определение биологической ценности белков требовало кормления животного одними углеводами с учетом азота, выделяемого при таком кормлении из организма в моче (коэффициента изнашиваемости) и кале, и последующего кормления того же самого животного испытуемой пищей также с учетом баланса азота. Отношение суммы из результата баланса азота на испытуемой пище плюс азот, выделенный при углеводном питании, к воспринятому азоту, выраженное в процентах, и представляет собой величину показателя биологической ценности. Этот метод построен на положении, что баланс азота увеличивается, а потери с мочой снижаются по мере возрастания соответствия состава протеина пищи составу тканей и потребностям животного. Впоследствии методика определения биологической ценности протеинов была усовершенствована, и ряд авторов провели обширные исследования по определению биологической ценности протеинов в питании животных. Было выяснено, что биологическая ценность протеина зависит не только от вида протеина, но и от уровня, на котором протеин скармливается в пище. С другой стороны, было установлено взаимное дополнение различных протеинов при их смешанном скармливании. Наконец, эти опыты показали, что ценность протеинов отдельных кормов приблизительно одинакова для разных животных. Однако специфика кормовых рационов разных видов животных, различный характер их производительности не снимали с очереди вопроса о ценности протеина для отдельных видов животных и разных случаев их использования.

Под биологической ценностью протеинов в кормах или рационах понимается установленное тем или иным способом использование азота пищи для поддержания жизненно важных и продуктивных функций животных.

Способов для установления использования протеинов несколько. Большинство из них «биологические», т. е. такие, при которых о качестве протеина судят на основе определенной реакции подопытного животного. В некоторых способах использование азота оценивают по привесу молодняка или по общему состоянию животных. При этом как бы предполагается, что привес и общее состояние должны зависеть только от качества получаемого протеина.

Между тем, экспериментально показано, что при одном и том же качестве протеина привес может зависеть от достаточного количества в пище факторов,

имеющих отношение к регуляции обменных процессов, причем недостаток их может отрицательно действовать на рост. Пример, иллюстрирующий взаимное влияние качества протеина и витамина B_2, приведен в табл. 96.

Таблица 96

Оценка качества протеина на основе роста цыплят

Опыт	Группа	Состав рациона и дополнители	Средний вес (*г*) цыплят в группе в возрасте 8 недель
I	1	Основной рацион, протеин в котором задан в клейковинной муке	138,8
	2	Основной рацион, дополненный экстрактом печени (источник витамина B_2)	259,0
		Вывод: в основном рационе недостает витамина B_2	
II	3	Основной рацион и экстракт печени	363,2
	4	Основной рацион и снятое молоко (источник и протеина и витамина B_2)	502,1
		Вывод: основной рацион, видимо, кроме того, недостаточен и по качеству протеина	
III	5	Основной рацион и казеин молока (повышенное качество протеина смеси)	251,5
	6	Основной рацион и снятое молоко (источник и протеина и витамина B_2)	550,9
		Вывод: клейковина, как источник протеина, недостаточна по качеству, а основной рацион, ее включающий, недостаточен по витамину B_2	

Вторым приемом, которым пользуются для оценки качества протеина, является определение баланса азота в опытах на животных. Этот метод основывается на представлении, что на разнокачественных протеинах, скормленных однородным животным при прочих равных условиях, нельзя получить одинаковых результатов азотистого баланса. Приведем в качестве примера опыт, когда лабораторным животным скармливалась вместо протеина смесь аминокислот в одни периоды, а в следующие из этой смеси исключалась какая-нибудь аминокислота (табл. 97).

Таблица 97

Влияние исключения отдельных аминокислот на результат баланса азота

Аминокислоты, исключенные из смеси	Прирост или потеря веса в *г*	Средние количества на день (*мг*)			
		задано азота в пище	выделено азота		баланс азота
			в моче	в кале	
Не исключались	0	82,7	69,4	8,4	+4,9
Метионин	—3	83,0	78,6	11,3	—6,9
Не исключались	—3	82,7	72,3	7,4	+3,0
Не исключались	0	82,7	66,6	10,4	+5,7
Лизин	—5	82,1	75,0	11,2	—4,1
Не исключались	—4	82,7	68,1	9,6	+5,0

Из табл. 97 видно, что исключение из смеси в первом случае метионина, а во втором лизина приводило к отрицательному балансу азота.

Однако отложение азота в теле животных, как и привес, зависит не только от качества и количества протеина пищи. Поэтому при оценке качества протеина по балансу азота должна быть обеспечена доставка важных элементов питания в должных количествах, чтобы не исказить результаты учета качества изучаемого протеина.

Метод балансов азота для определения качества пищевого протеина (или биологической ценности протеина) подвергался неоднократным уточнениям. Предлагалось учитывать в нем отдельно косвенно определяемые потери азота тканей в кале и моче (в методе Митчелла). Для этого рекомендовалось ставить опыты при азотном голодании на безазотистых рационах. Проводившие такие опыты пришли к заключению, что тканевой азот в кале выделяется пропорционально содержанию в корме сухого вещества, а в моче относительно постоянен и не зависит от доставки протеина с кормом (табл. 98).

Метод балансов особенно был усложнен при применении к определению качества протеина для молочных коров. В этом случае рекомендовалось, помимо азота в корме и молоке, учитывать отдельно азот корма, идущий на поддержание жизни, общий азот кала и азот кала, приходящийся на поддерживающую часть корма, и т. д.

Однако все эти усложнения не привели к практическому решению вопросов, по нашему мнению, потому что в опытах, проводимых этими методами, разыскивалась биологическая полноценность и чистый протеин (по аналогии с чистой энергией), как независимые от потребностей и от свойств кормов.

Весьма часто наблюдалось, что один и тот же протеин корма получал в опытах весьма различную оценку биологической ценности или содержания чистого протеина.

Помимо указанных методов, был предложен и следующий. У подопытных животных путем соответствующего кормления создается протеиновый дефицит в организме. При этом животные падают в весе, снижается содержание протеина в сыворотке, а иногда и гемоглобина крови. После того животным задается пища, содержащая испытуемый протеин, и ведется наблюдение за восстановлением протеина сыворотки, гемоглобина и веса тела. Скорость и размер восстановления дают основания для суждения о качестве испытуемого протеина.

Наконец, предложен еще и косвенный химический прием оценки качества протеинов [1]. Пригодность последнего приема проверялась сопоставлением «показателя качества» протеина, определенного химически, с приростом на единицу съеденной пищи. Судя по данным автора, сопоставляемые оценки согласуются довольно хорошо.

Химический метод оценки качества протеина требует определения: 1) всего сырого протеина (*П*); 2) фракции протеина, осаждаемой медью (*С*) 3) неперевариимой фракции протеина при искусственном переваривании (*Н*); 4) фракции протеина, осаждаемой фосфорно-вольфрамовой кислотой (*Р*), и 5) фракции протеина, растворимой в горячей воде (*В*).

Вычисления «показателя качества» протеина выполняется по следующей формуле (обозначения даны выше в скобках):

$$\text{Показатель качества} = \frac{C - (H + 0{,}6B) + 0{,}4P}{П} \cdot 100.$$

За показатель качества протеина принимают также содержание к нем водо-, соле- и щелочерастворимых фракций (М. И. Смирнова-Иконникова и др.).

Особые требования к условиям проведения опытов показывают, что биологическая ценность протеинов зависит от доставки энергии, минеральных веществ и витаминов.

[1] H. J. Almquist. Journ. Nutrition, Vol. 21, № 4, 1941, p. 347—350.

Таблица 98

Выделение азота в моче животными на безазотистой или с низким содержанием азота пище

Вес тела (*кг*)	Азота в моче в сутки (*г*)	Азота в моче в сутки на 1 *кг* веса тела (*г*)	Вес тела (*кг*)	Азота в моче в сутки (*г*)	Азота в моче в сутки на 1 *кг* веса тела (*г*)
			Свиньи		
10,9	0,54	0,050	38,1	1,88	0,049
14,3	0,96	0,067	38,1	2,00	0,052
15,8	0,90	0,054	38,5	1,83	0,047
17,7	1,09	0,062	40,0	1,95	0,049
19,5	1,09	0,056	41,0	1,54	0,038
22,2	1,60	0,072	46,3	2,23	0,048
25,0	1,32	0,053	68,1	2,65	0,038
26,3	1,19	0,045	74,9	2,61	0,035
37,2	1,61	0,043			
			Крупный рогатый скот		
145	6,48	0,045	440	16,40	0,035
168	5,03	0,030	443	15,00	0,034
177	6,33	0,036	485	14,00	0,029
385	16,32	0,042			
			Овцы		
31,9	0,99	0,031	43,5	2,39	0,055
33,1	1,03	0,031	43,5	1,16	0,027
35,0	1,81	0,052	44,1	1,05	0,024
35,0	2,37	0,068	45,0	2,41	0,054
38,0	2,59	0,068	45,0	2,63	0,058
40,0	1,91	0,048	47,0	3,89	0,072
40,0	1,71	0,043	54,0	2,02	0,038
42,0	1,84	0,044			

Описанные выше приемы определения биологической ценности были разработаны и использовались главным образом на лабораторных животных. Для сельскохозяйственных они признавались неудобными. Поэтому еще в 1929 г. акад. М. И. Дьяков предложил схему определения относительной ценности протеинов [1]. Способ предложен для телят и молочного скота. Для телят М. И. Дьяков предлагает определять процент использования азота, равный проценту усвоенного азота от переваренного, без поправок на азот тканевого происхождения в кале и моче. Определяя процент использования азота из различных кормовых смесей, одну из них он считает за основу сравнения, придавая ей значение единицы. Так, для смеси — клеверо-тимофеечное сено, льняной жмых и крахмал — процент использования оказался равным 39,1, а при замене сена соломой он составил 25,6. Отсюда относительная ценность протеина второго рациона равна 0,77 первого. Для молочных коров М. И. Дьяков предложил под процентом использования понимать отношение азота в молоке $\pm$ баланс азота к продуктивной части азота корма.

По той же причине сложности и неудобства постановки опытов на безазотистых рационах с сельскохозяйственными животными проф. М. Ф. Томмэ предложил методику определения коэффициента физиологически полезного

[1] Записки Детскосельской зоотехнической станции, № 6, 1929.

протеина [1]. Названный коэффициент определяют в опыте, состоящем из двух периодов. В первый период изучают использование азота из основного хорошо сбалансированного рациона, как правило, содержащего некоторое количество изучаемого корма. Во второй период взамен части основного рациона вводят изучаемый корм и снова определяют использование азота. По разности использования азота вычисляют использование азота из добавленного корма. Формула для выражения коэффициента физиологически полезного протеина (*КФПП*) имеет вид: $КФПП = [(N_o + N_{эк}) : N_n] \times 100$, где N_o — азот отложений, $N_{эк}$ — азот для поддержания жизни и N_n — азот переваренного протеина корма.

Пользование упомянутой методикой дало удовлетворительные результаты в опытах с телятами и поросятами.

Разделение пищевого протеина на поддерживающую и продуктивную часть считается ошибочным. Между тем большинство методов оценки пищевого качества протеинов касается условно выделяемой продуктивной части протеина. Поэтому заслуживает внимания предложение 35-го пленума секции животноводства ВАСХНИЛ судить о полноценности протеинового кормления по проценту использования для продукции всего переваримого протеина рациона. Используемая часть протеина определяется как сумма протеина, выделенного в молоке и отложенного в теле. Отношение используемой части к переваримому протеину рациона, выраженное в процентах, и дает процент использования протеина. Процент использования протеина зависит от его качества, от уровня кормления и от уровня доставки протеина в корме.

Показатели биологической ценности протеина в значительном числе случаев использовались для решения вопросов, какие протеины имеют бо́льшую, а какие меньшую биологическую ценность.

Между тем цель была бы достигнута в большей степени, если бы данные о биологической ценности протеинов могли использоваться при проектировании кормовых рационов. Но полезность одного и того же протеина в питании оказалась не константной, о чем указывалось уже выше.

Были попытки объяснять расхождения методическими ошибками опытов. Однако более правдоподобны те опыты, которые дают основания думать, что использование протеинов пищи (а следовательно, их биологическая ценность) зависит от комплектной доставки протеина совместно с другими важными элементами питания (минеральными и витаминами). Зависит использование протеина также и от состояния животного, от его функций.

В то же время изучение проблемы биологической ценности помогло установить целый ряд важных требований к протеинам кормов, нашедших свое разъяснение в их аминокислотном составе или в необходимости присутствия наряду с аминокислотами некоторых других веществ, в частности минеральных, и витаминов комплекса В (B_2, B_{12} и др.).

ОЦЕНКА ПРОТЕИНОВ КОРМОВ И РАЦИОНОВ ПО СОДЕРЖАНИЮ В НИХ АМИНОКИСЛОТ

При объяснении причин различия биологической ценности протеинов отдельных кормовых средств упоминалось, что причиной такого различия могут быть недочеты их аминокислотного состава.

Представим себе, что животные получают одинаковое количество переваримого протеина (или переваримого белка). В одном случае переваримая часть такого азотсодержащего вещества пусть имеет коэффициент биологической ценности 70, а в другом 35. Несмотря на то, что животные имели одинаковый приток

[1] П. С. Попехина. К методике оценки азотистых веществ корма. Вестник животноводства, № 5, 1948, стр. 72—75.

переваримых азотистых веществ, они окажутся в резко различающихся условиях азотистого питания. В первом случае из переваримой части может быть усвоено $^2/_3$, и $^1/_3$ пищевого азота должна покинуть организм через почки, во втором случае только $^1/_3$ может быть усвоена, и $^2/_3$ должны быть выведены из организма. Приведенный в сбобщенной форме пример свидетельствует о недостаточности учета питания только по переваримому протеину и о необходимости считаться с аминокислотным составом протеинов, который прежде всего определяет их биологическую ценность.

Определение аминокислот в протеинах сильно затруднено сложностью анализов. Поэтому о составе протеинов известно мало, да и то многие из анализов проведены по определению аминокислотного состава не для протеина корма в целом [1], а для отдельных фракций протеинов.

Наконец в протеинах кормов некоторые трудно переваримые составляющие часто имеют иной аминокислотный состав, чем легкопереваримая часть.

Между тем, выявилась необходимость задавать животным аминокислоты в кормах в определенном наборе. Это обстоятельство привело к рекомендации скармливать животным возможно разнородные смеси кормов.

Такая рекомендация базировалась на выясненном к тому времени положении, что протеины многих кормов сильно различаются по своему аминокислотному составу и, таким образом, смесь этих протеинов может исправить недостатки состава отдельных из них. Однако скармливание разнородных кормовых смесей не всегда приводило к успешному разрешению вопроса.

Д. Д. Позамантир [2] приводит пример с двумя коровами, дававшими рекордные удои — около 60 *л* в сутки. При более правильном подборе протеинов кормов корову удавалось обеспечить ими, затрачивая 41 *г* переваримого белка на 1 *л* молока, а при менее правильном подборе требовалось 64 *г*.

Для суждения об аминокислотном составе протеинов кормов применяют методику валового их определения. О содержании аминокислот в переваримой части протеинов практически еще пока ничего не известно.

Большой интерес представляют работы А. Э. Шарпенака с сотрудниками [3]. Они провели ряд исследований, в результате которых остановились на определенном аминокислотном составе протеина, принятом за оптимальный для взрослого человека. Найденный оптимальный уровень позволил подойти к оценке отдельных протеинов, результатам которой, по нашему мнению, была придана удачная графическая форма так называемых «аминограмм».

В основу построения аминограмм положены следующие принципы. Величины, характеризующие оптимальное содержание отдельных аминокислот в пище человека, приняты за 100% и изображены в виде точек, расположенных на горизонтальной сплошной линии, соответствующей указанному выше уровню 100%. Расположение точек на прямой подчинено принятой последовательности, указанной в подписи к рисункам аминограмм. Столбиками изображены выраженные в процентах отклонения аминокислотного состава пищевого протеина (у автора — белка) от оптимального аминокислотного состава. Столбики, идущие вверх, указывают на аминокислоты, содержащиеся в пищевом белке в избытке. Столбики, идущие вниз, наоборот, указывают на аминокислоты,

[1] Одним из первых, поставивших вопрос о недостаточности способов учета аминокислот белков корма, был Н. Д. Прянишников (Вестник сельскохозяйственной науки, Животноводство, № 2, 1940). Он писал: «...необходимо учитывать, что небелковые азотистые вещества корма, ...обозначаемые как «амиды», часто содержат значительные количества аминокислот. Поэтому правильнее говорить ... о биологической ценности протеина корма, если под содержанием протеина понимать содержание общего азота, умноженное на коэффициент 6,25».

[2] Д. Д. Позамантир. См. сноску на стр. 177.

[3] Проф. А. Э. Шарпенак. Проблема оптимального покрытия потребностей человека в белке. «Пищевая промышленность СССР», в. 6, Пищепромиздат, 1947, стр. 21.

содержащиеся в пищевом белке в недостаточном количестве. Если те или другие столбики прерываются, то избыток и недостаток очень велики. Как вверх, так и вниз от сплошной горизонтальной линии проведены параллельные пунктиры, которыми ограничены в масштабе ± 10% отклонения от оптимального уровня. Отклонения состава, не выходящие за пределы этих пунктиров, не принимаются во внимание, так как допускается, что они лежат в пределах ошибок анализов и опытов (рис. 31).

Такое графическое изображение весьма наглядно характеризует степень соответствия аминокислотного состава протеина конкретным потребностям того организма, которому этот протеин будет скармливаться.

Исследования Шарпенака показали, что отдельные группы пищевых продуктов характеризуются более или менее постоянным составом аминокислотного состава, хотя имеют место и некоторые индивидуальные особенности внутри групп. Намечается и некоторое своеобразие состава по сортам. Далее выяснено, что протеины, вовсе не содержащие некоторых важных аминокислот, крайне редки. Таких протеинов автор обнаружил два — моркови и желатина. С дру-

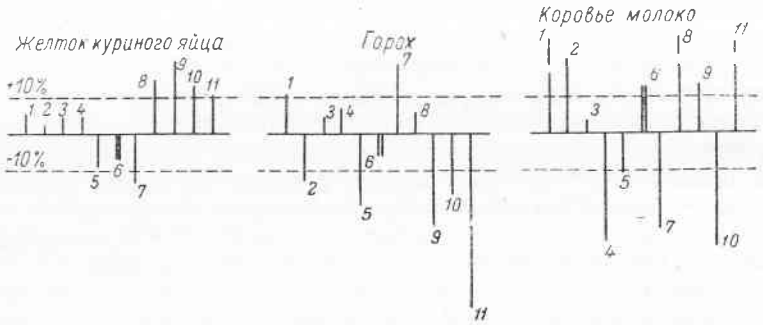


Рис. 31. Аминограммы для отдельных продуктов, по Шарпенаку.

1 — валин, *2* — лейцин, *3* — глутаминовая кислота, *4* — аргинин, *5* — гистидин, *6* — лизин, *7* — фенилаланин, *8* — тирозин, *9* — триптофан, *10* — цистин, *11* — метионин.

гой стороны, редко встречаются и такие протеины, аминокислотный состав которых соответствует оптимальным потребностям. Автор совершенно правильно заключает, что необходимое соответствие аминокислотного состава пищи и потребностей в аминокислотах может быть достигнуто путем правильного подбора смесей пищевых продуктов.

Между прочим, существует широко распространенное мнение, что в белках животного происхождения имеется универсальное средство улучшения аминокислотного состава протеинов пищи.

Шарпенак на ряде примеров показал, что это далеко не так. Среди мыслимых пищевых комбинаций существуют и такие, которые по аминокислотному составу недостаточны, хотя они содержат в себе высокий процент продуктов животного происхождения.

Проведение опытов с животными на синтетических рационах, протеиновая часть которых состояла из набора аминокислот, а также и некоторые опыты с естественными кормами привели к дальнейшему разъяснению причин различия биологической ценности протеинов. Хотя попрежнему остается в силе положение о необходимости присутствия в пище определенных аминокислот, дополнительно необходимо достаточное содержание некоторых витаминов, в частности B_{12}, кальция, фосфора и некоторых микроэлементов. Без удовлетворения указанных условий даже при должном наборе аминокислот возможны задержки в росте, падение продуктивности и прочие последствия, причиной которых является и недостаток аминокислотного состава.

ОЦЕНКА ЖИРОВОЙ И УГЛЕВОДНОЙ ПИТАТЕЛЬНОСТИ

Специфическая роль жира, некоторых жирных кислот, легко переваримых углеводов и клетчатки пищи в обмене и в питании животных обусловливает необходимость доставлять эти вещества в рационах. В то же время семена масличных и некоторые корма животного происхождения чрезмерно богаты жиром, а продукты маслоэкстракционного производства и некоторые другие корма бедны им. Нет легко переваримых углеводов в большинстве отходов бродильных, свеклосахарного и крахмало-паточного производства. Наконец, во многих кормах нет или очень мало клетчатки, в других же (например, в гуменных) ее много.

По этим причинам возникает необходимость определять питательность кормов по названным веществам. Питательность отдельных кормов по содержанию жира, клетчатки и других углеводов определяется по их валовому содержанию, основанному на данных химического анализа.

ОЦЕНКА МИНЕРАЛЬНОЙ ПИТАТЕЛЬНОСТИ КОРМОВ

Минеральная питательность определяется путем химического анализа по валовому содержанию минеральных элементов.

Каждый корм анализируется отдельно, содержание минеральных элементов принимается пропорциональным весу корма, а содержание в рационе получается путем суммирования одноименных минеральных элементов, находящихся в кормах рациона. Таким образом, минеральную питательность возможно оценивать для каждого корма отдельно.

Минеральные элементы содержатся в кормах либо в виде неорганических веществ, либо связанными с органическими соединениями.

Несмотря на исключительную важность формы соединений, в которых химические элементы поступают в организм, при проведении анализов соединения и вещества обычно не разграничиваются и определяются суммарно в виде «золы» (несгораемого остатка). А так как некоторые элементы, входящие в состав органических соединений, определяются также и с ними, то это приводит к тому, что такие элементы находятся дважды: как составные части золы и как компоненты органического вещества. Все это объясняется несовершенством аналитических приемов и недостаточной их разработанностью.

Содержание минеральных элементов в кормах без разграничения формы соединений, в которые эти элементы входят, обычно указывается в граммах и миллиграммах на 1 *кг* корма, на 1 *кг* сухого вещества корма или в процентах как корма, так и веса золы. Иногда содержание указывается не в форме элементов, а в форме их окислов. Поэтому необходимо следить, в каких величинах и в каком состоянии указано содержание минеральных веществ. Для соответствующих пересчетов может оказаться полезной табл. 99.

Пример. В минеральной подкормке животному задается 65 *г* фосфорнокальциевой соли $Ca_3(PO_4)_2$ или костяной муки. Подсчитаем, какое количество кальция и фосфора поступает с этой подкормкой. Из табл. 99 видно, что в 1 *г* $Ca_3(PO_4)_2$ содержится 0,387 *г* Ca и 0,200 *г* P. Отсюда в 65 *г* соли будет содержаться: $0{,}387 \times 65 = 25{,}16$ *г* Ca и $0{,}200 \times 65 = 13{,}00$ *г* P.

При оценке содержания минеральных веществ в кормах важным оказывается не только учет их формы, но и учет некоторых побочных факторов питания и содержания животных.

Так, например, для ценности корма как поставщика кальция и фосфора имеет важное значение доставка в пище витамина D либо облучение животных ультрафиолетовым светом.

Таблица 99

Коэффициенты для взаимных переводов химических соединений и элементов

Элементы, окислы или соединения	Атомные и молекулярные веса	Грамм-эквиваленты	Коэффициенты для перевода		Коэффициенты для перевода в грамм-эквиваленты	
			в соединения или элементы	величина коэффициента	элементов	величина коэффициента
Натрий (Na)	23,0	23,00	Na_2O	1,348	Na	0,044
Калий (K)	39,1	39,1	K_2O	1,205	K	0,0256
Магний (Mg)	24,32	12,16	MgO	1,658	Mg	0,082
Кальций (Ca)	40,07	20,04	CaO	1,400	Ca	0,050
			$Ca_3(PO_4)_2$	2,581		
			$CaHPO_4$	3,397		
			$CaCO_3$	2,497		
Хлор (Cl)	35,46	35,46	—	—	Cl	0,028
Сера (S)	32,07	16,04	SO_3	2,497	S	0,062
Фосфор (P)	31,04	15,52[1]	P_2O_5	2,289	P[1]	0,064
		10,35[2]	—	—	P[2]	0,097
			$Ca_3(PO_4)_2$	4,998		
			$CaHPO_4$	4,385		
Окись натрия (Na_2O)	62,00	31,00	Na	0,742	Na	0,032
Окись калия (K_2O)	94,20	47,10	K	0,830	K	0,021
Окись магния (MgO)	40,32	20,16	Mg	0,603	Mg	0,050
Окись кальция (CaO)	56,07	28,04	Ca	0,715	Ca	0,036
			$CaCO_3$	1,845		
			$Ca_3(PO_4)_2$	2,428		
Серный ангидрид (SO_3)	80,07	40,04	S	0,400	S	0,025
Фосфорный ангидрид (P_2O_5)	142,08	35,52[1]	P	0,436	P[1]	0,028
		23,68[2]	$Ca_3(PO_4)_2$	2,148	P[2]	0,042
Поваренная соль (NaCl)	58,46		Na	0,393		
			Cl	0,607		
Фосфорнокислый кальций $Ca_3(PO_4)_2$	310,29		Ca	0,387		
			P	0,200		

Такие трудно растворимые соединения кальция и фосфора, как, например, сульфат и силикат кальция и фитиновая кислота, делаются вполне пригодными для использования животными при достаточном снабжении последних витамином D.

Помимо учета поступления отдельных элементов с кормами, известно важное значение некоторых соотношений между элементами. Значение этих соотношений определяется не только фактами токсического действия отдельных элементов (стр. 179), но и известными случаями ухудшения использования одних элементов в случае одновременного избытка других. Так, например, известно, что избыток кальция нарушает усвоение фосфора. Если содержание кальция в корме в два раза и больше превышает содержание фосфора, то значительно ухудшается использование фитиновой кислоты и соединений железа.

Высокое содержание кальция ухудшает использование марганца цыплятами. Рекомендуемые отношения элементов в пище указаны при обсуждении потребностей животных.

[1] P двухвалентный.
[2] P трехвалентный.

Большое значение придается также соотношению доставляемой в корме суммы эквивалентов кислот к сумме эквивалентов оснований. Значение последнего соотношения вытекает из опытов, в которых резкие сдвиги как в кислую, так и щелочную сторону приводили к мобилизации запасов организма для нейтрализации избытков веществ корма, а иногда и к разрушению белковых веществ тела. Отношение эквивалентов кислот к основаниям вычисляют по содержанию минеральных элементов корма. Для этих вычислений обычно принимают во внимание содержание натрия, калия, магния и кальция, с одной стороны, и серы, фосфора и хлора, с другой. Весовое содержание каждого из названных элементов умножают на коэффициенты из 7-го столбца табл. 99, затем соответствующие значения суммируют и определяют их отношение. Формула соответствующего расчета будет следующей:

$$x = \frac{28\mathrm{Cl} + 62\mathrm{S} + 80\mathrm{P}^1}{44\mathrm{Na} + 25{,}6\mathrm{K} + 82\mathrm{Mg} + 50\mathrm{Ca}}.$$

В этой формуле обозначения элементов соответствуют их содержанию в граммах, коэффициенты при них служат для перевода в миллиграмм-эквиваленты; x — обозначает искомое соотношение, выраженное дробью.

ОЦЕНКА КОРМОВ ПО СОДЕРЖАНИЮ ВИТАМИНОВ

Корма как источник витаминов оцениваются по валовому содержанию витаминов или их предшественников, содержание витаминов определяется химическим путем. Когда содержание витаминов определялось в биологических исследованиях, весьма возможно, что признаком витаминности было не только валовое содержание, но и усвоение витаминов, обязанное либо форме вещества, либо сопутствующим факторам. Вследствие малого количества доставляемых витаминов в корме их измеряют в микрограммах (*мкг*). Некоторые из витаминов выражают в миллиграммах и даже в граммах. До выяснения химической природы витаминов их измеряли в условных единицах, например в интернациональных единицах, крысиных единицах, цыплячьих единицах и т. д. Хотя теперь такие измерения широко не распространены, но для возможности пользоваться более ранними работами следует их знать.

В и т а м и н А. Содержание витамина А определяется в международных (интернациональных) единицах. За одну ИЕ принимается активность испытуемого вещества, соответствующая активности 0,6 *мкг* бета-каротина. Биологическая активность препаратов витамина А выше, чем каротина. В условиях опытов оказалось, что для предотвращения признаков наступающего истощения организма в отношении витамина А (прежде всего ночной слепоты) вместо 0,6 *мкг* каротина (предшественника витамина А) достаточно давать 0,21 *мкг* готового витамина А. Следовательно, можно принять, что 1 ИЕ витамина А в форме препарата (хотя бы рыбьего жира) содержится в 0,21 *мкг*. Таким образом, весовые отношения между каротином и витамином А в биологических опытах установлены равными 3 : 1. В условиях таких опытов найдено равенство биологических активностей 0,2 *мкг* витамина А и 0,6 *мкг* каротина. Однако при практическом содержании животных, нуждающихся для роста и нормального существования в большей доставке витамина А и каротина, оказалось, что установленные соотношения нарушаются.

Так, например, на 1 *кг* живого веса для нормального роста надо дать либо 20 ИЕ (4 *мкг*) витамина А, либо 40 ИЕ (24 *мкг*) бета-каротина. Здесь уже весовые отношения каротина к витамину А становятся равными 6 : 1. При необходимости создавать в теле запасы и обеспечивать успешное воспроизводство рас-

[1] Фосфор принят в формуле наполовину двухвалентным и наполовину трехвалентным.

хождение становится еще бо́льшим. В этом случае на 1 *кг* живого веса нужно давать либо 60 ИЕ (12 *мкг*) витамина А, либо 200 ИЕ (120 *мкг*) каротина. Здесь уже весовые соотношения каротина к витамину А доходят до 10 : 1.

Таким образом, соотношения активностей бета-каротина и витамина А непостоянны [1].

До установления химической природы витамина А и до выяснения связи его с каротином выражение биологической активности витаминоносителей устанавливалось в биологических единицах. За биологическую (крысиную) единицу принималось такое количество биологически активного вещества, которое обеспечивало еженедельный прирост веса подопытного крысенка в 3 *г* на протяжении 8 недель. Впоследствии в ряде опытов было установлено, что 1 крысиная единица соответствует 0,66—0,8 ИЕ.

При химическом определении содержания витамина А и каротина применяют и другие измерения активности, например в единицах Ловибонда или в синих единицах Мура. 1 единица Ловибонда принимается равной 6,4 ИЕ, а 1 синяя единица Мура — 0,58 ИЕ.

В и т а м и н B_1. Содержание витамина B_1 (тиамина) измеряется в микрограммах или миллиграммах. Принятые международные единицы (1 ИЕ B_1) соответствуют 2—3 *мкг* солянокислого аневрина. Ранее применявшиеся биологические единицы были установлены на основе, аналогичной для витамина А. За биологическую (крысиную) единицу принималось такое количество витамина B_1, которое обеспечивало прирост веса крысенка, равный 3 *г* в неделю на протяжении 8 недель. Оказалось, что 2 биологические единицы соответствуют 1 ИЕ.

В и т а м и н B_2. Содержание витамина B_2 (рибофлавина) в кормах в данное время выражается в микрограммах или миллиграммах.

Одна крысиная (биологическая) единица витамина B_2, соответствовавшая доставке такого количества витамина, при котором крысенок на протяжении 4—8 недель давал прирост веса по 3 *г* в неделю, равна 2—3 *мкг* витамина B_2.

Содержание прочих членов комплекса витаминов В выражается в весовых величинах, причем пантотеновой и никотиновой кислот в микрограммах, пиридоксина и биотина в миллиграммах и холина в граммах.

В и т а м и н D. Содержание витамина D выражается в международных единицах: одна ИЕ витамина D соответствует 0,1 *мкг* облученного эргостерина или 0,025 *мкг* чистого витамина (кальциферола).

Известно несколько форм вита́мина D. Наибольшее значение из них имеют витамины D_2 и D_3, активность которых для животных одинакова, в то время как для птиц витамин D_3 в 30 раз активнее витамина D_2.

В и т а м и н Е. Содержание этого витамина выражается либо в миллиграммах альфа- или бета-токоферола, либо в специальных единицах. Одной такой единице витамина Е соответствует то минимальное количество токоферола, которое при употреблении его внутрь через рот у 50% подопытных маток крыс обеспечивает получение в приплоде хотя бы по одному крысенку. Эта единица соответствует 3 *мг* альфа-токоферола или 5 *мг* бета-токоферола.

В и т а м и н С. Содержание витамина С измеряется в миллиграммах аскорбиновой кислоты или в биологических единицах. Одна биологическая единица витамина С соответствует 0,05 *мг* аскорбиновой кислоты и равнозначна по биологической С-витаминной активности 0,1 *мл* обработанного свежего лимонного сока.

Содержание в и т а м и н а К измеряется в миллиграммах.

[1] Во временных указаниях Главвитаминпрома 1952 г. по применению концентратов витаминов А и D при кормлении сельскохозяйственных животных и птицы принято постоянное отношение активности каротина к витамину А — для животных равное 1 : 7, а для птицы 1 : 3,5.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ПИТАТЕЛЬНОСТИ РАЦИОНОВ И КОРМОВ

Описанные выше способы оценки питательности предназначаются для определения какого-либо свойства кормов и рационов. «Общая» питательность служит для оценки органического вещества (полезной энергии), протеиновая, минеральная, витаминная — каждая для оценки соответствующих свойств. При этом считается, что питательность кормов не должна изменяться под влиянием хотя бы таких факторов как уровень кормления, физиологическое состояние, сочетание кормов в рационах.

Предполагается, что в рационах одноименные питательности разных кормов суммируются арифметически и что на питательность рациона не влияют ни свойства животных, ни взаимное сочетание кормов и присущих им свойств. Сочетания плохих кормов рассматривали как очевидно плохую комбинацию, а плохих с хорошими — как нечто среднее.

Между тем накопились данные о возможности возмещать недостатки отдельных кормов, подбирая из них смеси.

В нашем опыте с птицей процент использования протеинов смеси кормов оказался выше, чем каждого из них в отдельности. Этот результат объясняется тем, что при сочетании кормов наблюдается взаимодополнение их свойств, например более удачное соотношение доступных животному аминокислот, в результате чего эффективность использования протеина повысилась.

Пример изменения питательности корма (пшеницы) показан в широко известном опыте Мак-Коллума и Девиса. В этом опыте животные ряда групп довольно продолжительное время кормились пшеницей с различными добавками. Опыты на различных рационах дали такие результаты:

Одна пшеница	отсутствие роста; кратковременная жизнь
Пшеница и очищенный казеин	то же
Пшеница и смесь солей, подобная по составу солям молока	очень незначительный рост
Пшеница и коровье масло	отсутствие роста
Пшеница, казеин и смесь солей	некоторое время хороший рост; малочисленное потомство или отсутствие его; кратковременная жизнь
Пшеница, казеин и масло	отсутствие роста; кратковременная жизнь
Пшеница, казеин и смесь солей	кратковременный, но довольно хороший рост; малое количество детенышей; кратковременная жизнь
Пшеница, белок, смесь солей и масло	хороший рост; нормальное число детенышей; успешное выращивание детенышей; продолжительность жизни примерно нормальная

Питательная ценность пшеницы изменялась в зависимости от сочетания присущих ей свойств со свойствами введенных добавок.

Так как всякая продукция, в данном случае прирост веса, непременно связана с использованием органического вещества кормов, очевидно, что общая питательность пшеницы в случае ее скармливания подопытным животным ограничивалось недостатком протеина, жирорастворимых витаминов и минеральных веществ.

Взаимодействие свойств кормов проявляется в различных отношениях и может быть обусловлено разнообразными факторами.

Например, избыточная доставка кальция при недостатке цинка в рационе подсвинков вызывает у них снижение прироста веса и дерматит. Это влияние может быть устранено как уменьшением доставки кальция, так и повышенной дачей цинка [1] без изменения набора кормов в рационе.

[1] R. V. Luecke & oth. Journ. Anim. Sci Vol. 15, № 2, 347, 1956.

Очевидно, каждая сторона питательности (белковая, минеральная, витаминная) может повлиять на полноценность питания, и ни один из факторов не может считаться более важным, чем другой. А так как потребности животных часто не совпадают с содержанием веществ в кормах, то питательность корма по любому фактору может оказаться зависимой от наличия прочих факторов.

В то же время питательность органического вещества представляет большой практический интерес, который иногда ошибочно считается за единственный или за главный в оценке кормов.

Если бы питательность можно было выразить в едином показателе, то в том же самом показателе должна бы выражаться и вся сумма потребностей животных. Такой показатель был бы достаточен для проверки кормовых рационов, для замены в рационах одного корма другим, для зоотехнической характеристики производимых в хозяйствах кормовых продуктов и т. д.

Все известные до сих пор попытки найти такой общий и единый показатель для потребностей и питательности оказались безуспешными. Таким единым показателем были сенные эквиваленты Теера, сумма переваримых питательных веществ Вольфа, кормовые единицы Фьорда и многие другие. Каждый из этих показателей не ограничивал замены кормов, если они имели эквивалентную по принятому показателю питательность. Неудачи при пользовании такими едиными показателями привели Зеттегаста в 1868 г., а Н. П. Чирвинского в 1881 г. к заключению, что питательность корма невозможно выразить одним числом. Однако долго еще и после того продолжались поиски такого числа. Идеей Кельнера, как это указывал Х. Мельгор в 1929 г., было дать в крахмальном эквиваленте суммарное действие корма, а следовательно, определить суммарно и потребность в пище.

Крахмальный эквивалент Кельнера или термы Армсби имели перед кормовыми единицами Фьорда преимущество в том, что первые два измерялись с большей точностью, но принципиальная основа всех их трех была тожественной.

Современные физиология и биохимия дают объяснение, почему корма, имевшие эквивалентную питательность по крахмальным эквивалентам Кельнера, термам Армсби или кормовым единицам Фьорда, не всегда могли удовлетворительно замещать друг друга в рационах сельскохозяйственных животных, а следовательно, не всегда с одинаковым успехом удовлетворяли потребности животных.

Хотя, например, у жвачных за счет некоторого количества объемистых кормов могла быть получена такая же продукция, как и за счет соответствующего количества смеси концентратов, но эти корма не взаимозаменимы. Из объемистых кормов сено и силос, с одной стороны, и корне-клубнеплоды — с другой, обеспечивают течение таких процессов в пищеварительном тракте и в обмене, которые не совпадают с физиологическим действием концентратов. Полная или почти полная замена объемистых кормов в рационе жвачных концентратами приводит к таким нарушениям процессов питания, что существование животных оказывается под угрозой. Значение сочетаний питательных веществ было показано выше.

Аналогичные примеры можно привести и из кормления других видов животных.

Это означает, что оценка питательности в крахмальных эквивалентах, термах и кормовых единицах, как и в других единых показателях, не отвечает требованиям, которым они должны удовлетворять, так как при пользовании ими могут остаться не вскрытыми ошибки в построении рационов по этим оценкам. Нельзя замещать один корм другим, равно как и нельзя, пользуясь ими, решать вопросы о выборе кормовых культур. Эти единые оценки уже давно

дополняются такими, как переваримый белок (или протеин) и некоторыми другими. При этом все-таки кормовые единицы, крахмальные эквиваленты и т. п. остаются основными показателями питательности.

Учет переваримого белка (или протеина) ограничивает в некоторой степени свободу замены кормов, и тем самым уменьшается возможность ошибок, но так как эти два показателя — общая питательность и белок — не исчерпывают всего разнообразия потребностей, они оба оказываются недостаточными. Рекомендуемый учет обеспечения животных кальцием, фосфором и каротином помогает мало, так как, во-первых, некоторыми специалистами эти показатели считаются за дополнительные, а не за основные факторы питания, а во-вторых, многими специалистами допускается и даже рекомендуется при необходимости обеспечивать животных кальцием, фосфором и витамином А в подкормках. Поэтому содержание кальция и фосфора обычно не влияет на взаимозаменимость кормов и на вопрос об удовлетворении потребностей животных.

Против приведенных выше примеров неудачного замещения кормов можно возразить, сославшись на то, что такие неудачи возможны при неправильном построении рационов. Это верно, но тогда нужно будет признать, что названные выше оценки годны только для правильных рационов и что их применение ограничивается правилами, с самими оценками не связанными. Поэтому, если рацион будет характеризоваться показателями питательности, это еще не будет означать, что он хорош, до тех пор пока не будет выяснено, отвечает ли этот рацион требуемым правилам.

Представляется ясным, что оценки питательности можно считать правильными, если они достаточны для решения основных вопросов кормления, а именно для построения рациона, отвечающего потребностям животного, обеспечения тожественности рационов при заменах кормов и для сравнительной пищевой оценки культур или кормовых продуктов.

Так как показатели оценки должны быть теми же, в которых выражаются потребности, а потребности разносторонни, равнозначны и взаимозависимы, то эти же свойства относятся и к оценке питательности, которую следует определить как комплексную, а не как оценку в одном числе и не как оценку в одном главном показателе вместе с рядом дополнительных.

Тридцать пятый пленум секции животноводства ВАСХНИЛ в 1951 г. должен был еще раз указать, что оценку питательности нельзя выразить одним числом, и она должна быть комплексной. Под комплексной оценкой питательности следует понимать такую, в которой учитывается взаимное влияние отдельных свойств кормов, входящих в рацион.

Число показателей, характеризующее разносторонние потребности животных, нельзя строго ограничить.

Авторы отдельных предложений разносторонней питательной характеристики кормов, например М. Ф. Томмэ, доходят кругло до 50 показателей, предлагая при возможности число их увеличивать. Многочисленность показателей нельзя считать за достоинство способа, так как чем их больше, тем труднее ими пользоваться.

Увеличение числа показателей нельзя оправдать необходимостью большей точности балансирования питания с потребностями, так как многие из них прямо не определяются, а берутся из таблиц и, как известно, могут при этом значительно отличаться от истинного содержания веществ в кормах.

Поэтому число избираемых показателей нужно возможно ограничивать безусловно необходимыми и, по возможности, прямо определяемыми в производственных условиях.

Из опыта работы на практике и из исследований вытекает необходимость принимать в расчет прежде всего содержание влаги, а следовательно, и сухого

вещества в кормах. Колебания в содержании влаги, особенно в районах с высокой относительной влажностью воздуха, приводят к большим ошибкам в доставке животным питательных веществ. Чтобы избегнуть ошибок при изменениях содержания сухого вещества нужно вводить пропорциональные поправки на показатели состава и питательности кормов. С другой стороны, учет влаги в кормах позволяет определять «сочность» рационов. Учет сочности предложен А. С. Емельяновым. Под «сочностью» рациона понимается отношение сухого вещества, принятого за единицу, к воде, содержащейся в кормах. Удобнее сочность вычислять как отношение веса кормов в рационе к весу сухого вещества в нем минус единица. Тогда полученное при этом число будет показывать вес влаги кормов на единицу веса сухого вещества. Сочность является полезным показателем, по которому можно нормировать относительное содержание в рационе сочных кормов, если в рацион не входят водянистые отходы (влажные барда, жом, дробина, мезга). Рационы зимнего периода для дойных коров нормальной структуры без водянистых технических отходов должны иметь сочность 1,0—1,5, т. е. на долю сухого вещества должно приходиться 50—40%.

Вторым показателем комплексной оценки питательности, характеризующим структуру рациона, следует принять относительное количество клетчатки в сухом веществе. Физиологическая роль клетчатки значительно больше, чем это представляют, полагая, что ее содержание ведет к снижению питательности органического вещества. Крайняя степень недостатка, так же как и значительный избыток, нежелательны. В то же время по относительному количеству клетчатки определяется доля грубых кормов в рационе. При оценке отдельного корма относительное содержание клетчатки служит указателем, с какого рода кормами должен сочетаться данный корм для удовлетворительного их соотношения в рационе.

Третьим показателем комплексной оценки питательности является показатель, характеризующий доставку в корме и рационе органических веществ в доступной к использованию животными форме. Этот показатель может быть выражен через содержание энергии переваримых питательных веществ. В таком случае его можно определить для каждого корма отдельно и, перенося на рацион, суммировать показатели отдельных кормов. Это правило справедливо для подавляющего числа случаев кормления и несправедливо только в случаях крайних отклонений в составе питательных веществ рациона, например в случае крайних избытков и недостатков содержания протеина, жира, клетчатки, золы и в последней — кальция и фосфора.

Доступное, или «полезное» для животных органическое вещество всего рациона в целом может быть выражено содержанием в нем обменной (физиологически полезной) и чистой энергии (энергии в общей продукции). В последних случаях, кроме уже указанного, что этот показатель может быть отнесен только к рациону, необходимы и дополнительные условия, такие, например, как возможно удовлетворительное соответствие состава и свойств кормов рациона с потребностями животных.

Питательность органического вещества позволяет так подобрать корма в рационах, чтобы обеспечить необходимый уровень органического питания животного, в общем обусловливающий уровень его продуктивности.

Четвертым показателем комплексной оценки питательности является показатель абсолютного или относительного содержания протеина или белка. Этот показатель во всех системах определяется для отдельных кормов и выражается в единицах валового содержания (по Емельянову, Денисову) или в единицах переваримого протеина или белка. Относительное содержание указывается в процентах сухого или органического вещества или в граммах на единицу питательности всего органического вещества.

Поступление достаточного количества протеина в пище необходимо для обеспечения синтеза белка в теле при любом использовании животных. Как недостаток, так и избыток в рационе протеина приводит к разносторонним последствиям и раньше всего к снижению использования органического вещества пищи, которое вызывается увеличением теплопродукции.

Пятым и шестым показателями комплексной оценки питательности кормов и рационов являются содержания кальция и фосфора. Из многочисленных минеральных элементов внимание обращено на эти два, потому что их содержание в кормах широко варьирует, их доля в минеральном питании наибольшая и в отношении этих элементов выяснено влияние на использование органического вещества и протеина пищи. По крайней мере, при недостатках и избытках обоих этих элементов и вместе и порознь наблюдается повышенная теплопродукция и в связи с тем понижение общей продукции по сравнению с общей продукцией при том же рационе, но с оптимальным количеством в пище кальция и фосфора.

Седьмым показателем комплексной оценки является содержание каротина или витамина А. Внимание к этому показателю объясняется крайне малой стойкостью каротина, легким его разрушением в кормах при их заготовке и хранении и в то же время большой физиологической ролью для всех животных, особенно для растущих, лактирующих и беременных. Недостаток витамина А и каротина также приводит к снижению использования органических веществ пищи.

Перечисленные семь показателей комплексной оценки питательности являются наиболее распространенными. Однако в отдельных случаях ограничиваться ими нельзя. По местным климатическим и некоторым специфическим условиям приходится иногда прибегать и к другим показателям. Так, например, в северной полосе СССР в длительный зимний период с коротким днем и крайне слабой ультрафиолетовой радиацией даже при систематических прогулках скот не обеспечивается витамином D. В этих условиях необходим контроль кормов и рационов по доставке этого витамина, а при необходимости — и применение подкормок. В зонах с бедными почвами, так же как и с почвами, содержащими избыток некоторых минералов, бывает необходимо увеличить число контролируемых минеральных элементов.

При кормлении животных большими количествами отходов бродильных производств в рационе может оказаться недостаточно легко переваримых углеводов. Приходится рационы контролировать по их содержанию.

Наконец, при кормлении животных отходами маслоэкстракционного производства, сильно обезжиренными, возникает необходимость контролировать доставку в рационах жира.

В специальных случаях бывает необходимо выяснять содержание в белках отдельных аминокислот, в углеводах сахаров и крахмала, в жире — некоторых непредельных жирных кислот. Число показателей при комплексной оценке питательностей зависит от вида животных, которым корм предназначается.

У жвачных в рубце происходят разнообразные процессы — синтеза и переаминирования аминокислот, синтеза витаминов комплекса В, образования органических кислот и т. д.

У свиней и птицы такие процессы практически не идут, и для них важно контролировать в кормах доставку большего числа составляющих, чем для жвачных (см. табл. 100).

Комплексная оценка питательности по большому числу показателей необходима при изучении кормов и рационов для их подробной характеристики, но из-за громоздкости неудобна для использования в практике кормления.

Таблица 100

Показатели питательности кормов и рационов, которые необходимо учитывать при комплексной оценке кормов для жвачных, свиней и птицы

(плюс означает необходимость учета)

Показатели	Крупный рогатый скот и овцы	Свиньи	Куры и индейки
Сухое вещество	+	+	+
Энергия	+	+	+
Протеин	+	+	+
Отдельные аминокислоты [1]	—	—	+
Протеин животного происхождения	—	+	+
Клетчатка	+	+	+
Кальций	+	+	+
Фосфор	+	+	+
Поваренная соль	+	+	+
Калий	—	—	—
Марганец	—	—	+
Иод	—[2]	+	+
Кобальт	—[2]	—	—
Каротин и витамин А	+	+	+
Витамин D	—[2]	—[2]	+
Витамины комплекса В	—[2]	+	+
Витамин B_{12}	—	+[3]	+
Витамин С	—	+[4]	—

Между тем почти все показатели комплексной оценки нужны для того, чтобы обусловить определенный состав кормов в рационе. В самом деле, если в рацион коровы входят высококачественные сено, силос, корне-клубнеплоды и концентраты в определенных соотношениях, то можно заранее быть уверенным, что такой рацион характеризуется близкими к требуемым сочностью, содержанием клетчатки, энергии переваримых веществ, протеина, кальция, фосфора, каротина и других необходимых питательных веществ. Вопрос об удовлетворении потребностей коровы при таком рационе сведется к количественной стороне питания, которую можно регулировать по учету доставки одного какого-либо показателя, например единиц органического вещества, или двух показателей — единиц органического вещества и протеина. Для того чтобы получить такую возможность, в комплексную оценку питательности кормов нужно включить признаки их качества, а в комплексную оценку рационов — ориентировочный набор кормов (иначе говоря, указать структуру рационов). В этом случае балансирование кормления значительно упрощается и может быть сведено к проверке минимального числа показателей.

В то же время при замещении кормов в рационах новыми кормами, при зоотехнической характеристике новых видов кормового сырья и при сравнительной оценке кормовых культур должны учитываться все показатели, принятые для комплексной оценки питательности.

Естественные кормовые средства различаются особенностями состава и формы химических веществ (табл. 101).

Для выяснения особенностей состава кормов отдельных групп все данные отнесены к 1 *кг* сухого вещества, как удобной основе для сравнений не только

[1] Для кур и индеек отдельные аминокислоты могут не приниматься во внимание, если в рацион введен протеин животного происхождения.

[2] В отдельных случаях учитываются, см. выше.

[3] При даче кормов животного происхождения витамин B_{12} можно не учитывать.

[4] Молодняк.

Таблица 101

Сравнение среднего содержания питательных веществ в кормах некоторых групп

(данные отнесены к 1 *кг* сухого вещества)

Энергия, питательные вещества или элементы	Единицы измерения	Содержится в 1 *кг* сухого вещества в среднем		
		травы и сена	злаковых зерновых концентратов	корнеплодов
Энергия переваримых питательных веществ	*ккал*	2600	3200	3600
Переваримый белок	*г*	40—80	70	30
Клетчатка	»	300	60	75
Аминокислоты				
аргинин	»	7—15	9,0	8,0
метионин и цистин	»	2,5—5,0	1,5	2,5
лизин	»	8,0	1,0—3,3	10,0
триптофан	»	5,0	5,0—7,0	10,0
Каротин	*мг*	0—70	0—2,5	следы
Витамин D	ИЕ	0—1500	0,0	0
Кальций	*г*	8—20	0,3	0,8
Фосфор	»	0,1—2,0	3,0	0,7
Калий	»	8,0	3,0	15,0
Магний	»	2,0	1,2	1,5
Марганец	*мг*	26	16—30	—[1]
Медь	»	7,5	12,0	6,5
Железо	»	162	40	60
Иод	»	—[1]	0,03	0,03
Кобальт	»	0,3	следы	0,01

кормов друг с другом, но и с потребностями животных, которые тоже можно выражать относительно поглощаемого сухого вещества. В таблице помещены данные для кормов в натуральном состоянии, без подготовки.

В качестве примера конкретного обсуждения пригодности кормов сопоставим приведенные в табл. 101 данные с потребностями 4—5-месячного теленка.

Такой теленок должен получать корма, содержащие в среднем на 1 *кг* сухого вещества 2800 *ккал* энергии переваримых веществ, 100 *г* переваримого белка, 200 *г* клетчатки, 4,5 *г* аргинина, 3,0 *г* метионина и цистина, 7,5 *г* лизина, 2,0 *г* триптофана, 7,0 *мг* каротина, 2000 ИЕ витамина D, 3,0 *г* кальция, 2,0 *г* фосфора, 1,8 *г* калия, 0,7 *г* магния, 28 *мг* марганца, 3,0 *мг* меди, 0,09 *мг* иода и 0,07 *мг* кобальта. Для покрытия его потребностей необходимо, чтобы в рацион входили представители всех трех групп кормов, да и то при этом потребность в протеине и витамине D не будет удовлетворена. Недостаток витамина D возмещается облучением животных солнечным светом. Потребность же в протеине может быть удовлетворена введением белковых кормов — зерновых бобовых или жмыхов.

[1] Нет сведений.

ЧАСТЬ ПЯТАЯ

ПОЛНОЦЕННОСТЬ КОРМЛЕНИЯ ЖИВОТНЫХ

ГЛАВА XXII

ПРОБЛЕМА ПОЛНОЦЕННОСТИ КОРМЛЕНИЯ

К ИСТОРИИ ВОПРОСА

Наука о кормлении сельскохозяйственных животных в последние годы поднялась на значительно более высокую ступень, чем это было еще совсем недавно. Выяснены многие, если не все питательные вещества, необходимые для нормального существования и образования продукции, и определены количественные потребности в них. Это позволяет выяснить последствия недостаточного и избыточного поступления любого из важных питательных веществ.

Уже первые шаги в этом направлении показали, что более или менее значительные отступления от удовлетворения потребностей приводят к различного рода расстройствам здоровья, к снижению продуктивности и к ухудшению хозяйственно полезных качеств животных. Явилось основание считать такое кормление не отвечающим потребностям животных, неправильным.

Экспериментальное изучение неправильного питания было начато давно, однако его практическое значение для сельскохозяйственных животных выяснено только в самое последнее время.

Неправильное, недостаточное питание представляет собою случай частичного голодания. Под частичным голоданием понимают питание при кормлении такой пищей, которая не содержит каких-либо необходимых пищевых веществ, или питание при кормлении пищей, в которой хоть и присутствуют все необходимые пищевые вещества, но некоторые в недостаточном количестве.

Голодание называется «частичным» в противовес «полному» голоданию. Последнее представляет случай полного лишения животного пищи.

Обстоятельное изучение голодания животных было проведено В. В. Пашутиным, его учениками и сотрудниками.

В. В. Пашутин, являющийся создателем патологической физиологии, вложил много труда в изучение последствий неправильного питания. Публикация работ, посвященных этому вопросу, начата в семидесятых годах прошлого столетия [1], и уже через несколько лет было накоплено так много материалов, что в 1900-х годах В. В. Пашутин мог дать подробное обобщение экспериментально изученных последствий неправильного питания подопытных животных [2].

Одним из первых экспериментов по частичному голоданию, повидимому, является опыт Мажанди (1816). В этом опыте животные были поставлены на

---

[1] В. А. Манассеин. Архив Боткина, 1869; Медицинский вестник, 1871.
[2] В. В. Пашутин. См. сноску на стр. 70.

пищу, совершенно лишенную протеина (азота). В течение первых 16 дней опыта в состоянии животных не замечалось перемены, но затем они стали быстро худеть. У них появлялись болезненные симптомы, и все они пали на 32—36-й день после начала опыта. Около 16 лет спустя опыты Мажанди повторили Макер и Марсе на баране. В этом опыте баран пал после 20 дней кормления безазотной пищей, потеряв к этому времени около 25% своего первоначального веса. На основании своих опытов Мажанди сформулировал положение, являющееся одним из законов питания, что даже взрослые млекопитающие не могут поддерживать свою жизнь длительное время на безазотистой пище, в то время как, напротив, при определенных условиях по крайней мере некоторые из млекопитающих могут жить, получая в пище один белок, если только организм может переработать столько белка, сколько необходимо для обеспечения их энергетического обмена.

При помощи методики исследования, аналогичной примененной Мажанди, т. е. изъятия из пищи того или иного вещества, были изучены и до сих пор изучаются последствия частичного голодания самого разнообразного характера.

Многие факты, приводимые и обсуждаемые В. В. Пашутиным в его труде, имеют важное значение. К числу их относится изучение последствий полного исключения пищи или ее отдельных составляющих. Подобные условия питания могут быть созданы в эксперименте и вряд ли встретятся в обычных условиях содержания животных. Но такие исследования необходимы для правильного понимания последствий комплексных недостатков питания, встречающихся в практике.

Во второй половине прошлого века изучались проблемы минерального питания. В иностранной литературе указывается, что впервые исследования кормления животных пищей, почти лишенной минеральных веществ, предпринял И. Форстер (1873) [1]. Необходимо указать, что за год (1872) до публикации Форстера в Петербургской медико-хирургической академии была защищена диссертация А. Рубцом [2], в которой исследовались последствия кормления животных обеззоленной пищей.

Позднее вопросы минерального питания изучались Н. И. Луниным, С. А. Лебедевым и др.

Н. И. Лунин [3] кормил подопытных животных (мышей) смесью жира, промытого казеина и тростникового сахара. В этой смеси содержалось 0,05—0,08% золы. В питье мыши получали дистиллированную воду. За критерий недостаточности питания Лунин принял продолжительность жизни подопытных мышей.

На беззольном рационе мыши были способны жить около 15 дней. Добавка 4% искусственной смеси солей молока приводила к удлинению жизни подопытных мышей в среднем на 11 дней (до 26 дней), в то время как на конденсированном натуральном молоке продолжительность жизни питанием не ограничивалась. По этой части работы Н. И. Лунин заключил, что, видимо, в натуральном молоке содержится что-то, чего не содержится в синтетической пище, в частности, подозревалось, что могло сказаться отсутствие органических соединений фосфорной кислоты. Часть подопытных животных в опыте Лунина была использована по предложению проф. Бунге для экспериментальной проверки положения, высказанного Бунге по поводу опытов Форстера, что причиной смерти животных в опытах последнего было не минеральное голодание, а

[1] J. Forster. Опыты по изучению значения в питании составных частей золы. Zeitschr. f. Biologie, Bd. 9, 1873.

[2] А. Рубец. О влиянии калийных и натронных солей на питательность вываренного мяса. СПб, 1872.

[3] N. Lunin. Zeitschrift f. physiologische Chemie, Bd. V, 1881.

действие освобождающейся при распаде белка серной кислоты, для нейтрализации которой в пище не хватало оснований. Судя по результатам опыта Лунина, эта мысль нашла подтверждение, так как при прибавке углекислых солей жизнь мышей была продолжительнее, чем на совершенно беззольной пище, а при прибавке средних хлористых солей продолжительность жизни не только не увеличивалась, но даже сокращалась.

Весьма обстоятельное изучение роли минерального голодания было проведено С. А. Лебедевым [1] под руководством В. В. Пашутина. В заключении своей работы автор пишет, что и после проведенных им исследований вопрос о минеральном голодании требует дальнейшего всестороннего изучения и что определенным результатом его исследований оказалось установление факта полного прекращения отделения желудочного сока при кормлении подопытных собак тщательно вываренным практически обеззоленным мясом.

Оценивая это заключение, полезно вспомнить сравнительно недавнее исследование проф. Н. И. Лепорского [2], который пришел к заключению, что возбудителем секреторной функции желудочных желез являлась зольная фракция овощей и овощных соков.

Приведенные работы начального периода изучения проблемы минерального голода несвободны от погрешностей и ошибочных заключений. В частности, симптомы поведения подопытных голубей в опытах Форстера были сходны скорее с явлениями В-авитаминозов, чем минерального голодания. А. Рубец и С. А. Лебедев пришли к противоречивым выводам относительно поедания вываренного мяса и продолжительности жизни подопытных животных, питающихся вываренным мясом. Однако и в этих первоначальных работах были получены ясные доказательства невозможности существования животных на пище, лишенной солей, или на пище, содержащей их крайне малое количество. Обсуждая в общем сходные результаты этих работ, В. В. Пашутин писал, что усиленная доставка минеральных веществ в пище менее вредна, чем доставка одних органических веществ.

Против избытка последних организм не выработал в себе совершенных приспособлений. Причиной этого, писал Пашутин, являлось то, что аномалии пищевой смеси, слишком бедной минеральными солями и богатой органическими веществами, — явление, создаваемое человеком. В природе такой пищи нет, и организм не научился бороться с такой пищей. В этом выразилось представление о требованиях животных к пище, обусловленных исторически сложившимися отношениями между организмом и средой.

В другом месте своего труда, обсуждая факторы, предрасполагающие к появлению цынги, В. В. Пашутин высказал ту же мысль еще более четко. Еще в доисторические времена организм человека, указывает В. В. Пашутин, приспособился к свежей «живой» пище. Первобытный человек обитал в странах, в которых по климатическим условиям в течение круглого года имелись свежие растения. Пища животного происхождения — яйца, птица, рыба, моллюски — также поедалась совершенно свежей, так как хранить пищу в тех условиях было невозможно. Благодаря этому пища всегда содержала легко разрушающиеся соединения, имеющиеся только в свежих продуктах. По мере расселения по более холодным странам люди научились консервировать пищу путем сушки, засола, замораживания, но при этом пища теряла часть своих легко разрушающихся веществ и становилась менее комплектной. Эти представления, развитые В. В. Пашутиным, целиком отвечают современным представлениям о причинах недостаточностей питания. Однако недостаточности пи-

[1] С. А. Лебедев. К вопросу о минеральном голодании. Изд. Военно-мед. академии, СПб. 1887.

[2] Н. И. Лепорский. Физиологическое значение овощей. Воронеж, 1934.

тания возникают не только по причинам изменения свойств пищи. При пище с постоянными, не меняющимися свойствами можно столкнуться с явлениями недостаточности питания из-за того, что изменяются (или различаются) потребности организмов в связи с разным их функциональным состоянием. Так, например потребности растущих животных отличаются от потребностей взрослых, а среди последних — потребности лактирующих отличаются от потребностей нелактирующих и т. д. Таким образом, одна и та же пища может быть и достаточной и недостаточной в зависимости от потребностей животных.

Последующее развитие проблем белкового и минерального питания и особенно плодотворное и бурное развитие проблем витаминного питания углубили и расширили наши представления о требованиях животных к составу и свойствам пищи. Выяснилось, что ошибки в питании могут быть причиной таких заболеваний животных, как зоб, анемия, рахит, остеомаляция, авитаминозы, и многих других заболеваний и расслабляющих состояний. Заболевания и расстройства по пищевым причинам не менее серьезны, чем инфекционные, хирургические и др.

Однако внимание зоотехников к проблемам правильного кормления было привлечено только после того, как выяснилось, что пищевым заболеваниям особенно подвержены высокопродуктивные животные, особенно высокоудойные коровы. Позднее в специальных опытах было показано, что пищевые заболевания могут быть и у животных низкой продуктивности. Заболевания пищевого происхождения у животных высокой продуктивности оказались более заметными потому, что высокие уровни продуктивности некоторое время можно получать и при неправильном кормлении. При правильном же кормлении животное остается здоровым, в нормальном состоянии, независимо от уровня продуктивности.

Все это послужило основанием к разработке проблем полноценного кормления сельскохозяйственных животных. Идеи полноценного кормления в нашей стране развивали и пропагандировали многие исследователи.

Одним из первых вопросов в проблеме полноценного кормления был вопрос о так называемой биологической ценности протеинов. Этот вопрос получил довольно широкое освещение в работах отдела зоотехнии ГИОА в конце двадцатых годов (Н. В. Татринова, М. В. Слетова, А. П. Дмитроченко). В последующем вопросы полноценности разрабатывались во Всесоюзном институте животноводства (Е. И. Симон, Е. А. Нестерова, М. Е. Тамарченко, П. Х. Попандопуло, П. С. Попехина и др.), на Детскосельской зоотехнической опытной станции под руководством акад. М. И. Дьякова (С. В. Калашников, П. А. Наумов, Н. В. Шмаков, В. К. Иванкин), под руководством проф. А. С. Солуна (А. К. Данилова, Е. Т. Емелина и др.) и в ряде других лабораторий вузов и исследовательских учреждений.

К сороковым годам усилиями ряда научных коллективов были выяснены многие вопросы полноценности питания сельскохозяйственных животных. Особо должны быть отмечены монографии, написанные проф. А. С. Солуном по вопросам витаминного питания, акад. М. И. Дьяковым и Ю. В. Голубенцевой по вопросам минерального питания сельскохозяйственных животных и работы проф. Н. Д. Прянишникова с сотрудниками по вопросам протеинового питания.

И в работах и в сводках этого периода освещались главным образом вопросы содержания в кормах биологически важных веществ, соединений и элементов (аминокислот, минеральных элементов, витаминов и их предшественников), в соответствии с чем этот период исследований следует считать за период изучения биологической ценности пищи.

В последующие годы внимание исследователей привлекли проблемы удовлетворения потребностей животных и проблемы их физиологического

состояния. Это новое направление можно определить как изучение полноценности кормления животных.

В 1940 г. проф. Г. И. Азимов и М. Н. Лапинер обратили внимание на необходимость учета физиологического состояния высокопродуктивных коров. Развивая положения о полноценности питания, в 1948 г. проф. А. С. Солун в одной из своих работ употребил новый термин «физиологически полноценное питание» животных. Этот термин был предложен автором в связи с разбором им вопроса о доставке в пище такого вещества, которое являлось давно уже известным и биологическая роль которого казалась ясной.

Речь шла о доставке в пище легко переваримых углеводов. Проф. Солун показал, что недостаток легко переваримых углеводов может быть причиной целого ряда глубоких расстройств (стр. 398).

Разрешение проблемы полноценного питания переходит в новую фазу, фазу разработки всесторонне сбалансированного кормления, обеспечивающего не только доставку веществ, биологически важная роль которых известна, но и нормальное течение процессов и нормальное физиологическое состояние животных.

Тридцать пятый пленум секции животноводства ВАСХНИЛ (1951 г.), посвященный вопросам состояния науки о кормлении животных и перспективам ее развития, в своем постановлении указал на необходимость дальнейшей разработки проблем полноценного кормления сельскохозяйственных животных. Этим указанием подчеркивается то значение, которое имеет полноценное кормление в правильной организации животноводства.

ПОНЯТИЕ О ПОЛНОЦЕННОСТИ КОРМЛЕНИЯ

Комиссия по вопросам кормления животных методической конференции при Министерстве сельского хозяйства СССР (октябрь 1951 г.) дала определение полноценности кормления сельскохозяйственных животных в следующей формулировке:

«Считать полноценными такие рационы и корма, которые содержат все необходимые для животного организма вещества и способны в течение длительного времени обеспечить нормальные отправления всех его физиологических функций, включая получаемую от животного продукцию и дальнейшее совершенствование животных».

Согласно этой формулировке, рацион или корм могут быть признаны полноценными в том случае, если содержащиеся в них питательные вещества по своей форме и по количеству соответствуют требованиям животных, причем в рационе должны присутствовать все необходимые животным питательные вещества. Питательные вещества должны содержаться в полном наборе, в полном комплекте, только тогда рацион или корм будут сбалансированными, а кормление ими полноценным.

Так как питательные вещества рациона или корма должны соответствовать требованиям или потребностям животных, а потребности не являются постоянными, то и полноценность рациона и корма не будет все время одинаковой, постоянной. Некоторый рацион, являющийся при соответствующих потребностях животного полноценным, с изменением потребностей таковым уже не окажется, он будет неполноценным. Поэтому правильнее говорить о полноценности кормления, а не о полноценных рационах или кормах. Последнее замечание необходимо развить подробнее. С некоторых пор термин «полноценный» в применении к питательным веществам и кормам получил довольно широкое распространение. Повидимому, Кельнеру одному из первых принадлежит отнесение термина «полноценный» к определенному пищевому веществу и к определенным кормам. Кельнер относил понятие о полноценности к отдельным

кормам. Полноценными назывались им такие корма, которым приписывалось «продуктивное действие», совпадавшее с «продуктивным действием чистых питательных веществ». За «чистые» питательные вещества Кельнер признавал крахмал, пшеничную клейковину, обработанную соломенную массу и масло земляного ореха. Кроме весьма относительной химической определенности («чистоты»), за этими веществами вряд ли есть основания признавать какие-либо особые ценные свойства.

Неполноценными кормами, по Кельнеру, являлись такие, которые содержали питательные вещества, не сходные по своим химико-физическим свойствам с «чистыми» питательными веществами (например, углеводы корнеплодов не были тожественны крахмалу и соломенной массе), и такие корма, для переработки в пищеварительном тракте которых требовалась, по его мнению, повышенная затрата работы организма.

Таким образом, кельнеровское определение полноценности не связано с учетом состояния животных, их здоровьем, жизнестойкостью, с требованием животных к условиям питания. По этому определению один корм мог быть признан раз и навсегда полноценным, а другой неполноценным. Полноценность из понятия о динамичном соответствии между наличными условиями и необходимостью в них превращена здесь как бы в природное свойство вещества и корма, постоянное и неизменное, что не отвечает существу понятия о полноценности, как об удовлетворении динамичных потребностей.

К чему привело неверное определение и использование понятия, видно из того, что Кельнером трава, силос и сено были отнесены в разряд кормов неполноценных, в то время как теперь хорошо известно, что без должного количества этих кормов, как правило, нельзя организовать кормление, обеспечивающее нормальное отправление функций животного, т. е. полноценное кормление, и, наоборот, рационы, составленные из концентрированных, «полноценных» по Кельнеру, кормов, как правило, не обеспечивают полноценного кормления.

Равным образом нельзя и не нужно сохранять кельнеровский порядок пользования термином с перенесением его на другие объекты. В последнее время иногда относят к полноценным кормам не концентраты, а молодую траву. Правда, к этому имеются большие основания, но методологически это будет неверно. Более того, уже имеются доказательства, что, например, для лошади, выполняющей тяжелую работу, молодая трава не обеспечивает полноценного кормления, равно как и коровье молоко при неправильном его применении в корм может быть вредным. Здесь же следует отметить, что нет оснований употреблять и такие понятия, как «полноценный белок», понимая под последним такой белок, в составе которого содержится весь набор необходимых животным аминокислот. Теперь известно, что почти нет такого белка, содержащегося в натуральных кормах, в состав которого не входил бы полный набор необходимых аминокислот. Однако далеко не каждый из них обеспечивает полноценное белковое питание. Последнее зависит от соответствия между потребностями животных и содержанием аминокислот в доступной для данного животного части пищевого протеина и от некоторых других факторов.

Таким образом, современное понятие о полноценном кормлении животных не тожественно с неверным понятием о полноценности отдельных питательных веществ, с кельнеровским понятием о полноценности отдельных кормов или с понятием о полноценных рационах.

Эти неверные понятия о полноценности, как о присущем пище постоянном свойстве веществ, кормов, рационов, не должны находить себе места в нашей зоотехнической практике, как не отвечающие смыслу, вложенному в понятие о полноценном кормлении.

ЗНАЧЕНИЕ И ЗАДАЧИ ПОЛНОЦЕННОГО КОРМЛЕНИЯ

Полноценное кормление обеспечивает нормальное течение физиологических процессов в организме животного и одновременно с тем продуктивность, соответствующую обильности кормления и наследственности животных. Эти условия вытекают из определения понятия о полноценности кормления.

Учение о полноценности кормления развилось в нашей отечественной науке о кормлении сельскохозяйственных животных как ответ на практические запросы планового социалистического животноводства.

Без осуществления полноценного кормления невозможно выполнить задачи, поставленные партией и правительством перед животноводами нашей Родины. В эти задачи входит не только получение животноводческой продукции, но и увеличение численности поголовья животных и улучшение их качества.

Проблема полноценности кормления включает в себя как потребности животных, так и питательность кормов, и в то же время она заслуживает особого рассмотрения. В решение проблемы полноценности кормления входит прежде всего изучение тех факторов (веществ) питания, которые могут порознь или совокупно быть причиной недостаточного кормления. Далее необходимо выяснить, в какой мере и в каких условиях обычно употребляемые корма могут быть причиной неправильного кормления.

Необходимо выяснить признаки, по которым можно судить об ошибках кормления, и указать способы устранения таких ошибок. Наконец, необходимо учесть хозяйственные и зоотехнические следствия, к которым приводит нормированное полноценное кормление, с одной стороны, и неполноценное — с другой. Таково содержание проблемы полноценности кормления, в значительной части разрешенной передовыми отечественными практикой и наукой.

ВЛИЯНИЕ ПОЛНОЦЕННОСТИ КОРМЛЕНИЯ НА СОСТОЯНИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЖИВОТНЫХ

Можно считать, что условия среды достаточны для нормального существования животных, если на протяжении ряда поколений животные дают хорошую продуктивность, успешно размножаются, здоровы и достаточно долговечны.

Условия среды, как правило, изменяются. Если их изменение происходит в некоторых границах, к которым животные приспособлены или приспособились в процессе индивидуального развития, то такие колебания животное преодолевает, уравновешивая свое состояние с изменениями среды. Но иногда условия среды могут уклоняться за нормальные пределы. Из работ физиологов известно, что когда какой-либо фактор среды уклоняется от являвшегося до того нормой постепенно, то животные приспосабливаются к изменившимся условиям, причем такое последовательно постепенное приспособление может довольно далеко увести организм от прежней нормы условий. Когда же какой-либо из факторов среды изменяется очень быстро и в значительном размере, то такое изменение вызывает резкую реакцию организма. Последний может в этом случае оказаться в патологическом состоянии.

Зоотехники также знают подобные примеры. Перевод молодняка крупного рогатого скота с кормления грубым кормом на рацион, в котором значительно преобладали концентраты, приводил к воспалению рубца, причем это заболевание было тем сильнее, чем короче был срок перевода и чем бо́льшую часть рациона составляли концентраты [1].

---

[1] Rue Iensen. American Journal of Veterinary Research, Vol. XV. 1954, № 56, 425—429.

Рацион должен быть признан недостаточным в каком-либо отношении, если он приводит животное в патологическое состояние, которое может быть облегчено добавкой к рациону недостающих веществ.

Формы патологических состояний, к которым может привести несбалансированное кормление, весьма разнообразны. Это видно из пока еще немногочисленных работ, посвященных вопросам полноценности кормления. Кроме того, неполноценное кормление отрицательно сказывается и на продуктивности животных.

В опытах Ленинградского ветеринарного института (В. Н. Конюхов) экспериментальное исключение из обычного рациона кроликов большей части протеина, или большей части жира, или большей части зольных веществ приводило к снижению аппетита, к снижению привесов и к повышению уровня окислительных процессов. Последнее приводило к значительному увеличению выделения углекислоты. У кроликов всех групп на несбалансированном кормлении наблюдалось снижение гемоглобина крови, потеря аппетита, общая вялость. Опыты были продолжены на дойных коровах и дополнены наблюдениями над коровами в хозяйствах. Выводы, полученные на кроликах, в общем подтвердились и на коровах. Несбалансированное кормление приводило к появлению ряда признаков расстройства состояния, к снижению продуктивности и к снижению качества продукции.

Р. С. Бутаева [1] использовала в своей работе другой путь — к рациону подопытных конематок, считавшемуся недостаточно сбалансированным, добавлялись в подкормке недостающие вещества — протеин, кальций, фосфор и витамин А. Эти добавки повышали полноценность кормления жеребых кобыл. В результате наблюдалось: 1) нормальная продолжительность жеребости, в то время как при неполноценном кормлении продолжительность жеребости удлинялась на 10 дней; 2) нормальная выжеребка, своевременный приход в охоту и стопроцентное оплодотворение маток, чего при неполноценном кормлении не наблюдалось; 3) лучшие показатели состава крови, мочи и молока.

Значение полноценного кормления для успешного воспроизводства у коров исследовалось А. А. Александровой (Ленинградский ветеринарный институт). В опытах показано, что скармливание коровам летом большого количества травы, а зимой высококачественного сена является условием, способствующим лучшему воспроизводству. При недостаточном кормлении воспроизводство было хуже, хотя в то же время разницы в продуктивности между опытной и контрольной группами коров практически не было.

В последнее время появились работы по распознаванию и предупреждению ошибок в кормлении. К числу таких работ относится исследование Е. И. Макуриной. В ней автор показал, что принятые зоотехнические нормы кормления и содержания коров недостаточны для высокопродуктивных животных. У последних наблюдаются расстройства минерального и витаминного обмена, обнаруживаемые как клинически, так и лабораторно.

Одновременно с тем животные оставались (до поры до времени) высокопродуктивными. Е. А. Петухова (Московская ветеринарная академия) подробно описывает признаки D-гиповитаминоза у стельных коров и новорожденных телят и указывает, что это состояние отражается как на аппетите телят, так и на их привесах и здоровье.

Н. А. Троицкий (Московская ветеринарная академия) описывает приемы распознавания и предупреждения минеральной недостаточности при откорме свиномолодняка.

---

[1] Р. С. Бутаева. Влияние повышения полноценности кормления жеребых кобыл на их физиологическое состояние. Известия Московского зоотехнического института коневодства, в. 6, 1952.

П. К. Ряховский (Саратовский зооветеринарный институт) подробно исследовал случаи остеомаляции у лошадей. Автор отмечает, что засухи, охватывающие определенные территории, сильные дожди в период заготовки грубых кормов, усиленная рабочая нагрузка лошадей и неполное использование периода пастьбы — все это может быть причиной недостатка минеральных веществ и витаминов, может вызвать нарушение физиологического состояния и требует регулирования доставки дефицитных питательных веществ. Заслуживает большого внимания утверждение автора, основанное на проведенных им исследованиях, что в результате минерально-витаминной недостаточности в организме происходят сложные нарушения обмена кальция и фосфора, а не простое количественное уменьшение их содержания. Уместно в связи с этим упомянуть результаты исследования об использовании радиоактивного кальция, поступающего в организм (Ганзард) [1].

В полном согласии с тем, что известно о путях обмена органических веществ, кальций, циркулирующий с кровью, непрерывно и быстро удаляется из крови и замещается кальцием, адсорбируемым из пищеварительного тракта, и кальцием, выделяемым в кровь в результате обмена из скелета. Ионы кальция в мягких тканях характеризуются особо высокой обмениваемостью с таковыми же плазмы крови. В общем же накопление и общий круговорот кальция в различных костях параллельны обменной активности процессов, протекающих в организме. Это объясняет наблюдавшееся П. К. Ряховским общее расстройство обмена, а также подтверждает его утверждение, что при лечении больных остеомаляцией лошадей происходит не просто отложение минеральных веществ в кости, а процессы обмена, характеризуемые выравниванием количества и отношений минеральных веществ с тенденцией приближения их к норме. Автор приходит к заключению, что из использованных им методик раннего распознавания расстройств обмена на почве минерально-витаминных недостаточностей, приводящих к остеомаляции, наиболее эффективны химические анализы кусочков костей на содержание кальция и фосфора. При этом важно исследовать не только абсолютное количество этих элементов, но и их взаимное соотношение, которое при расстройствах обмена сильно уклоняется от нормы. Кусочки кости для анализа могут быть взяты путем резекции части ребра или трепанацией верхнечелюстной пазухи. Автор показал, что при своевременной диагностике расстройства и введении в рацион минеральных веществ и витаминов можно добиться полного восстановления здоровья и работоспособности лошадей.

С. М. Калмыков и В. И. Пушкарева [2] сообщили, что по содержанию каротина в сыворотке стельных коров можно предвидеть опасность заболевания телят этих коров А-авитаминозом. Содержание 150—300 *мг* каротина на 100 *мл* сыворотки коров влечет за собой заболевание телят.

Е. И. Липина (Московская ветеринарная академия) описала приемы контроля состояния костяка птицы при росте и при яйцекладке, причем показала, что размер последующей яйцекладки кур находится в большой зависимости от состояния минеральных депо к моменту начала ее. Липина заключила, что при интенсивной яйцекладке минеральных веществ было недостаточно и они заимствовались из запасов костяка.

К сожалению, автор, владея методикой рентгенологического контроля, не занялся поисками такого рациона, при котором заимствование кальция из костяка было бы минимальным или совершенно отсутствовало, что весьма существенно при интенсивной яйцекладке.

---

[1] S. L. Hansard & oth. Journ. Anim Sci. Vol. 13, 25, 1954.

[2] С. Т. Калмыков и В. И. Пушкарева. А-авитаминоз новорожденных телят. «Ветеринария», № 1, 1951, стр. 43.

О. А. Мегреладзе (Ленинградский ветеринарный институт) на основании опытов и наблюдений подтвердил встречавшиеся и ранее указания, что неполноценное кормление коров с недостатками в белковой, минеральной и витаминной частях пищи может быть причиной снижения уровня гемоглобина их крови, и указал на средства, с помощью которых можно добиться повышения гемоглобина до нормы.

А. М. Балабанова (Ленинградский ветеринарный институт) в то же время наблюдала, что чередующееся по уровню кормление телят привело к более высоким показателям гемоглобина по сравнению с монотонным, равномерно обильным кормлением.

О. В. Баланина (Казахский филиал ВАСХНИЛ) сообщила, что при недостаточном кормлении число эритроцитов крови обратно пропорционально уровню продуктивности коров, но что при полноценном кормлении количество эритроцитов от размера продуктивности не зависит. В работе Балониной показано также, что переход от неполноценного кормления к полноценному приводил к увеличению продуктивности коров и к улучшению химического состава молока.

И. А. Ленец (Казанский ветеринарный институт) нашел, что воздействие на кроликов рассеянным светом в весенне-летний период способствовало увеличению в их крови эритроцитов, лейкоцитов и гемоглобина, но что содержание кроликов как в полной темноте, так и на солнечном свету приводит к ухудшению эритропоэза.

Наконец, Д. И. Чирков [1] показал, что гемоглобин крови у свиней зависел в сильной мере от условий содержания. Подопытные животные получали одинаковое кормление. Однако у тех животных, которые содержались в свинарнике и имели ограниченные прогулки, гемоглобин снизился, а у животных, пользовавшихся неограниченными прогулками, — значительно возрос.

Из этих работ видно, что такой показатель, как уровень гемоглобина крови, является чувствительным и в то же время обусловленным как функциональной деятельностью организма, так и условиями его существования и питания.

Не менее важной является роль питания в обеспечении способности животных противостоять заболеваниям.

Вообще говоря, считается, что недостаточное, бедное питание приводит к повышению проницаемости оболочек организма животных, защищающих его против проникновения болезнетворных агентов. Как происходит повышение проницаемости, представляется вопросом сложным. Возбудители болезни сильно различаются по своей природе. Они поражают различные части, ткани тела в неодинаковой степени, и восстановление требует различных условий питания. Выяснение специфических функций составных частей пищи было предметом большого числа исследований. Много внимания уделялось витаминам, не в меньшей степени разрешались вопросы минерального и протеинового питания, а также и проблемы снабжения органическим веществом вообще — в связи с исправлением последствий недостаточного, неполноценного питания.

Витамин А был назван антиинфекционным фактором. Было предположено, что основной причиной увеличенной восприимчивости животных, недополучающих витамин А, является изменение в эпителиальных тканях (тканях кожи, слизистых оболочках) путем замены нормальных тканей кератинизированными или ороговевшими тканями.

Это изменение встречается в дыхательных, пищеварительных и родовых путях, в глазах и в железах горла и уха.

---

[1] Д. И. Чирков. Повышение продуктивности свиней при предоставлении им многократных прогулок. «Советская зоотехния», № 9, 1952, стр. 53; Выращивание поросят с повышенной жизненностью. «Достижения науки и передового опыта в сельском хозяйстве», № 3, стр. 69, 1952.

Изменение в эпителиальных тканях, вызванное отсутствием витамина А, увеличивает возможность внедрения болезнетворных организмов, но при этом не обязательно наблюдается снижение иммунитета в строгом смысле. Некоторые опыты, в которых болезнетворные организмы искусственно инъицировались в животное, показали, что уменьшение сопротивляемости происходит благодаря чему-то большему, чем простое разрушение эпителиальной ткани. Животные, которые получали соответствующее количество витамина А в своем корме, были много менее восприимчивы к болезни, вызванной инъекцией инфектирующего агента, чем животные, не получавшие достаточного количества витамина.

Предполагают, что качество и количество протеина в кормах имеет тесную связь с резистентностью организма к определенным инфекционным заболеваниям. Ограниченное протеиновое питание иногда совпадало с увеличением количества случаев и интенсивности инфекционных заболеваний, таких, как туберкулез у животных и у человека.

Уменьшенное введение протеина, повидимому, снижает сопротивляемость некоторым инфекционным заболеваниям у поросят в подсосный период.

Содержание овец на бедных пастбищах, при недостатке в пище протеина и кальция приводило к уменьшению ниже норм количества агглютининов, веществ, способных вызывать коагуляцию возбудителей бруцеллеза и паратифа.

П. Т. Лебедев (Всесоюзный институт экспериментальной ветеринарии) изучал в опытах на 4 валухах влияние различного кормления на течение бруцеллеза. Животные были разделены на 2 группы.

Валухи первой группы получали рацион из злако-бобового сена, овса, отрубей и красной моркови.

Валухи второй группы (контрольной) получали «лесо-парковое» сено низкого качества и картофель. Все животные получали по 12 *г* поваренной соли и воды вволю. Хотя автор считает, что рационы групп различались по содержанию кальция, фосфора (на 25%) и каротина (в контрольном на 75% меньше), несомненно они различались и в других отношениях и, в частности, по протеину.

Исследовались балансы кальция, фосфора и каротина до и после заражения валухов бруцеллезом. Автор отметил изменение переваримости протеина, однако эти данные вызывают сомнения, так как до заражения были отмечены крайне низкие коэффициенты переваримости, которые трудно чем-либо объяснить. Баланс кальция у контрольной группы стал отрицательным. Были и некоторые другие различия в показателях обмена. П. Т. Лебедев пришел к выводу, что различия в обмене веществ, обусловленные разными рационами, сказались на проявлении и течении бруцеллезной инфекции. Это выразилось в более заметных температурных сдвигах после заражения, в более высоких титрах и в четких показаниях реакции агглютинации, в четкой аллергической реакции и в более ясных макроскопических и гистологических изменениях в органах у валухов при более скудном, недостаточном кормлении. Нормальное обеспечение потребностей животных может привести, по мнению автора, к лучшей сопротивляемости против бруцеллезной инфекции, к более легкому ее проявлению и течению и к более благоприятному исходу.

С другой стороны, работы по выяснению связи между кормлением и инфекционным абортом показали, что хороший рацион, достаточный по протеину, жиру, кальцию, фосфору и иоду, не увеличивает резистенции к инокуляции бруцелл сверх той, которая показана молодыми коровами, кормившимися бедными рационами.

В то же время в опытах наблюдалось, что отсутствие витамина А является одной из причин бесплодия.

Там, где питание настолько ограничено, что приближается к голоданию, там понижена и сопротивляемость организма инфекции.

Наблюдалось, что овцы, голодавшие даже короткое время, сильнее подвержены паратифозной дизентерии, чем питавшиеся нормально. Представляется вероятным, что микроорганизмы-возбудители нормально находятся в пищеварительном тракте и развивают высокую вирулентность при определенных условиях, одним из которых является скудное питание.

А. Г. Скотников (Всесоюзный институт экспериментальной ветеринарии), обследуя эпизоотологическое состояние территории по инфекционной анемии лошадей, установил, что эта болезнь чаще встречается в лесистых и болотистых местностях с подзолистыми и сильно выщелоченными (деградированными) кислыми почвами. В этих зонах отмечается значительный сдвиг в сторону ацидоза кислотно-щелочного отношения в организме лошади и нарушение минерального и витаминного питания, что, по утверждению автора, ведет к понижению защитных свойств организма, к различным инфекционным заболеваниям, в том числе к заболеванию инфекционной анемией. Количество заболеваний и смертность лошадей находятся в прямой зависимости от полноценности кормления, его обильности, от ухода и содержания конского поголовья. А. Г. Сотников, ссылаясь на проведенные им эксперименты, считает, что в эпизоотологии инфекционной анемии лошадей имеет решающее значение физиологическое состояние организма лошади, определяемое факторами внешней среды и прежде всего полноценностью кормления, местностью, уходом и содержанием конского поголовья.

Примеры связи между питанием и резистентностью сельскохозяйственных животных к заболеваниям приведены с целью показать наличие этой связи, а также подчеркнуть малое количество и неполноту имеющихся данных.

Несмотря на это, едва ли можно сомневаться в необходимости полноценного кормления для животного, что помогает его борьбе и противодействию болезнетворным микроорганизмам.

То, что питательные вещества, повидимому, не имеют непосредственного отношения к резистентности организмов против определенных возбудителей инфекции, не должно считаться за доказательство полного отсутствия этой связи.

ИЗМЕНЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЖИВОТНЫХ ПОД ВЛИЯНИЕМ КОРМЛЕНИЯ

Советская биологическая наука учит, что условия питания могут создать специфическую направленность течения обменных процессов; это в свою очередь может повлиять на тип обмена веществ, тип ассимиляции и в конечном итоге на природу животного, на интенсивность его биологической изменчивости. На зависимости функций от условий питания основано учение о кормлении сельскохозяйственных животных.

Применяя рационы с определенным набором кормов, содержащих необходимые питательные вещества, животноводы добиваются от животных продуктивности, превышающей известную в природной обстановке.

Теперь в основном известно, каких кормов, в каком количестве, в какое время и как именно нужно скормить животному для достижения того или иного практического результата.

Однако в этой зависимости функций животного от кормления встречаются несогласующиеся и даже противоречивые результаты.

Так, например П. А. Наумов[1] провел опыт на молочных коровах, результаты которого показаны в табл. 102.

[1] П. А. Наумов. Биологическая ценность рационов для лактирующих коров. Сборник научно-исследовательских трудов ЛСХИ им. С. М. Кирова, в. IV, 1940.

Таблица 102

Результаты сравнительного кормления коров на рационах с сеном и соломой
(данные П. А. Наумова; средние показатели по периодам на 1 корову; в каждой группе по 6 коров)

Показатели	В периоды кормления рационами		Данные для рациона с сеном в процентах к данным для рациона с соломой
	с сеном	с соломой	
Луговое сено среднее *(кг)*	8	—	—
Овсяная солома *(кг)*	—	8	—
Турнепс *(кг)*	8	8	—
Концентраты разные	5,6	6,4	—
Всего в рационах продуктивных кормовых единиц	10,2	10,2	—
Переваримого белка *(г)*	1135	1135	—
Среднесуточный удой *(кг)*	13 08	11,85	110,4
Сухое вещество в удое *(кг)*	1,63	1,48	110,6
Содержание жира в молоке *(г/л)*	36	37	
Количество жира в удое *(г)*	456	423	107,8
Оплата корма (*кг* удоя со 100 к.е.)	125,1	112,9	110,8

Рационы коров в этом опыте различались видом грубого корма и количествами других кормов. Рационы, как это предусматривалось планом опыта, содержали практически одинаковое количество продуктивных кормовых единиц и переваримого белка, которые считались основными и достаточными для признания кормления равнопитательным. Между тем на рационе с сеном была получена более высокая молочная продуктивность и более высокая оплата корма, чем на рационе с соломой.

Если питательность рационов оценивать по полученной продукции, то рацион с сеном, несмотря на одинаковое количество кормовых единиц, следует признать питательнее рациона с соломой. Судя по оплате корма, рацион с сеном обеспечивает более высокую полноценность кормления, чем рацион с соломой.

В других опытах, подобных описанному, результаты получаются иные.

На датской опытной станции проводилось несколько опытов по сравнению между собой рационов с сеном и с соломой, давших хорошо согласующиеся между собою результаты, но не совпадающих с данными опыта Наумова (табл. 103).

В датских опытах практической разницы в результатах кормления коров рационами с сеном и с соломой не было получено ни по величине удоя, ни по количеству жира, ни по оплате корма. Наличие в рационе сена не дало преимущества перед соломой и только сказалось на расходе концентратов и корнеплодов. При луговом сене расходуется в день меньше на 1,63 *кг* концентратов и на 9,5 *кг* свеклы, а при люцерновом меньше на 2,12 *кг* концентратов, чем при соломе.

Нужно ли коровам давать зимой сено, судя по опытам Наумова и датской станции, решить нельзя. Можно предполагать, что на эти опыты повлияло несходство качества и вида грубых кормов, несходство животных или, возможно, наконец, несходство функциональных возможностей коров, различная их способность реагировать на изменения условий питания.

Затруднения в разрешении неопределенности, возникающей из сравнения данных этих двух опытов, осложняются тем, что они были проведены в разное время, на разных животных и при разном кормлении.

Таблица 103

Итоги сравнительного кормления коров на рационах с сеном и соломой

(датская опытная станция; средние показатели по группам на 1 корову; в каждой группе по 8 коров)

Показатели	I группа	II группа	III группа
Скормлено кормов коровами в среднем в сутки *(кг)*			
луговое сено	10,00	—	—
яровой соломы	—	6,0	—
люцернового сена	—	—	9,71
свеклы кормовой	29,70	39,20	40,10
жмыха дробленого	1,40	2,56	0,18
ячменя дробленого	—	0,47	0,73
В рационах единиц органического вещества	11,10	11,62	10,96
Продуктивных овсяных кормовых единиц	9,73	9,82	9,33
Переваримого белка *(г)*	833	965	932
Переваримого белка на 1 ЕОВ *(г)*	75	83	85
Получено молока с содержанием 40 *г* жира в 1 *л* в сутки за опыт (в среднем с 87-го по 157-й день лактации)	10,5	10,7	10,3
Оплата корма (молока со 100 к. е.)	108	109	110
Живой вес коров в период опыта *(кг)*	491	485	490
Потеря в весе за опыт *(кг)*	11,2	13,3	10,5

Подобных осложняющих обстоятельств не было в опытах на молочных коровах, о которых кратко сообщил А. С. Храмов [1] (стр. 222).

Коровы, получавшие до опыта объемистое кормление, повысили удой на концентратном, а получавшие до опыта концентратное повысили удой на объемистом кормлении. Коровы же, получавшие до опыта разнообразное смешанное кормление, одинаково хорошо реагировали в опыте и на концентратное и на объемистое.

Здесь, надо думать, повлияла разница функциональных возможностей животных, созданная при разном кормлении в период, предшествующий опыту. Наиболее обширными эти функциональные возможности оказались у коров, выращенных на смешанных разнообразных рационах. Эти животные давали одинаково высокую продуктивность, получая в период лактации рационы обоих типов. У коров, выращенных на объемистых и концентратных рационах, возможности были более узкими. Их удой приближался к удою группы коров полуконцентратного выращивания только при кормлении контрастными рационами.

Из последнего опыта вытекает, что результат взаимодействия между кормами и животными определяется и кормами и функциональным состоянием животных. Состояние животных было ограничено условиями предшествующего питания.

Возвращаясь к ранее приведенному сравнению результатов опытов П. А. Наумова и датской опытной станции, можно предположить, что несходство результатов этих двух опытов объясняется разными возможностями организма подопытных коров, вызванными различием в кормлении, предшествующем периоду опыта. Результаты датской станции соответствуют наблюденным Храмовым при предшествующем полуконцентратном кормлении. Результаты опыта П. А. Наумова соответствуют полученным при предшествующем концентратном кормлении. Действительно, в датском опыте, при более обширных

[1] А. С. Храмов. Выращивание высокопродуктивных животных при различных типах и уровне кормления. Реферативно-библиографический справочник по животноводству за 1949 г. Сельхозгиз, 1951, стр. 148.

функциональных возможностях, коровы давали одинаковую продуктивность на обоих рационах, а во втором, при суженных возможностях, они продуцировали неодинаково.

В опыте по замещению люцернового сена зерном кукурузы коровы реагировали большим повышением удоя в том случае, если до опыта они кормились только люцерной, и меньшим повышением удоя, если до опыта они получали и люцерну и кукурузное зерно [1].

Возможность повлиять на состояние животных и тем усилить или ослабить их последующие реакции на кормление имеет, с одной стороны, важное хозяйственное значение, как путь направленного изменения организмов, а с другой, эта возможность позволяет правильнее разрешать проблемы кормления и оценивать их результаты.

Наконец, влияние кормления на состояние животных может иметь большое значение при борьбе с заболеваниями.

В медицине лечебное питание нашло себе широкое применение (работы проф. М. И. Певзнера и его сотрудников). И в ветеринарии имеется уже целый ряд исследований, показывающих возможности через кормление содействовать успешному излечению больных животных.

Состояние животных, в результате которого мы можем наблюдать тот или иной ответ на воздействие внешней среды, можно назвать, заимствуя термин из физиологии, функциональным состоянием. На одни и те же условия среды различные животные или одни и те же животные, но в разное время, могут ответить либо одними и теми же, либо различными реакциями. При сходстве реакций, надо думать, функциональное состояние животных будет одинаковым, при разных же реакциях различным. Функциональное состояние обусловливается морфологическими, физиологическими и биохимическими свойствами организма, которые не постоянны ни во времени, ни для разных животных, и сами могут изменяться под воздействием различных факторов.

Изменчивость функционального состояния приводит к появлению у животных способности отвечать по разному на одни и те же раздражители.

А. В. Модянов (ВИЖ), исследуя влияние притока белка в рационах овец, обнаружил, что одно и то же пищевое воздействие оказывает разное влияние на рост шерсти.

Повышение дачи белка оказывало гораздо более сильное воздействие на увеличение роста шерсти в весенне-летнее время, чем в зимнее время.

В весенне-летнее время овцы были как бы более реактивны. Различный рост шерсти овец при одинаковом воздействии можно объяснить разным функциональным состоянием их организма в разные сезоны года.

Зависимость функционального состояния от условий среды, в частности от питания, четко была показана в ряде физиологических, биохимических и морфологических исследований.

Акад. И. П. Павлов и его сотрудники первые установили зависимость функции пищеварительных желез от различных пищевых режимов. Это открытие дало впоследствии возможность разрешить ряд важных вопросов о функциональном состоянии желез и об их утомлении (Г. В. Фольборт с сотрудниками) [2].

В последнее время Я. П. Скляров, продолжающий исследования Г. В. Фольборта по вопросу об истощении и восстановлении секреторной функции пищеварительных желез, выяснил в своей работе интересный вопрос. Продолжительное перенапряжение секреторного процесса желудочных желез приводит к ослаблению способности вырабатывать сок нормального состава, причем явление

[1] Journal of Dairy Science, 1955, Vol. 38, № 6, p. 624, реферат № 96.

[2] Г. В. Фольборт, ред. Физиология процессов истощения и восстановления. Харьков, 1941.

нарушения влияет на дальнейшую работоспособность желез. Эти заключения разъясняют причину потери у собак способности переваривать вываренное мясо в опытах Лебедева (стр. 376). В свете работы Склярова [1] следует по-иному относиться к сокогонным кормам. Их чрезмерное применение может быть ненужным, но в то же время сокогонные корма необходимо применять тогда, когда требуется усилить переваривание кормов — слабых возбудителей секреции желез.

Опыты проф. И. П. Разенкова с сотрудниками [2] по изучению влияния качественно различного питания на реактивную способность организма еще более показательны. Подопытных собак кормили в первой группе овсянкой, сваренной на молоке, во второй группе — вареной печенью и в третьей — картофельным супом с мясом и хлебом. Пища второй группы была богата пуринами, в то время как у первой группы пища была лишена пуринов.

После достаточно продолжительного кормления всем подопытным животным вводилась в кровь лошадиная сыворотка с целью вызвать анафилактическую реакцию. На инъекцию сыворотки подопытные животные отвечали различно. Животные третьей группы, получавшие обычную смешанную пищу, как правило, отвечали развитием характерного анафилактического шока, от которого все они совершенно оправлялись через определенное время. Животные первой группы, кормившиеся овсянкой, сваренной на молоке, т. е. без пуринов, ни в одном случае не давали обычной картины шока, а у животных, находившихся на печеночном пищевом режиме — с большим содержанием пуринов, явления шока были крайне тяжелыми и в большинстве случаев кончались смертью подопытных животных.

Авторы заключили, что различные пищевые режимы, изменяя комплекс гуморальных факторов организма, тем самым вызывают во всех органах и тканях своеобразные изменения обмена веществ, а отсюда и изменение реактивности организма.

А. В. Палладин с сотрудниками и Э. Абдергальден с сотрудниками еще четверть века тому назад показали, что биохимические процессы в организме также зависят от качественно различного питания и что направление реакции обмена и их объем в сильной степени зависят от того, на какой пище до того содержались подопытные животные.

Наконец, начиная с исследований Н. П. Чирвинского [3], многие исследователи констатировали значительные изменения в строении и функциях пищеварительного тракта в зависимости от условий продолжительного питания животных, особенно в молодом возрасте.

Так, В. М. Селянский (ВИЖ), продолжая исследования А. Д. Синещекова и его сотрудников, показал, что бычки, выращенные на рационах с большим количеством грубых и сочных кормов, имели более высокие показатели таких физиологических функций, как уровень пищеварительной деятельности, газообмена и др., и что выработанное при выращивании отношение к определенному типу кормления сохранялось и в последующем. Длительная тренировка на объемистых кормах вызвала специфические морфологические и функциональные изменения пищеварительного тракта животных.

С. С. Романов (Львовский зооветеринарный институт) провел исследование зависимости между режимом питания и реактивностью организма. Эта работа иллюстрирует приложимость выясненных проф. Разенковым зависимостей к сельскохозяйственным животным. Автор показал, что ответные реакции

---

[1] Я. П. Скляров. Истощение и восстановление секреторной функции желудочных желез. «Вопросы физиологии», № 1, изд. АН УССР, 1951.

[2] И. П. Разенков. См. сноску на стр. 121.

[3] Н. П. Чирвинский. Изменения сельскохозяйственных животных под влиянием обильного и скудного питания в молодом возрасте. «Хозяин», 1894.

кроликов и телят на одни и те же раздражители были теснейшим образом связаны с условиями предшествующего кормления.

В медицинской литературе имеются работы, в которых выяснена связь между нервной деятельностью животного (и человека) и условиями питания. В качестве примера сошлемся на работу А. Н. Андриасова [1]. Изменяя количество белка в пищевом рационе подопытных животных, автор произвольно менял соотношение между процессами возбуждения и торможения в коре головного мозга.

Л. И. Тимукас (АН Литовской ССР) провел опыты на телятах (стр. 224) и показал, что под воздействием различных режимов кормления формируются животные, различные по типу нервной деятельности. Телята, выращенные на рационах с большим количеством концентрированных кормов, характеризовались большей реактивной способностью, чем выращенные на объемистых кормах.

А. В. Плетнев (Чувашский с.-х. институт) изучал внешнюю пищевую деятельность сельскохозяйственных птиц, обусловленную функциональным состоянием их нервной системы. Под «внешней» деятельностью, по И. П. Павлову, понимается «деятельность, обеспечивающая нормальные сложные отношения целого организма к внешнему миру». А. В. Плетнев приводит ряд фактов, показывающих, что отношение птицы к пище, «охота» ее поедания связана с ее состоянием.

Не только питание влияет на состояние животных, на их реактивную способность, но и состояние, функциональная деятельность их сказываются на отношении к пище.

А. К. Расулев (Казанский ветеринарный институт) изучил на лошадях влияние работы на переваримость питательных веществ рациона. Умеренная работа положительно влияла на размер переваримости, независимо от набора кормов в рационе. Это явление автор объясняет тем, что работа стала для лошади условием ее существования. При этом условии, ставшем естественным, деятельность пищеварительных органов проявляется более эффективно.

В аналогичных опытах Е. А. Чалюк [2] тяжелая работа приводила к снижению переваримости питательных веществ рациона у лошадей.

Лактирующие коровы съедают значительно больше корма и выпивают больше воды, чем коровы такого же веса стельные сухостойные и яловые.

Откармливаемый крупный рогатый скот съедает меньше корма, чем лактирующие коровы одинакового живого веса с первыми.

Несмотря на относительно небольшое число исследований, в которых выяснялось влияние условий кормления на функциональное состояние животных, особенно сельскохозяйственных, значение этой проблемы очевидно. Возможность повлиять на функциональное состояние животного и тем подготовить его к интенсивной деятельности, к удовлетворительному существованию и высокой продуктивности даже на не вполне сбалансированном кормлении открывает перед зоотехниками широкие перспективы для разумного применения самых разнообразных условий кормления животных.

---

[1] А. Н. Андриасов. Влияние различного содержания белка в пище на условнорефлекторную деятельность белых крыс. Журнал высшей нервной деятельности И. П. Павлова, т. II, в. 1, 1952.

[2] Е. А. Чалюк. Влияние работы на переваримость сено-овсяных рационов. Труды Всесоюзного н.-и. института коневодства, в. 18, 1950, стр. 217.

ГЛАВА XXIII

СООТВЕТСТВИЕ МЕЖДУ СВОЙСТВАМИ ПИЩИ И ПОТРЕБНОСТЯМИ ЖИВОТНОГО — ОСНОВНОЕ УСЛОВИЕ ПОЛНОЦЕННОГО КОРМЛЕНИЯ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Пища должна содержать необходимые для животного питательные вещества в форме и состоянии, доступном для усвоения. Для этого требуется, чтобы в пище имелись факторы, обеспечивающие процесс питания, пищеварения, всасывания, обмена, выделения и т. д.

Усвоение пищи может происходить некоторое время и за счет запасов организма животного. Напомним результаты уже цитированного выше опыта С. А. Лебедева (1887) [1] по кормлению собак вываренным мясом. Натуральное мясо может быть единственной пищей собак. На вываренном же мясе, представляющем собой чистый белок, собаки не могли существовать, так как такое мясо не переваривалось из-за прекращения секреции желудочных желез. Вываренное мясо не обеспечивало процесса пищеварения.

Если собаки получали одновременно с вываренным мясом достаточное количество бульона, полученного от варки того же мяса, пищеварение протекало нормально.

Таким образом, в выварках как бы заключался субстрат, который мог перевариваться и после того использоваться животным в обмене, а в бульоне содержались возбудители секреции желудочных желез, а возможно и некоторые вещества, необходимые для их деятельности.

В опытах А. Н. Тихомировой [2] на лабораторных животных наблюдалось снижение живого веса и сильное ухудшение их состояния после выключения из их пищи витамина B_1. У животных контрольной группы, получавших ту же самую пищу, но с витамином B_1, вес оставался постоянным и состояние хорошим. Исключение из рациона витамина B_1 не могло изменить содержание в нем энергии. Поэтому потеря веса связана не с недостатком в рационе энергии, а с уменьшением возможности использовать имевшиеся в пище вещества.

В опытах на сельскохозяйственных животных также наблюдается, что некоторые вещества или корма, их содержание, активируют деятельность пищеварительного тракта, без чего в нем плохо перевариваются другие корма (например, концентраты), сами являющиеся богатыми источниками питательных веществ. Пища должна быть хорошо укомплектована веществами и соединениями, в которых не только доставляется субстрат, используемый в обмене, но и вещества, возбуждающие или обеспечивающие течение процесса питания.

---

[1] См. сноску на стр. 376.

[2] А. Н. Тихомирова. Влияние различного содержания белка и витамина B_1 в пище на обмен никотиновой кислоты в организме. «Вопросы питания», т. XI, № 4, 1952, стр. 66—70.

К числу таких специфически необходимых свойств и веществ пищи относятся диетические свойства, наличие в пище хлорофилла, гормоноподобных и других веществ. Это вытекает из исследований проф. А. Д. Синещекова, В. А. Скворцова [1] и др.

По мере уточнения требований животных к питанию изменяются некоторые, ранее установленные представления. Так, например, считалось, что потребность молодняка свиней в протеине от отъема до веса 35 *кг* примерно равна 16% от сухого вещества пищи, от 35 до 70 *кг* — 13% и от 70 до 90 *кг* веса — 10%.

Впоследствии оказалось, что часть указанного протеина, заданного в определенных кормах, должна быть отожествлена с потребностью в витамине B_{12}, который содержится в таких кормах, а не с потребностью в протеине.

Если обеспечить оптимум поступления витамина B_{12}, то потребность в протеине будет ниже (в указанные возрасты) и равна 14; 11 и 8% [2]. Этот пример подтверждает сказанное о необходимости разностороннего удовлетворения потребностей. Одновременно этот пример заставляет более тщательно отбирать данные о потребностях и считаться с факторами, обусловливающими их.

В предыдущих частях книги при обсуждении вопросов обмена, потребностей животных и питательности кормов неоднократно указывалось, как влияют отклонения условий питания, выходящие за границы физиологической приспособленности, на животных. Достаточно напомнить пример с азотным обменом, приводимый С. Я. Капланским [3].

Если белка в пище животного недостает, это влечет за собою изменения в обмене, выражающиеся в сокращении и извращении образования некоторых ферментов в организме животного. Если белка поступает чрезмерно много, азотный обмен также нарушается, вплоть до того, что в моче будут выделяться в большом количестве аминокислоты, которые могли бы быть использованы животным. При избытке протеина в рационе коров у них можно наблюдать подобные же изменения обмена (В. И. Калпокас, 1954; М. Е. Гончарова, 1954; Т. Б. Лебедева, 1955).

На основании опубликованных в печати и проведенных нашими сотрудниками работ можно заключить, что несбалансированная пища прежде всего вызывает изменения пищеварительных и обменных процессов в пищеварительном тракте. В первые фазы недостаточного кормления такие изменения ведут к увеличению работы организма, но это на величине переваримости кормов обычно не отражается. Увеличение работы организма, часто связанной с заимствованием недостаточных в пище веществ из запасов тела, проявляется через усиление окислительных процессов, через увеличение тепловых потерь. В связи с этим относительно возрастает расход энергии на производимую продукцию, а при ограниченном поступлении пищи снижается и продуктивность (прирост веса, удой молока и т. д.). Пока организм располагает средствами регулировать обмен, других изменений в состоянии животных можно и не наблюдать.

Позднее, когда наступает некоторое изменение внутренней среды организма, вызванное ограничением регуляции или исчерпанием запасов, наблюдаются защитные реакции, такие, например, как снижение аппетита, а иногда и полный отказ от пищи. Снижение аппетита ведет к дальнейшему уменьшению продуктивности. В эту фазу недостаточного кормления можно наблюдать насту-

---

[1] В. А. Скворцов. Влияние окислительных ферментов растений на воспроизводительную функцию сельскохозяйственных животных. Тр. Вологодского молочного института, в. XIII, 1955, стр. 23—38.

[2] Д. Кептдон и др. Значительное понижение нормы протеина для поросят и подсвинков в правильно сбалансированных рационах. Цит. по Сборн. иностран. с.-х. информации, в. 2, 1955, стр. 21.

[3] С. Я. Капланский. См. сноску на стр. 54.

пающие изменения биохимических показателей крови, мочи, молока. Последние изменения приобретают специфический характер в зависимости от рода недостаточности кормления. Так, например, при недостатке углеводов можно наблюдать кетонурию, кетонемию, кетонолактию и другие расстройства обмена, связанные с недостатком углеводов.

При избытке в рационе белка можно наблюдать признаки гнилостных процессов в кишечнике, а если при этом на почве других сопряженных ошибок в кормлении понизится барьерная функция слизистой кишечника, то можно столкнуться с явлениями, напоминающими анафилаксию.

При помещении поросят на рацион, недостаточный по фосфору, через несколько недель такого кормления появляется комплекс признаков афосфороза со снижением содержания неорганического фосфора в крови и с такими неспецифическими признаками, как уменьшение аппетита, задержка роста, увеличение диуреза и т. д. Постепенный расход защитных средств организма и накопление продуктов извращенного обмена, уже не компенсируемого за счет запасов, может привести к развитию токсемий. Животные могут потерять хозяйственную ценность, или у них могут развиться патологические состояния на почве инфекций, бурно развивающихся в ослабленном организме.

При дополнении пищи веществом, которого до того в пище недоставало, улучшается ее использование, аппетит, как правило, восстанавливается, повышается переваримость, увеличивается продуктивность без дополнительного расхода органического вещества, т. е. улучшается использование пищи. Наряду с этим могут исчезнуть и специфические признаки, в частности связанные с физиологическим состоянием животных.

Указанные изменения взаимодействия между животным и пищей при тех или иных недостаточностях питания могут быть объяснены способностью, присущей всем животным, поддерживать относительное постоянство своей внутренней среды с помощью имеющихся у них регуляторных механизмов.

Нормальное животное, используя названные механизмы, поддерживает благоприятное состояние своей внутренней среды путем преобразования и выведения из организма излишков или компенсации за счет запасов тела недостатков пищи. Как выведение из организма избыточно введенных веществ, так и использование запасов для компенсации недостатков приводит к снижению эффективности кормления. Если же организм доходит до состояния, в котором регуляция обычными средствами оказывается уже невозможной, появляются реакции, защищающие организм от дальнейших расстройств. К числу их относится полный или частичный отказ от данной пищи или от пищи вообще.

НЕДОСТАТОК ИЛИ ИЗБЫТОК В РАЦИОНАХ ЭНЕРГИИ ПЕРЕВАРИМОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА

Недостаток полезной энергии [1] возможен, во-первых, при общем недостаточном поступлении кормов. В таком случае пищеварительный тракт мог бы еще вместить пищу, следовательно, его «емкость» оказывается неиспользованной. В другом случае возможно, что пища характеризуется низким содержанием (низкой концентрацией) полезной энергии веществ, доступных для усвоения в 1 *кг* корма или, точнее, в 1 *кг* сухого вещества корма. В последнем случае пищеварительный тракт будет пищей заполнен, и в то же время животное полезной энергией снабжаться в достаточном размере не будет.

Недостаток полезной энергии при комплектном содержании в рационе питательных веществ ведет к задержке роста (стр. 217), к понижению упитан-

[1] Здесь и в дальнейшем ради сокращения мы будем называть «полезной энергией» энергию переваримых питательных веществ.

ности взрослых и уменьшению содержания жира в приросте у растущих, к снижению продуктивности лактирующих животных. В опытах на цыплятах наблюдалось, что при снижении содержания полезной энергии в 1 *кг* корма почти вдвое содержание жира в тушке цыплят снижалось примерно на 40%. Избыточное поступление полезной энергии чаще всего бывает при повышенном содержании в 1 *кг* корма легко переваримых питательных веществ. Основным следствием избытка полезной энергии бывает обычно накопление жира в теле.

Повышенное содержание полезной энергии в 1 *кг* сухого вещества рациона сопровождается снижением содержания неперевариимых веществ и сырой клетчатки; в тех случаях, когда такое снижение выходит за пределы физиологических условий, наступают явления, описанные для этого недостатка. Автор наблюдал у коров и у птицы снижение поедания сухого вещества кормов от некоторого оптимума содержания полезной энергии в 1 *кг* сухого вещества корма как в сторону повышения содержания энергии, так и в сторону ее снижения. Результаты опытов с птицей таковы:

Содержание энергии в 1 *кг* сухого вещества в процентах к оптимальному . . .	150	135	100	70
Съедается сухого вещества в рационе, процентов	75	88	100	85

Избыточное введение полезной энергии сухостойным коровам, приводящее к сильному ожирению, вызывает неблагоприятные последствия, известные как послеродовые осложнения. И при избыточном и при недостаточном поступлении полезной энергии наблюдается пониженная эффективность использования энергии переваримых веществ.

НЕДОСТАТОК И ИЗБЫТОК В РАЦИОНАХ ПРОТЕИНА (БЕЛКА)

Под недостатком протеина понимается его низкая, а под избытком — высокая концентрация в сухом веществе пищи.

Недостаток протеина (белка) может быть и в качественном отношении. Недостаток и избыток протеина вызывает появление ряда специфических признаков (стр. 55 и 176).

В давних опытах, когда еще не было известно о необходимости считаться с качеством пищевых протеинов, было установлено, что у растущих животных недостаток протеина вызывает задержку в росте и у одних животных истощение, а у других флегматичность и ненужное ожирение. У взрослых животных при недостатке протеина хоть и быстро устанавливается азотный баланс на нулевом уровне, но за счет понижения продуктивности, снижения веса и ведет к более быстрому ожирению.

По О. Кельнеру, при минимальном поступлении белка в рационе молодых коров он расходовался крайне экономно.

Избыток протеина считался прежде всего неэкономным. Известно, что при избытке протеина у взрослых и у растущих сильно увеличивается выход азота с мочой и устанавливается нулевой баланс азота у взрослых. Последнее послужило основанием к утверждению, что животные не откладывают запасных белков в теле. Это положение считается теперь неверным, так как организм имеет, правда ограниченные, запасы белка (стр. 44). Только с течением времени развились представления о вреде избытка белка для молочных коров и о возможности белковых отравлений, однако эти представления основывались на наблюдениях, а не на экспериментах.

Одних количественных представлений о белковом (протеиновом) питании оказалось недостаточно для понимания и объяснения наблюдавшихся явлений. Так, например, заслуживают упоминания результаты многолетних опытов

Вермонтской опытной станции [1] на молочных коровах. В этих опытах четыре группы коров получали рационы примерно одинаковой питательности (в крахмальных эквивалентах и в переваримом сухом веществе), но различавшиеся по количеству переваримого протеина и по роду его источников (табл. 104).

Таблица 104

Содержание переваримого протеина в переваримом сухом веществе рационов зимнего периода и источники протеина по группам кормов

Группы коров	Процент протеина в рационе	Источники протеина рациона в процентах						
		сено	силос	пшеничные отруби	овес	корма из кукурузы	хлопчатниковый жмых	льняной жмых
I	8,0	31,4	25,0	11,3	8,7	18,7	—	—
II	10,3	31,5	17,3	26,6	13,9	10,7	—	—
III	13,1	23,8	13,7	19,3	8,8	11,9	22,5	—
IV	17,4	18,7	10,5	10,4	4,0	—	29,2	27,2

В пастбищный период коровы паслись и подкармливались травой также с различным содержанием протеина.

Несмотря на значительную разницу в поступлении протеина, молочная продуктивность подопытных коров за ряд лет была практически одинаковой во всех 4 группах — около 10 *кг* молока на фуражный день.

Этот результат как бы опровергал установившиеся представления о положительном влиянии повышенных дач протеина на размер молочной секреции.

Между тем, теперь уже не может быть сомнений, что полученный результат закономерен и должен быть объяснен разнокачественностью протеина. Качество протеина рационов I и II групп было гораздо выше, чем III и IV групп. Ко времени публикации цитируемой работы было известно о значении аминокислотного состава для качественной характеристики протеинов. Однако данных по содержанию аминокислот в кормах еще не было, да и к тому же теперь известно, что качество протеинов аминокислотным составом не исчерпывается.

Интересно отметить, что коровы I группы в описанном опыте, хорошо поддерживая удой, теряли сами в весе. У коров IV группы через несколько лет кормления указанным рационом наблюдалось ухудшение состояния, и их приходилось снимать с опыта до срока окончания. Во II и III группах опыт протекал наиболее благополучно.

В 1930 г. А. К. Швабе [2] под руководством акад. Е. Ф. Лискуна исследовал кормление дойных коров при различном уровне снабжения переваримым белком. Работа показала, что при более низком количестве белка в корме удои снижались быстрее, чем при относительно высоком (70 *г* переваримого белка в продуктивной части корма на 1 *кг* удоя).

При оценке результатов этого опыта следует иметь в виду, что подопытные коровы были приспособлены к высокому белковому уровню. До начала опыта они получали концентратное, богатое белком кормление. Этим и могут быть прежде всего объяснены лучшие результаты у коров с высоким притоком белка.

Интерес этой работы заключается в том, что автор обратил внимание на разницу в использовании корма при разных уровнях поступления белка. Этому же вопросу посвящен целый ряд работ.

[1] Хилл и др. Потребность в протеине молочных коров. 225 Бюллетень Вермонтской станции, 1922 (на англ. языке).

[2] А. К. Швабе. Использование молочными коровами белка в корме при максимальной продуктивности. «Соц. реконструкция сельского хозяйства», № 6 (62), 1930, 142—170.

В непродолжительных балансовых опытах Х. Мельгора [1] (1929), проведенных на рационах зимнего периода, дойные коровы использовали корм лучше всего при поступлении переваримого белка в продуктивной части рациона от 15 до 23%.

Доставка переваримого белка в количествах как менее указанного, так и более его приводила к более высокому расходу пищи.

В этих опытах уже не было той независимости от количества протеина, которая отмечена выше в результатах Вермонтской станции. В опытах Мельгора, как правило, сено и силос не входили в рационы. В качестве объемистых кормов применялись солома и корнеплоды и основными источниками протеина во всех случаях были зерновые злаковые и жмыхи масличных семян.

Л. Фредериксен обработал многочисленные датские научно-хозяйственные опыты с молочными коровами, в которых исследовалось влияние притока белка на величину молочной продуктивности и использование пищи [2].

При постоянном притоке органического вещества, но при изменении доставки белка оптимумы продуктивности и расхода пищи оказались в зоне доставки 60—70 *г* переваримого белка на 1 *кг* молока в продуктивном корме. Как при меньшем, так и при большем количестве белка продуктивность падает, а расход кормов на производство молока возрастает.

Обработка данных Мельгора, Фредериксена и др. позволила подсчитать, что если использование энергии переваримых веществ (или коэффициент полноценности кормления) при оптимальном поступлении переваримого белка и протеина принять за 100, то использование энергии у коров будет изменяться следующим образом.

В рационе доставляется переваримого протеина или белка в процентах к оптимуму .	25—50	60—85	90—110	160—190
Средние коэффициенты полноценности кормления будут равны	72	90	100	85

Модянов и Сперанский [3] (1938) задавали ягнятам всех подопытных групп по 2,5 кормовой единицы на 100 *кг* живого веса. Несмотря на это, при недостатке в рационе белка (76 *г* на 1 кормовую единицу) у подопытных ягнят отложений в теле было на 35% меньше, чем у ягнят, получавших белок ближе к оптимуму (129 *г* на 1 кормовую единицу). Подобные результаты были получены В. М. Поповым [4] (1939) на растущих свиньях, Н. Сорокиной и Л. Черемисовой [5] (1949) на валухах, В. И. Рожковой [6] (1951) на молочных коровах, В. Н. Конюховым [7] (1953) на кроликах и коровах и М. Г. Плющ (1951) на кроликах. В этих опытах и недостаток и избыток протеина приводили к повышенному расходу пищи на единицу продукции, причем при измерении газообмена выяснялось, что повышенный расход пищи может быть объяснен более интенсивным газообменом, увеличением абсолютной продукции углекислоты и абсолютного потребления

[1] Х. Мельгор. См. сноску на стр. 233.

[2] См. сноску на стр. 515.

[3] А. В. Модянов и В. И. Сперанский. Потребность в белке у ягнят и влияние уровня белкового питания на использование корма. Доклады ВАСХНИЛ, в. 19—20, 1938, стр. 16—33.

[4] В. М. Попов. См. сноску на стр. 89.

[5] Н. Сорокина и Л. Черемисова. К вопросу изучения питательности рационов. Сборник студенческих н.-и. работ ТСХА, в. 2, 1949.

[6] В. И. Рожкова. Влияние обильного белкового кормления на продуктивность и состав молока коров. «Социалистическое животноводство», № 2, 1951, 39—42.

[7] В. Н. Конюхов. Сборник работ по кормлению с.-х. животных. Сельхозгиз, 1934.

кислорода. Систематические опыты на лабораторных животных Т. Т. Гамильтона [1] и Е. Б. Форбса [2] привели к таким же результатам.

Отклонение от оптимума поступления протеина в корме растущих животных сказывается на формировании костей. Г. П. Еремин [3] (1950) наблюдал, что при снижении количества белка в рационе лабораторных животных наблюдалось падение у них веса тела, задержка роста костей в длину, увеличение содержания в них воды и жира, но не понижение содержания золы, кальция и фосфора. В. А. Буржене (Ленинградский ветеринарный институт, 1955) при повышенных дачах протеина поросятам наблюдала ускоренный прирост веса, но худшее развитие костей, их меньший вес, пониженное содержание в них протеина, золы, кальция и фосфора.

В ряде работ выяснялось взаимоотношение протеинового и витаминного питания. Так, В. Н. Букин и Н. А. Водолазская [4] нашли, что протеиновая недостаточность может привести к таким проявлениям, как и витаминная. Авторы объясняют это сходство последствий тем, что витамины, как и белки, участвуют в образовании ферментов животных. Повидимому, допускают они, в их опытах недостаток протеина затормозил образование ферментов, что и привело к признакам, аналогичным наблюдаемым при недостатках соответствующих витаминов. Наоборот, доставка витаминов улучшала использование белков даже таких продуктов, у которых белки имеют невысокую пищевую ценность (например, белки некоторых злаковых культур).

Избытки протеинов и отдельных аминокислот в пище ведут к нарушениям сбалансированности питания [5]. Так, избыточный приток протеина вообще и казеина в частности может привести к недостаточности витамина B_{12}, к тяжелой недостаточности пиридоксина. Избытки протеина, недостаточного по триптофану, так же как и избыточного по глицину, ведут к задержке роста и к снижению аппетита; избыток протеинов, недостаточных по лизину или метионину, ведет к повышенной потребности в этих аминокислотах. Избыточное поступление метионина ведет также к задержке роста и сниженному потреблению пищи.

В. Е. Кондырев и М. А. Батина (1952) [6] установили, что повышенные дозы протеина при ограниченной доставке витамина А и каротина способствуют скорейшему появлению признаков А-авитаминоза у лабораторных животных, более бурному течению заболевания, а при введении препаратов витамина А излечение идет более замедленно по сравнению с животными, находившимися на оптимальной доставке протеина.

Такие же результаты отмечены и в исследованиях А. В. Труфанова и других (1949) [7] в отношении взаимосвязи протеина пищи с витамином B_6.

Таким образом, отклонения по количеству поступления протеина пищи от оптимума отражаются на состоянии животных, их здоровье, на использовании кормов и могут быть причиной расстройств, подобных авитаминозам.

---

[1] Т. Т. Гамильтон. Journal of Nutritin, 1939, Vol. 17, № 6, 569—599.

[2] Е. В. Forbes & oth. Journal of Nutrition, 1944, Vol. 28, № 3, 189—196.

[3] Г. П. Еремин. Влияние различного количества белка в питании на рост и химический состав костей. Тр. Академии мед. наук СССР, т. XIII, № 2, 1950, 54—59; «Биохимия», т. 15, в. 2, 1950, 128.

[4] В. Н. Букин и Н. А. Водолазская. «Биохимия», т. 15, в. 1, 44—51, 1950.

[5] S. Lepkovsky. Успехи в исследованиях пищи. N.-Iork, 1953, 105—153.

[6] В. Е. Кондырев и М. А. Батина. Роль белков при возникновении и развитии А-авитаминоза у растущих животных. Тр. Всесоюзн. ин-та кормления с.-х. животных, т. I, 1950.

[7] А. В. Труфанов, В. А. Кисанова и З. И. Соловьева. Влияние белкового питания и витамина B_6 на биосинтез пирифнеальфосфата. «Вопросы медицинской химии», 1949, в. 1—2, стр. 108—117.

НЕДОСТАТОК И ИЗБЫТОК В РАЦИОНАХ ЖИРА, КРАХМАЛА, САХАРОВ И КЛЕТЧАТКИ

Эти питательные вещества ранее рассматривались как взаимозаменяемые в обмене источники энергетических материалов. Теперь же известно, что, кроме того, каждое из них имеет свою специфическую роль в обмене и отсутствие отдельных веществ приводит к определенным последствиям.

Таким образом, перечисленные вещества пищи не могут заменять друг друга во всех отношениях.

Отсутствие или недостаток жира в пище недопустимы прежде всего из-за поступления с жиром незаменимых жирных кислот (стр. 39). С жиром пищи доставляются жирорастворимые витамины и их предшественники (стр. 71). У растущих подсвинков, получавших рационы, практически лишенные жира, но содержавшие все прочие необходимые вещества, развивался дерматит. После 70-дневного кормления таким рационом животные погибали [1].

У телят на обезжиренной пище наблюдались также глубокие расстройства [2].

Как показали опыты В. Н. Конюхова, с одной стороны, и Е. Форбса с сотрудниками [3], с другой, понижение содержания в пище жира сопровождается увеличением продукции углекислоты и тепла (рис. 26 и 27). Можно думать, что жир пищи позволяет более экономно использовать ее энергию. Более экономное использование энергии пищи с повышенным содержанием жира можно, по нашему мнению, объяснить тем, что путь превращения жира корма в запасные жиры тела менее длительный, чем путь превращения углеводов. Обычно наблюдается, что чем больше ступеней превращения претерпевает вещество на пути от момента поступления в организм до момента измерения результатов питания, тем больше бывают тепловые потери и меньше содержание энергии в отложениях.

Высокая доставка жира в пище животным, не приспособленным к такому питанию, ведет к срывам пищеварения, к изменению свойств жира запасов (стр. 37) и к нарушениям обмена, сопровождающимся повышенным уровнем кетоновых тел (кетонемия, кетонурия, кетонолактия), а в некоторых случаях и к жировому перерождению печени. Избыток жира в пище всегда тожественен сниженному содержанию в ней других составляющих и, в частности, сниженному содержанию легко переваримых углеводов (сахаров и крахмала).

А. С. Солун [4] на основании своих опытов и обобщения данных исследовательских работ, в которых выяснялось значение легко переваримых углеводов, отмечает, что недостаток их в пище лактирующих, откармливаемых и рабочих животных приводит к нарушению углеводно-жирового обмена, к ацидозу, к уменьшению количества секретирующей ткани поджелудочной железы (островков Ярощкого), к жировой инфильтрации печени, накоплению кетоновых тел, снижению резервной щелочности крови и к снижению работоспособности лошадей. Имеются указания, что перечисленные явления сопровождаются снижением использования (оплаты) корма.

Из работы А. К. Даниловой с сотрудниками [5] можно заключить, что неудовлетворительные результаты откорма уток могли быть по причине недостатка в рационе легко переваримых углеводов, таких, как сахар. Результаты опыта

---

[1] W. M. Witz & W. M. Beeson. Journ. Anim. Sci 10, 112, 1951.
[2] M. R. Lambert & oth. Journal Nutrition, 1954, Vol. 52, № 2, 259—272.
[3] E. B. Forbes. Journal Nutrition, Vol. 32, № 4, 1946, p. 387—403.
[4] А. С. Солун. Физиологическая полноценность рационов и резистентность высокопродуктивных животных. «Советская зоотехния», № 4, 1949, стр. 10—15.
[5] А. К. Данилова и др. Физиологические предпосылки к рациональному откорму с.-х. животных. Сборник работ по кормлению. Сельхозгиз, 1954, стр. 70.

с добавлением в рацион откармливаемых уток сахара позволили авторам сделать вывод о весьма благоприятном его влиянии. Это отразилось на среднем привесе за период откорма, привело к высокому содержанию жира в тушке. Кроме того, показатели крови, состав печени и мышечной ткани были более удовлетворительными, чем на рационе без добавки сахара.

Избыток легко переваримых углеводов в рационе, как это давно известно, вызывает депрессию переваримости (стр. 122). Из более поздних работ [1] известно, что при введении в рацион коров больших доз крахмала удой их не возрастал, аппетит к основному корму не снижался, но коровы увеличивались в весе. При прибавке же к рациону больших количеств сахара прежде всего снижалась поедаемость основного корма, что влекло за собою снижение удоя.

Известна попытка М. И. Книги [2] нормировать доставку молочным коровам сахара, крахмала и содержащих их кормов в соответствии с удоем коров.

Сырая клетчатка кормов считается балластным веществом, снижающим питательность кормов. Однако это, видимо, относится к клетчатке не в большей мере, чем к любому другому питательному веществу. Как крайний недостаток, так и значительный избыток клетчатки в пище неблагоприятны и отрицательно сказываются на условии и итогах питания животных.

Недостаток клетчатки в рационе растущих цыплят задерживает их развитие (стр. 477). При недостатке клетчатки в рационах откармливаемой птицы наблюдается пониженное использование корма. Кормление коров рационами, бедными по содержанию клетчатки, ведет к нарушению пищеварения и к снижению переваримости (стр. 476). В опытах на молочных коровах [3] было показано, что доведение дачи клетчатки до оптимального уровня вело к улучшению использования пищи и к повышению молочной продуктивности.

Обработка опубликованных в печати балансовых опытов Х. Мельгора [4], Фриса [5] и Е. Б. Форбса [6] с сотрудниками позволила заключить, что у молочных коров не наблюдается значительного изменения использования энергии переваримых питательных веществ при изменении содержания клетчатки в пределах от 14 до 26% сухого вещества рациона. Изменения использования пищи и ухудшение состояния животных отмечаются как при очень низком, так и при очень высоком поступлении клетчатки. Основываясь на опубликованных другими исследователями и на наших научно-хозяйственных опытах, можно считать, что использование энергии переваримых веществ у коров с изменением содержания клетчатки (считая за оптимум 22% сухого вещества) изменяется следующим образом.

Содержание сырой клетчатки в сухом веществе рациона в процентах к оптимуму	60—85	90—110	120—150	160—189
Коэффициент полноценности кормления	95	100	90	80 и ниже

[1] C. F. Huffman & C. W. Duncan. Journ. Dairy Science, 27, 821—833, 1944; 32, 465—474, 1949.

[2] М. И. Книга. Сравнительное влияние сочных кормов — картофеля, кормовой и сахарной свеклы — на состав и свойства молока. Сб. работ по кормлению. Сельхозгиз, 1954, стр. 257.

[3] C. F. Huffman & C. W. Duncan. Journ. Dairy Science, 35, № 1, 1952, p. 30—50.

[4] Сноска на стр. 233.

[5] J. A. Fries и др. См. сноску на стр. 435.

[6] E. B. Forbes & oth. Journ. Agric. Research., Vol 33, № 5, 1926,483; Vol. 43, № 11, 1931, 1015; Vol. 46, № 8, 1933, 753.

Необходимо отметить, что молочные коровы по использованию энергии переваримых веществ при разном поступлении клетчатки отличаются от откармливаемого растущего и взрослого скота. У последнего влияние клетчатки на использование энергии значительно сильнее, чем у коров. Сильнее эта зависимость и у растущих и откармливаемых свиней. Наиболее обстоятельно вопрос о значении клетчатки в кормлении свиней исследовали Ж. Аксельсон и С. Эриксон [1]. Опыты были проведены на четырех группах свиней, получавших рационы из одних и тех же кормов.

Содержание клетчатки в рационах изменялось за счет замены части концентратов мукой из пшеничной соломы. Были исследованы рационы, содержавшие 4,8; 6,3; 7,8 и 9,3% клетчатки. По использованию обменной энергии и энергии переваримых веществ рационов лучшие результаты были получены при 6,3 и 7,8% клетчатки, на основании чего авторы считают за оптимум доставки 7,26%. Положительное значение оптимальной доставки клетчатки привело к тому, что при сравнении между собою некоторых подопытных групп можно было показать, что 1 *кг* соломенной муки замещал до 2 *кг* концентратов.

НЕДОСТАТКИ И ИЗБЫТКИ В РАЦИОНАХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

В литературе имеется много указаний на последствия недостатка и избытка в пище кальция, как одного, так и одновременно с недостатком других минеральных элементов и питательных веществ (стр. 68).

Здесь сошлемся прежде всего на результаты опытов В. К. Иванкина [2] и Я. С. Зайковского (1927) [3]. В этих опытах добавление к рациону, недостаточному по минеральным веществам, кальция (Иванкиным) или кальциевых и фосфорных солей (Зайковским) приводило к увеличению удоев без дополнительных затрат органических веществ кормов. В опыте Иванкина коровы, получавшие подкормку углекислым кальцием (мелом), дали за месяц на 31 *кг* больше молока на корову, чем в группе, не получавшей мела.

В опыте Зайковского добавка в рацион солей кальция углекислого и фосфорнокислого привела к повышению удоя на 8% по сравнению с периодами опыта, в которые животные этой подкормки не получали.

Фосфорно-кальциевая подкормка, введенная коровам к рациону, недостаточному по этим элементам, в опытах М. И. Книги [4] (1939) привела к повышению удоя (на 16—18%), к повышению содержания жира в молоке и к понижению газообмена натощак.

В последнее время К. М. Солнцев (1950) [5] в своих опытах показал, что поросята-отъемыши, получавшие рационы, сбалансированные в отношении минеральных веществ, имели хорошее здоровье и более высокую оплату корма, чем отъемыши, получавшие в рационе избыток либо кальция, либо фосфора, либо кислотных эквивалентов. Поросята, получавшие несбалансированные рационы, теряли аппетит, поедали меньше кормов, отставали в развитии и в приросте веса. При сбалансированных рационах была лучшей и переваримость. Клетчатку отъемыши переваривали в 2 раза лучше, чем те, в рационе которых был избыток кальция, фосфора или кислотных эквивалентов.

---

[1] J. Axelson & S. Eriksson. Оптимальный уровень сырой клетчатки в рационах растущих свиней. Journ. of anim. Sci, Vol. 12, № 4, p. 881, 1953.

[2] В. К. Иванкин. К вопросу о скармливании дойному скоту мела. Записки Детскосельской зоотехнической станции, в. 4, 1927, стр. 44.

[3] Я. С. Зайковский. Влияние солей кальция и фосфорной кислоты на молоко. Там же, стр. 35—43.

[4] М. И. Книга. Влияние минеральной подкормки, содержащей кальций и фосфор, на продукцию и состав молока. Сборник трудов Харьковского зоотехнического ин-та, т. II, 1939, стр. 127—166.

[5] К. М. Солнцев. Труды Всес. НИИ кормления, т. 1, стр. 204, 1950.

Особенно выразительны результаты от применения кальциевых подкормок в тех случаях, когда в рационах систематически недостает кальция. О таких случаях сообщает А. В. Дементьев (1952) [1].

У коров в зимний период наблюдалось, как массовое явление, выпадение волосяного покрова (в области крестца) и извращение вкуса. Введение в их рацион мела и поваренной соли совершенно устраняло отмеченные явления. Добавка минеральных подкормок к рационам дойных коров, бедным по кальцию, приводила к увеличению удоев, так же как это наблюдалось в опытах Я. С. Зайковского. При сравнительном кормлении подсвинков рационами, содержавшими в первом случае 3—5 *г* кальция и во втором 13—15 *г*, в первом случае прирост веса за 4 месяца опыта был 33,7 *кг*, а во втором — 45—47 *кг*. Если в первом случае были заболевания с явной причиной недостаточности минерального питания, то во втором их не было. При кормлении животных с применением минеральной подкормки повышалась оплата корма. Повышение оплаты корма происходило за счет улучшения его использования, так как повышенную оплату корма можно было наблюдать у животных при одинаковой величине прироста живого веса с животными контрольной группы.

Введение в рацион кальция в количествах, сильно превышающих потребности животных, отражается на них неблагоприятно. Это видно, с одной стороны, из описанных выше опытов К. М. Солнцева, а с другой, из данных работы А. И. Рудакова [2]. Телята, получавшие избыточные добавки мела в начале опыта, давали более высокую оплату корма, чем телята контрольной группы, но через некоторый промежуток времени положение изменялось, и первые стали расходовать на привес больше кормовых единиц, чем вторые, на 2,8—7,8%. Прибавка к рациону избытка фосфорной кислоты привела к большому расходу кормовых единиц на 1 *кг* привеса, причем затраты были больше на 44—77%, чем у животных контрольной группы, не получавших такой добавки.

А. П. Дмитроченко совместно с С. А. Колбиной, М. Е. Гончаровой, З. А. Львовой и Т. Б. Лебедевой в течение нескольких лет исследовали кормление молочных коров на различных рационах, сбалансированных во всех отношениях, кроме доставки кальция. В рационах содержание кальция изменялось от 70 до 255% к принятым нормам. При этом оказалось, что использование энергии переваримых питательных веществ рационов лактирующими коровами зависит от доставки кальция и достигает оптимума при доставке кальция, близкой к обычным нормам. Опыты проведены на 44 коровах. Результаты обработаны статистически и составлено уравнение регрессии:

$$y = 98 \times e^{-0{,}333x}.$$

Здесь y — коэффициент полноценности кормления, а x — отклонение доставки в рационе кальция от оптимума (от нормы), выраженное в долях этого оптимума.

Кривая регрессии и средние данные для отдельных опытов (в каждом опыте было 3—4 коровы) приведены на рис. 32. Приведенные результаты подтверждаются также в исследованиях Н. Н. Халяпиной (ВИЖ) и Н. Коловос с сотрудниками [3].

Зависимость коэффициентов полноценности кормления от доставки в рационе кальция и фосфора приведена в табл. 83.

---

[1] А. В. Дементьев. Значение кальциевой подкормки для с.-х. животных на Дальнем Востоке. Тр. ДВ НИИ земледелия и животноводства. Животноводство, Сельхозгиз, 1952, стр. 61—77.

[2] А. И. Рудаков. Труды Всес. НИИ кормления, т. I, стн. 188, 1950.

[3] N. F. Colovos, H. A. Keenerd, H. A. Daves. Влияние извести и дикальцийфосфата на питательность кормов молочного скота. Journ. Dairy Science, 38, № 6, 1955, стр. 627.

Повышенная против потребности доставка кальция, фосфора и протеина в опытах М. Г. Плющ (1950—1951) [1] на выращивание кроликов до 6 месяцев привела к перерасходу кормов на 9% сравнительно с животными на нормальном кормлении. Одновременно с тем и пониженные против нормы дачи кальция и фосфора (при высокой даче протеина) также привели к перерасходу кормов на 28%.

Ухудшение использования корма при избытке и недостатке в пище фосфора отмечалось в исследованиях неоднократно.

В ряде зарубежных опытов (Эклиз, Тейлер и др.) найдено, что коровам, получавшим корм с недостаточным содержанием фосфора, для поддержания живого веса требовалось переваримых питательных веществ на 20% больше, чем это рекомендуется нормами. Риддель с сотрудниками [2] показали, что при кормлении низкофосфорной пищей у коров сильно возрастают газовые и тепловые потери. Свенберг и Карлсон [3] показали, что прибавка фосфорноки-

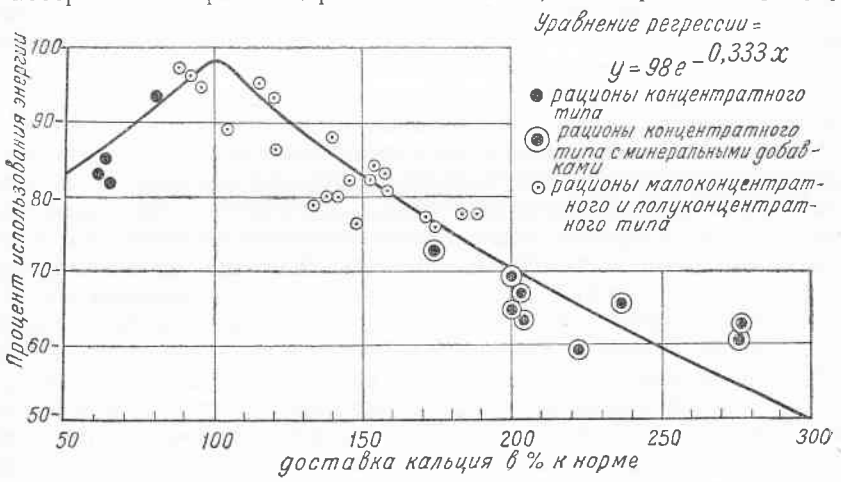


Рис. 32. Использование энергии переваримых веществ дойными коровами в зависимости от содержания в их рационах кальция (уравнение регрессии вычислено на основании опытов М. Е. Гончаровой, С. А. Колбиной, Т. Б. Лебедевой, З. А. Львовой и др.).

слого натрия к рациону, недостаточному по фосфору, привела к значительному повышению удоя у подопытных коров.

В опытах с откормом молодняка крупного рогатого скота на рационах с низким содержанием фосфора наблюдались низкие привесы, плохое использование кормов, снижение содержания неорганического фосфора в сыворотке крови, в то время как у животных, получавших добавку солей фосфорной кислоты к тем же самым рационам, наблюдалось значительное увеличение привесов при небольшом улучшении аппетита, повышенное использование кормов и нормальное, а иногда и повышенное содержание фосфора в сыворотке крови. Влияние фосфорных добавок, вводившихся одновременно с кальциевыми, см. выше.

Улучшение использования кормов при оптимальном балансировании рационов в отношении минеральных веществ только иногда является результатом повышения переваримости пищи. Как показали многие опыты и среди

[1] М. Г. Плющ. Азотистое и кальций-фосфорное питание растущих кроликов. Научный отчет Укр. НИИЖ, в. 22, 1950, стр. 96—101.

[2] W. H. Riddel и др. Обмен энергии у молочного скота при недостатке фосфора. Amer. Journ. of Physiologie, Vol. 106, № 3, 676, 1933.

[3] O. Svanbergog G. Carlson. Влияние фосфата натрия на молокопродукцию коров. Lantsbruks Högskolans Annaler Upsala, Vol. 11, 71—81, 1943.

них опыт В. Н. Конюхова, балансированное кормление приводит к улучшению результатов балансов органических и минеральных веществ, к снижению теплопотерь, продукции углекислоты и потребления кислорода. Так, в опытах Форбса (1937), Клейбера (1936), Морриса и Рея (1939) недостаток фосфора в рационе не влиял на переваримость рационов крупного рогатого скота и овец. Но в то же время в опытах на овцах было показано, что при недостатке в пище фосфора хуже использовался протеин кормов и больше азота выделялось в моче, а балансы кальция и фосфора были отрицательными. После добавки фосфора балансы фосфора и кальция стали положительными.

М. Е. Тамарченко (1940) [1] в опыте на двух подсвинках в два последовательных периода изучал кормление рационом концентратного типа, имевшим низкое абсолютное и относительное содержания натрия. Во второй опытный период к рациону был добавлен бикарбонат натрия, что увеличило доставку натрия и его соотношение с калием. При этом во второй период наблюдалось резкое уменьшение теплопотерь, благодаря чему значительно возрос прирост веса.

В опытах того же автора на курах также наблюдалось, что правильно подобранная минеральная добавка приводила к меньшим потерям в газообмене по сравнению с неправильно подобранной. Под недостатком натрия часто подразумевается недостаток в пище поваренной соли. По ряду данных, после длительного бессолевого кормления добавка поваренной соли к рациону приводит к увеличению удоя за счет лучшего использования кормов. Известны попытки выяснить, чего недостает животным — натрия или хлора, когда у них проявляются признаки недостатка поваренной соли. Хотя животные, долго не получавшие поваренной соли, были более отзывчивыми на прибавку натрия, чем хлора, все же наивысший эффект давала прибавка собственно поваренной соли.

Следует еще отметить, что при сдвигах кислотно-щелочного отношения минеральных элементов в рационах наблюдается изменение азотного обмена, щелочного резерва крови (Гефтер и Глинка-Черноруцкая, 1935) [2] и привесов у растущих животных (Боржковский, 1950) [3]; при этом более быстрое ухудшение показателей наблюдается по мере сдвигов отклонений от оптимума в кислую сторону. Недостатки и избытки других макро- и микроэлементов (железа, меди, кобальта, марганца, цинка и пр.) отражаются на состоянии животных и в некоторых случаях на продуктивности и на использовании кормов (Т. Б. Лебедева и З. А. Львова).

Избыток в пище железа и марганца ведет к явлениям недостатка фосфора, а избыток магния — к явлениям недостатка кальция (Мак-Коллум). И тот и другой недостаток исправляется дополнительным введением фосфора.

Избыток в рационе кальция приводит к признакам недостатка фосфора, избыток в рационе фосфора — к признакам недостатка кальция, а иногда к признакам недостатка железа и к анемии (Мак-Коллум, Л. Майнард).

НЕДОСТАТКИ И ИЗБЫТКИ В РАЦИОНАХ НЕКОТОРЫХ ВИТАМИНОВ [4]

Проф. П. Д. Пшеничный [5] сообщил, что прибавка к А-авитаминозному рациону телят витамина А привела к значительному снижению расхода пищи. Недостаток витамина А отрицательно сказывается на использовании протеина

[1] М. Е. Тамарченко. Влияние характера минеральной части рациона на обмен энергии в организме. Биохимический журнал, т. 16, № 3, 1940, 585—593.

[2] Ю. М. Гефтер и Е. Л. Глинка-Черноруцкая. Влияние кислой и щелочной пищи на обмен веществ у кроликов в условиях работы и покоя. Физиологический журнал СССР, т. 18, в. 1, 1935, 78—83.

[3] С. Е. Боржковский. Вестник животноводства, № 1, 48, 1947.

[4] См. стр. 77.

[5] П. Д. Пшеничный. Воспитание молодняка красного степного скота как метод направленного изменения типа этой породы. «Советская зоотехния», № 9, 1949, стр. 59.

пищи растущими животными, а по некоторым данным, животные, лишенные притока витамина А (каротина) в пище и не имеющие значительных запасов его в теле, откладывают в теле значительно меньше жира, чем контрольные, получающие витамин А и точно такое же количество корма, как и опытные.

В то же время имеется указание Б. К. Гиндце и др. (1949) [1], что повышенные дачи (избыток) витамина А в пище приводили к снижению прироста и отставанию в развитии по сравнению с контрольной группой, получавшей тот же витамин на уровне, близком к оптимальному. Гипервитаминоз А устранялся введением повышенных доз витамина D.

Недостаток витамина D (Коловос и др., 1951) [2], витамина B_2 и ряда других витаминов также сказывается на использовании пищи животными. Так, по данным наших опытов совместно с М. А. Волковой, с одной стороны, и по данным И. И. Задерия, добавка препарата витамина D к рациону, крайне бедному им, приводила к улучшению использования пищи. Использование энергии переваримых веществ возрастало примерно на 10% (стр. 324, табл. 83).

ПОСЛЕДСТВИЯ НЕПОЛНОЦЕННОГО КОРМЛЕНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАЗМЕРА НЕДОСТАТОЧНОСТИ ПИЩИ И ОТ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ИСТОЩЕНИЯ ЗАПАСОВ

Чем больше отклонение в поступлении питательного вещества от потребности животного в нем, тем быстрее и резче проявляются последствия такой недостаточности. Так, например, при исследовании влияния доставки протеина на скорость снижения удоя Л. Фредериксеном и др. был установлен оптимум доставки в 60 *г* переваримого белка в продуктивном корме на 1 *кг* удоя. При оптимуме доставки белка удой за $3^1/_2$ месяца снизился на 15%. Чем больше доставка белка отличалась от оптимума, тем быстрее и в большем размере снижался суточный удой.

Доставка белка в корме (*г* на 1 *кг* молока)	40	50	60	70	80
Процент снижения лактации за $3^1/_2$ месяца в разгар лактации	19	17	15	19	21

Аналогичные последствия наблюдаются и при недостатке других питательных веществ. Если недостаток того или иного вещества в пище невелик, действие недостатка может оставаться незаметным, но оно как бы накапливается. После продолжительного небольшого дефицита в корме минеральных веществ кажется, будто внезапно появляются типичные признаки их недостатка.

В опыте Клейбера и др. (сноска на стр. 405) действие пищи, недостаточной по фосфору, на прирост веса подопытных телят резко сказалось только после 6 месяцев недостаточного кормления (рис. 33). Во многих опытах на взрослых животных и на молодняке действие недостатка питания сказывалось не сразу, а только после того, как были исчерпаны запасы соответствующих веществ в теле.

В опытах Фриса с сотрудниками (сноска на стр. 435) мы обработали данные для лактирующей коровы № 615, которая непрерывно содержалась на одном и том же рационе несколько месяцев. За это время у коровы три раза определялись полные балансы веществ и энергии. Это позволило вычислить коэффициенты полноценности кормления, которые оказались 15 февраля (на 6-й день опыта) — 98%, 28 марта (на 47-й день опыта) — 96% и 8 мая (на 88-й день опыта) — 93%, т. е. полноценность кормления систематически снижалась.

---

[1] Б. К. Гиндце и др. Влияние разных доз витамина А на вес растущих кроликов. Доклады ТСХА, т. IX, 1949, стр. 127—130.

[2] N. F. Colovos & oth Journ. Dairy Science, v. 34. 1951, 735—742.

Изменение полноценности кормления при постоянном рационе означает изменение потребностей на почве либо уменьшения запасов в теле, либо из-за изменения физиологического (функционального) состояния животного.

По скорости исчерпания запасов из тела взрослые животные отличаются от молодняка. Так, истощение запасов витамина А в теле старых овец произошло через 23 месяца, в то время как у 4—8-месячного молодняка — через 9 месяцев [1].

Эта разница обусловлена интенсивностью обменных процессов в разном возрасте и сказывается на размере потребности в питательных веществах.

Приведенные примеры иллюстрируют широко распространенную зависимость проявления последствий неполноценного питания от размера недостатка и от продолжительности заимствования недостающих элементов пищи из запасов тела.

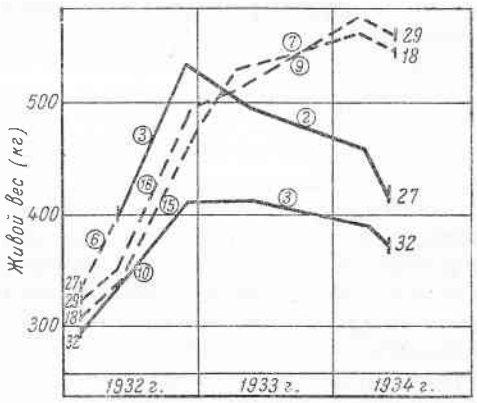


Рис. 33. Изменение живого веса телок при сбалансированном по фосфору кормлении и при крайнем недостатке фосфора (по Клейберу) [2].

Кривые для подопытных телок 27 и 32 по сравнению с телками нормальными (18 и 29). Цифры в кружках — число течек за период.

Приведенный краткий обзор данных позволил осветить главным образом одно из следствий недостаточности питания, а именно изменение в использовании кормов. Патологические последствия недостаточности питания были описаны в других местах книги.

Любая пищевая недостаточность, исключая некоторые случаи недостатка энергии, является причиной несбалансированности кормления, что, как мы видели, приводит к увеличению тепловых потерь, к снижению использования энергии (органического вещества), пищи, или в некоторых случаях к снижению аппетита и переваримости питательных веществ.

Отсюда, очевидно, может быть сделан вывод, что пища недостаточна по тем питательным веществам, прибавка к ней которых ведет к уменьшению тепловых потерь, связанных с питанием животного данным рационом, с одной стороны, или, с другой, при даче которых повышается поедаемость или переваримость пищи. Любое из названных следствий повышения полноценности кормления повышает общее использование органического вещества (энергии) пищи.

Своевременное улучшение полноценности кормления связано одновременно с исчезновением общих или специфических для данных недостаточностей признаков патологического состояния.

Использование корма является доступным и более ранним, хоть и неспецифическим признаком для оценки сбалансированности и полноценности кормления.

---

[1] A. W. Pierce. Сборник иностранной с.-х. информации, изд. Министерства с. х. СССР, в. 1, 1955, стр. 23.

[2] M. Klieber & oth. J. Nutrition, 12, № 2, 121—153, 1936.

ГЛАВА XXIV

ОРГАНИЗАЦИЯ И КОНТРОЛЬ СБАЛАНСИРОВАННОГО (ПОЛНОЦЕННОГО) КОРМЛЕНИЯ

ПРИЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ СБАЛАНСИРОВАННОГО КОРМЛЕНИЯ

Кормление, по обильности достаточное для получения планового уровня основной продуктивности, при котором сохраняются и совершенствуются хозяйственно полезные и племенные качества животных и не возникает признаков нарушения обмена, представляет собой кормление, сбалансированное с потребностями, или кормление полноценное. Такое кормление может явиться результатом опыта многолетней производственной зоотехнической работы и в таком случае оно складывается в определенный тип. Понятие о типах кормления и их классификация рассмотрены на стр. 503. Если в хозяйстве сложился такой тип кормления и не возникает необходимости повышать продуктивность животных или изменять род, количество и качество кормов, задача организации сбалансированного кормления сводится к возможно точному повторению сложившегося типа кормления. В иных же, только что упомянутых случаях приходится проводить специальные мероприятия по организации сбалансированного кормления.

К числу их относится прежде всего заимствование приемов, разработанных в других хозяйствах. Заимствовать приемы кормления, конечно, можно в том случае, если условия хозяйств, и того, которое заимствует, и того, у которого заимствуется тип и способ кормления, тожественны или, по крайней мере, достаточно близки.

В отечественной и зарубежной литературе описано много типов кормления животных разного направления и уровней продуктивности, с применением различного рода кормов. При этом представляется возможным проследить, как постепенно эти рационы вырабатывались. Так, например, в Дании широко распространен тип кормления коров летом преимущественно травой на сеяных многолетних бобовых пастбищах и в относительно короткий стойловый период — кормление рационами, состоящими на 50% по питательности из разнообразных концентратов, а на остальные 50% из кормов объемистых. Из числа объемистых грубых кормов скармливаются 4—5 *кг*, иногда весь грубый корм в виде яровой соломы, а остальное обычно задается в корнеплодах. При таком типе кормления получают около 4—5 тыс. *кг* молока в год от каждой коровы. Этот достаточно твердо установившийся тип кормления в некоторых отношениях не удовлетворяет датчан, и в него вносятся изменения. Во-первых, считается целесообразным процент концентратов снизить до 30, так как при таком соотношении кормов удои в разгар лактации удерживаются устойчивее [1]; во-вторых, корне-

[1] J. Nielsen. Опыты на коровах с повышенными дачами объемистых кормов. 262 отчет Копенгагенской опытной лаборатории, 1952 (датск.).

плоды считается целесообразным заменить кукурузным силосом [1]. Последнее обеспечивает более высокую полноценность кормления в стойловый период, что является необходимым из-за появления признаков неблагополучного состояния у коров.

На только что разобранном примере усовершенствования рационов стойлового периода для коров в Дании показан один из путей, которым приходится пользоваться при разработке сбалансированного (полноценного) кормления. Это, следовательно, путь постепенного уточнения рациона, отвечающего основному требованию, достижению намеченного уровня продуктивности, такого уточнения, при котором рацион будет обеспечивать наиболее экономное производство продукции и поддержание нормального состояния животных.

В Германии при разработке типов кормления подсвинков с целью откорма на мясо был использован иной прием — прием организации широких кооперативных опытов, проведенных одновременно многими исследовательскими учреждениями и учебными заведениями. Опыты проводились на основе однотипных методических принципов, и после окончания опытов результаты их были систематизированы и обобщены. Это позволило разработать основные правила рациональной организации хорошо сбалансированного кормления при мясном откорме подсвинков на картофеле [2].

Наконец, для организации сбалансированного кормления в каждом отдельном хозяйстве может и должен быть использован наиболее доступный прием, а именно прием организации нормированного кормления. Организация нормированного кормления рассматривается в седьмой части книги и поэтому здесь не описывается. Однако необходимо отметить, что нормированное кормление будет в то же время и сбалансированным с потребностями, полноценным кормлением только в том случае: 1) если нормы кормления с исчерпывающей полнотой включают в себя потребности в тех веществах и свойствах пищи, которые могут оказаться в данных условиях как в недостатке, так и в избытке, 2) если свойства кормов, их питательность определены правильно и 3) если кормление организовано с точным соблюдением норм и соответствующих правил.

В настоящее время нормирование кормления и оценка питательности кормов разработаны настолько подробно, что позволяют обеспечить разносторонне сбалансированное кормление.

Какой бы путь организации ни был избран, уверенность в том, что кормление действительно сбалансировано, достигается только при проведении систематического контроля его полноценности.

УСЛОВИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НОРМИРОВАННОГО ПОЛНОЦЕННОГО КОРМЛЕНИЯ

Полноценное кормление обеспечивается при условии наличия достаточных количеств кормов требуемого качества. При этом в зависимости от качества и количества кормов можно добиваться получения и соответствующих уровней продуктивности.

Чем богаче травостой пастбища и выше его качество, чем более высокого качества (в достаточном количестве) главный корм стойлового периода (сено и сочные корма), тем выше может быть намечена и получена продуктивность животных (например, молочных коров) с сохранением здоровья, репродукции и длительной продуктивной жизни. Поэтому чем выше проектируемая произво-

[1] F. Junker. Семилетний опыт возделывания кукурузы на силос в Дании. «Сельское хозяйство за рубежом», 1954, № 4, стр. 169.

[2] E. Teichert. Die Bewertung der Futtermittelln in der Schweinemast Landw. Jahrbücher, B. 84, H. 5, 1937, 643.

дительность, тем строже требования к качеству летнего и зимнего кормления. В подавляющем числе случаев практики животноводства производительность животных должна быть увязана с техническим состоянием хозяйства и его направлением. Конкретизация данного положения дана в табл. 105.

На практике кормить животных нужно в определенной системе, в которой должны найти место не только условия данного момента, но и условия предшествующего периода, а также дальнейшие возможные условия и направление использования животного.

Обоснованная система должна строго выдерживаться, вплоть до того, что нельзя допускать повышения производительности, пока оно не обеспечено необходимыми изменениями в кормлении и содержании, так как без такой увязки можно повредить нормальной жизнедеятельности животного при повышении его продуктивности.

В соответствии с этим организация нормированного кормления в применении ко взрослой молочной корове представляется в следующей схеме.

1. Уровень органического питания определяет собой размер производительности животного. Между доставкой органических веществ и продуктивностью животного существует тесная связь.

2. Чем больше доставка органических веществ в пище, тем выше по качеству должен быть главный корм, тем более сбалансированная должна предоставляться пища в отношении энергии, протеина, минеральных веществ и витаминов.

3. Род кормов, их категорию и качество необходимо строго определить, т. е. точно установить, что следует понимать под кормом того или иного качества.

4. В основу нормированного кормления должна быть положена научно разработанная и проверенная схема. В этой схеме прежде всего необходимо взаимно сочетать условия стойлового и пастбищного кормления (стр. 504 и 509).

Как при создании схемы, так и при пользовании ею нужно ясно представлять роль пастбищного периода в общих условиях кормления животных, а именно, — явится ли пастбище периодом восстановления сил и запасов животных по отношению к стойловому кормлению.

Необходимо также установить, нуждается ли животное при данной схеме в периодическом накоплении запасов.

Следовательно, должен быть решен вопрос о степени комплектности рациона и его сбалансированности с потребностями в каждый отдельный момент существования животных.

5. При любых условиях кормления нужно наиболее полно использовать способность животных к возможному потреблению корма. Животное должно получать такое количество объемистых кормов, чтобы пищеварительный тракт работал всегда при оптимальной нагрузке нормально.

Известно, что высококачественные объемистые корма (вопреки некоторым мнениям) поедаются животными высокой производительности не в меньшем количестве, чем животными низкой производительности, а даже, наоборот, в несколько большем количестве.

6. Таким образом, порядок нормирования кормления заключается в том, что животным предоставляется прежде всего главный корм требуемого объема и качества в соответствии с уровнем органического питания. Сумма главного и дополнительного кормов должна быть такова, чтобы доставка органических веществ не была выше обоснованного предела. Размеры органического питания молочных коров в зависимости от качества главного корма, насколько это можно сейчас установить, даются в табл. 105.

7. Если в силу естественного снижения продуктивности размер требуемого рациона будет меньше, чем это указано в таблице, нужно уменьшить прежде

Таблица 105

Рекомендуемый оптимальный уровень органического питания для молочных коров в зависимости от характера и качества главных кормов рациона

Характеристика главных кормов рациона		Единиц органического вещества в сутки во всем рационе
в стойловый период	в пастбищный период	
Сено невысокого качества, до 50% соломы, силос из дикорастущих трав	Трава бедных лесного и суходольного пастбищ	7,0
Сено среднее и хорошее, соломы 1—2 *кг*, силос из дикорастущих сеяных трав, немного корнеплодов	Трава заливного и сеяного пастбища среднего качества	11,5
Сено хорошее и среднее, корнеплоды, силос из посевных трав и специальных культур	Трава бобового и злаково-бобового пастбища и зеленая подкормка	17—22
Сено сеяное бобовое, хорошее и отличное, силос из злаковых (кукуруза), сахарная свекла; при высших удоях зелень проращенных зерен	Отличное пастбище; зеленый конвейер из бобовых и злаково-бобовых трав; подкормка зеленью по потребности	27—33

Примечание. Дополнительные (концентрированные) корма вводятся до удовлетворения потребности. В первом и втором случае они могут составлять 10—15% общей потребности, в третьем 20—25% и в четвертом 30—50%. Одновременно изменяются требования к их качеству и разнообразию. В первых случаях это могут быть 1—2 вида кормов и технических отходов, а в последнем это должна быть смесь из ряда злаковых, бобовых и жмыхов.

всего количество концентратов. Главные корма рационов желательно оставлять без снижения; они будут служить для восстановления запасов в теле животного.

8. При всяких условиях рацион должен содержать оптимальные количества переваримого протеина. В соответствии с нормами рацион контролируется в отношении минеральных веществ и витаминов. Но и при такой предварительной проверке рациона необходимо систематическое наблюдение за животными, их удоем, здоровьем, репродуктивной способностью, аппетитом и т. д. При нарушениях в состоянии и продуктивности животных рацион нужно соответственно изменять в качественном (а иногда и количественном) отношении.

9. На основании данных зоотехнического учета изучают животных и ведут работу по отбору и разведению тех из них, которые соответствуют требующейся (обеспечиваемой кормами) производительности и хорошо используют корм. Одновременно изучают корма и принимают меры к улучшению их качества и к производству необходимых видов и сортов кормов. Улучшение сочетаний и комплектности пищи приводит к более экономному ее расходованию.

При правильной организации и технике кормления животное дает соответствующую размеру кормления продукцию, нормально размножается, сохраняет здоровье и способность к продуктивности на протяжении длительного срока (долголетие).

КОНТРОЛЬ ЗА ПОЛНОЦЕННОСТЬЮ КОРМЛЕНИЯ

Для того чтобы поддерживать полноценность кормления, нужно его систематически контролировать. Это значит, что нужно постоянно вести наблюдение за теми показателями, по которым может быть определена полноценность кормления. Это позволит во-время заметить наступившие отклонения в состоянии и продуктивности животных, причиной которых являются ошибки

в кормлении. Установив изменения в состоянии и продуктивности животных и тщательно проверив условия кормления и содержания, можно во-время устранить причины нежелательных изменений. Не заметив же таких изменений, можно повредить животным и потерять результат подчас продолжительной предшествующей работы. Учитывать нужно, с одной стороны, кормление, а с другой — ответные реакции животных. Учет должен сопровождаться аккуратным ведением записей. Последнее необходимо, так как очень часто ответ животных на условия, в которых они оказались в данное время, вызывается условиями предшествующего периода, в который были созданы или, наоборот, истощены запасы. Так, например, корова, получающая в стойловый период рацион с соломой или с сеном плохого качества и не получающая силоса, может не показать признаков А-витаминного истощения, если она летом на пастбище накопила в своем теле большие его запасы, и, наоборот, покажет резкие признаки недостатка витамина А, если летнее кормление было неудовлетворительным. Если условия летнего кормления не принять в расчет или забыть, то как первый, так и второй ответы коровы на условия зимнего кормления могут быть поняты неправильно.

Зоотехническое значение контроля полноценности кормления и учета показателей продуктивности, здоровья, воспроизводства неизмеримо возрастает, если они ведутся индивидуально по каждому животному. В этом случае данные учета и контроля позволят совершенствовать ведение животноводства, проводить более разностороннюю бонитировку стада и вести отбор по лучшему использованию кормов, по показателям состояния животных и т. д.

КОНТРОЛЬ КОРМЛЕНИЯ И ЕГО СООТВЕТСТВИЯ С НОРМАМИ

В хозяйствах с высокоорганизованным животноводством кормление животных должно быть только нормированным. Это означает не только составление кормовых рационов по нормам, но и их тщательное исполнение в натуре.

Пренебрежение требованиями норм представляет собой дезорганизацию правильного кормления и в зоотехнической работе недопустимо. Поэтому при всяких изменениях в рационах, особенно если они вынужденные, необходимо проверить расчетом, не появилось ли какого-либо отклонения от норм, и если хозяйство располагает средствами, восполнить недочеты рациона соответственными подкормками.

Если же дефект рациона, случайно возникший в данный момент, неустраним, то зоотехник должен знать, к каким последствиям этот дефект ведет и что нужно и в какой момент предпринять, чтобы не допустить ни ухудшения состояния животных, ни снижения продуктивности и принять немедленные меры к своевременному устранению недостатков рациона. Соблюдение требований норм является основным условием организации полноценного кормления, а контроль соответствия кормления с нормами — первым средством предупреждения его недостаточности.

При организации нормированного кормления обычно пользуются табличными данными состава и питательности кормов. Однако табличные данные иногда значительно отклоняются от фактической характеристики кормовых качеств конкретного корма.

Для иллюстрации этого утверждения можно сослаться на исследование акад. М. И. Дьякова[1]. В нем М. И. Дьяков показал, что ошибки в оценке результатов кормления при пользовании табличными данными вместо учета фактического поступления питательных веществ могут достигать 10% и более.

[1] М. И. Дьяков. Опыт учета эффективности кормовых смесей для молочных коров. Записки Пушкинской зоотехнической станции, № 18, 1937, стр. 7—29.

В одном из наших опытов наблюдалось еще большее расхождение между табличными и фактическими данными поступления питательных веществ в рационе молочной коровы (табл. 106).

Таблица 106

Содержание питательных веществ в рационе коровы

По данным	Кормовых единиц	Переваримого белка (*г*)	Кальция (*г*)	Фосфора (*г*)	Каротина (*г*)
Табличным и валовому количеству кормов	13,54	1190	95,81	80,70	182
То же с поправкой на фактическое содержание влаги в кормах	10,72	1039	70,96	69,91	131
По фактическому составу кормов и переваримости веществ	10,72	1164 [1]	37,18	58,69	45

Поэтому специалисты неоднократно указывали на необходимость при постановке опытов проводить полный анализ кормов, а при кормлении животных в хозяйстве определять хотя бы содержание влаги прежде всего в наиболее гигроскопичных кормах, таких, как сено, гуменные корма, а также в силосе и водянистых технических отходах.

Усовершенствование нормированного кормления требует периодического контроля состава и питательности кормов, причем желательно определять следующие основные показатели, рекомендуемые для проверки нормированного кормления:

Сено, силос, трава . . . . . сухое вещество, протеин, клетчатка, кальций, фосфор, каротин
Солома . . . . . сухое вещество, клетчатка
Корне-клубнеплоды . . . . . сухое вещество
Концентраты . . . . . сухое вещество, протеин, фосфор
Комбикорма . . . . . сухое вещество, протеин, клетчатка, кальций, фосфор

Если о составе указанных в таблице кормов известны перечисленные показатели, то недостающие для нормированного кормления могут быть рассчитаны по табличным данным. Так, например, питательность органического вещества в ЕОВ, в кормовых единицах или других показателях гораздо точнее определяется, если она берется пропорционально содержанию сухого вещества, чем в том случае, если этот показатель берется из таблиц только по названию корма. Переваримый протеин (белок) следует принимать пропорционально содержанию сырого протеина (в сене, силосе, траве, концентратах, комбикормах) или пропорционально содержанию сухого вещества (в корне-клубнеплодах и соломе). Остальные показатели берутся либо по прямому определению, либо пропорционально содержанию сухого вещества в корме.

В хозяйствах с высокопродуктивными животными необходимо выдавать корма по возможности всем животным индивидуально, в отдельные кормушки. Индивидуальное кормление позволяет точнее выполнять требования к его сбалансированности. Часто коровам, быкам, взрослым лошадям, хрякам, тяжелосупоросным и подсосным свиноматкам выдают корма отдельно, в индивидуальные кормушки, а остальным видам и возрастным группам животных в зависимости от условий содержания — либо индивидуально, либо по группам.

[1] Переваримый протеин, а не белок.

Но и при групповом кормлении возможен его учет и обеспечение сбалансированности. При строгом выполнении рационов, назначаемых зоотехником, при правильном распределении кормов и раздаче их по весу учет кормления крайне прост. Важно только систематически отмечать номер кормовой группы по системе рационов, по которой животные получали корм в тот или иной период. Помимо раздачи кормов строго по рационам, необходим учет объедков. Состояние аппетита является одним из самых важных показателей благополучия животного. Ухудшение аппетита или периодические «капризы» относятся к числу довольно ранних признаков нарушения обмена на почве неправильного и недостаточного кормления. Аппетит ухудшается и при заболеваниях. Если отказ от какого-либо корма или большое количество объедков его имеют массовый характер, то здесь причина может заключаться в самом корме, его качестве или в частичной его порче. В этом случае необходимо изменить назначение корма, организовать его обезвреживание или подготовку к скармливанию. При проведении перечисленных мероприятий кормление будет учтено с достаточной подробностью и данные такого учета обеспечат возможность дальнейшего контроля полноценности кормления.

УЧЕТ И КОНТРОЛЬ ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНЫХ

Абсолютная величина продуктивности не позволяет судить о полноценности кормления, так как животные производят некоторые виды продукции при неполноценном кормлении с использованием запасов из своего тела.

В то же время динамика продуктивности может помочь контролю полноценности кормления. У животных многолетней продуктивности (коров, свиноматок) в результате неполноценного кормления наблюдается несвоевременное снижение продуктивности. Так, например, у коров в результате раздоя при неполноценном кормлении рационами концентратного типа наблюдается в последующем резкое падение удоя (табл. 107).

Таблица 107

Падение молочной продуктивности у коров в результате неполноценного кормления концентратного типа

Кличка или № коровы	Место наблюдения	Год учета	Лактация по счету	Годовой удой (кг)
№ 17820	Дания	1-й	2-я	6 235
		2-й	3-я	9 480
		3-й	4-я	11 868
		4 й	5-я	4 546
Зазноба № 213	Один из совхозов Вологодской области	1-й	3-я	6 863
		2-й	4-я	6 686
		3-й	5-я	2 430
		4-й	6-я	1 023

Конечно, такие результаты представляют собой оценку не отдельных рационов, а принятого в хозяйстве типа и системы кормления.

Косвенным признаком неполноценности кормления может быть скорость снижения удоев по ходу лактации. Этот критерий был использован в опытах зимнего кормления коров для выбора лучшего соотношения кормов в рационах (табл. 108).

По данным таблицы, лучший результат дала пропорция — примерно 2 части объемистых кормов на 1 часть концентратов.

Таблица 108

Падение удоев в первую половину лактации в зависимости от структуры рационов

(каждая цифра — среднее по крайней мере из 10 опытов, по нескольку коров в каждом)

Среднее число дней лактации коров на начало учета	Структура рациона в процентах кормовых единиц		Средний суточный удой на начало учета (*кг*)	Падение удоя в процентах к начальному за 70 дней учета
	объемистых кормов	концентратов		
99	53	47	15,5	24
116	68	32	16,0	8
110	85	15	15,5	19

Представление о том, что ход кривой лактации является признаком индивидуальных особенностей животных, сильно поколебалось после того, как оказалось, что у одних и тех же коров, которых в смежные лактации содержали на разных типах рационов, ход кривой лактации изменялся в зависимости от типа кормления. При более полноценном кормлении кривая лактации получалась более пологой, менее спадливой, чем при менее полноценном кормлении. Сказанное иллюстрируется примером (рис. 34), взятым из опыта сравнительного кормления одних и тех же коров в смежные годы на протяжении целой лактации одним из рационов: *1* — зимой рацион из сена, силоса и смеси концентратов, летом — трава пастбища и смесь концентратов; *2* — зимой сено и силос, летом — трава; *3* — зимой сено и подкормка ячменем; летом только трава; *4* — зимой только сено, летом трава. Из рис. 34 видно, что наилучший ход кривой лактации отмечен у коров на первом рационе. Остальные рационы привели к более быстрому и более значительному относительному снижению лактации.

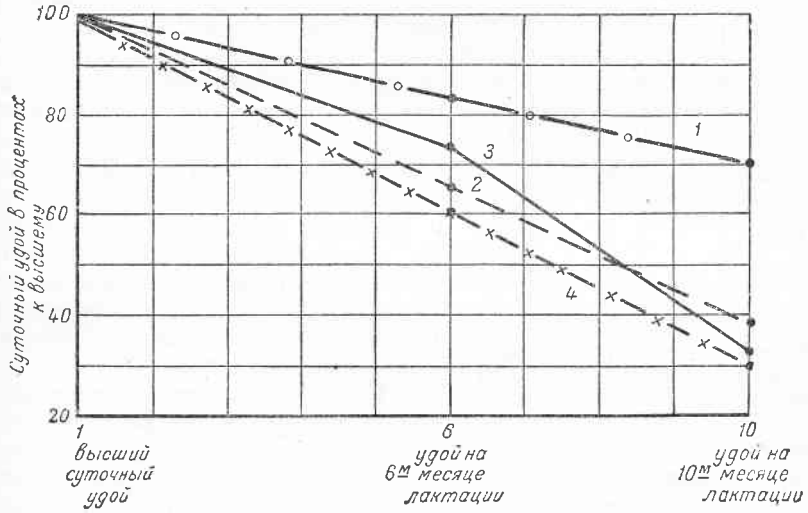


Рис. 34. Кривые снижения лактации одних и тех же коров при разном кормлении. Высший суточный удой принят за 100%. Суточные удои в шестой и десятый месяцы выражены в процентах к высшему суточному удою.

Для того чтобы по динамике продуктивности животных судить о качестве кормления, надо иметь возможность сравнивать ее с получаемой при полноценном кормлении в нормальных условиях содержания. При проведении опытов такое сравнение можно делать между продуктивностью животных разных групп. В производственных условиях можно сравнивать ход продуктивности животных, получающих проверяемое кормление, с продуктивностью животных за предыдущие годы или за текущий год, которые получали или получают обычное в данном хозяйстве кормление.

Наконец, возможно сравнивать фактическую продуктивность с показателями бонитировочных шкал или с другими стандартами. Для молочных коров Г. Е. Овсянников[1], И. С. Попов[2] и А. С. Емельянов[3] предложили распределение среднемесячных или декадных удоев коров разной годовой продуктивности, построенное на основе статистической обработки средних данных о лактации коров в разных хозяйствах. Из сравнивания этих рекомендаций видно, что они базируются на разном материале. По Овсянникову, максимальный удой достигается сразу после отела и уже с третьего месяца он с некоторой скоростью снижается. В предложении же Емельянова заложена идея постепенного раздоя с достижением максимума в более поздние сроки и с длительным удержанием удоя на высоком уровне. А. С. Емельянов установил, что ход кривой лактации зависит по крайней мере от двух факторов — способности коровы к раздою и скорости падения лактации, однако он не указал, чем обусловлены эти факторы. На рис. 35 приведены кривые «нормальной» лактации для коров одинакового годового удоя, по Овсянникову и по Емельянову.

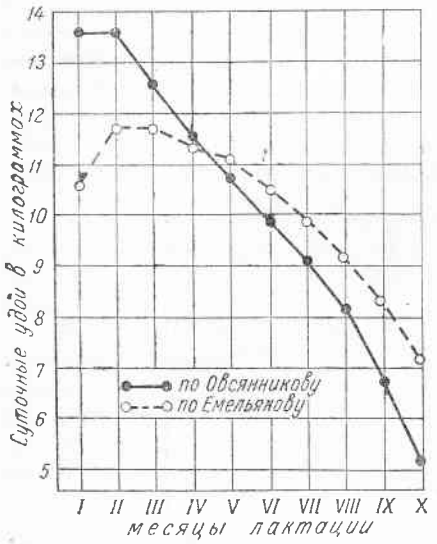


Рис. 35. Кривые лактации коров одинаковой годовой продуктивности (3000 *кг*) по А. С. Емельянову и Г. Е. Овсянникову.

Повидимому, этими предложениями можно пользоваться как основой для сравнения при оценке качества кормления, только учитывая общие условия и технику кормления. При раздое подойдет предложение Емельянова, а при обычном кормлении с подготовкой коров в сухостой — предложение Овсянникова.

Пользоваться названными данными можно таким образом. По удоям за первые 2—3 месяца текущей лактации или за всю предыдущую подбирается соответствующая теоретическая кривая хода лактации, с которой и ведется сравнение получаемых удоев в последующие сроки.

Для контроля полноценности кормления необходим тщательный, систематический учет продуктивности.

Учет молочной продуктивности организован повсеместно. Для производственной оценки молочных коров можно ограничиться учетом только

[1] Г. Е. Овсянников. Разведение и кормление крупного рогатого скота. Сельхозгиз, 1934, стр. 189 и др.

[2] И. С. Попов. Планирование удоев и кормление высокопродуктивных коров. «Советская зоотехния», № 4, 1950.

[3] А. С. Емельянов. Лактационная деятельность коров и управление ею. Вологда, 1953.

их молочной продуктивности. Но для характеристики полноценности кормления коров этого будет мало. Кормление должно обеспечить, кроме удоя, также поддержание живого веса коров и его нормальные изменения по мере лактации, обеспечить нормальное течение беременности и т. д. Увеличение живого веса, как и уменьшение его, не обусловленное нормальными биологическими процессами, служит показателем ошибок в кормлении, недостаточного или избыточного кормления.

У растущих и откармливаемых животных прирост живого веса представляет собой показатель их продуктивности. Для остальных животных изменения веса служат показателем условий питания и должны учитываться как «побочная» продукция.

Изменения веса служат основанием к внесению поправок в величину «общей продуктивности», представляющую собой алгебраическую сумму основной и побочной (дополнительной) продукции. Если о возможных изменениях в теле приходится судить по изменению живого веса, то такие суждения не могут быть вполне определенными. В датских научно-хозяйственных опытах прирост 1 *кг* живого веса коров приравнивают к расходу корма на производство 10 *кг* молока. Мы в своих опытах, основываясь на обработке данных немногочисленных балансовых опытов, прирост 1 *кг* живого веса коров приравниваем к расходу кормов, идущих на образование 6 *кг* молока, содержащего 40 *г* жира в 1 *л*.

Известно, что вес животных повышается с возрастом, и средние изменения веса указываются в шкалах для бонитировки. Характер возрастных изменений веса, в частности у коров, зависит от условий их питания. В одном из исследований подопытные коровы находились четыре лактации (около $4^1/_2$ лет) на однотипном кормлении, характеристика которого приведена в табл 109. Кормление было сходным по набору кормов в рационах, равным по питательности органического вещества но различавшимся по доставке протеина.

В начале опыта средний возраст коров был 5—6 лет. Влияние кормления на изменения живого веса имеет несомненный интерес, тем более что общая питательность средних рационов была как раз выше у коров, давших снижение живого веса. Молочная продуктивность была у коров второй и третьей групп (7 и 9% протеина) практически одинаковой — около 7,2 *кг* молока на фуражный корово-день. У первой группы продуктивность была на 7% ниже, а у четвертой на 7% выше, чем у коров двух средних групп. Таким образом, можно заключить, что практически однотипное кормление дойных коров и при недостатке и при избытке протеина ограничивает возрастное

Таблица 109

Кормление и изменение веса коров при различном снабжении протеином

Процент переваримого протеина в переваримом сухом веществе корма	Структура рациона в проценте сухого вещества		Процент протеина из кормов		Продуктивных кормовых единиц на фуражный день	Живой вес		
	объемистых кормов	концентратов	объемистых	концентратов		в начале опыта (*кг*)	через четыре лактации (*кг*)	процент изменения веса за $4^1/_2$ года
8,0	70,6	29,4	61,4	38,6	10,8	383	351	— 8,2
10,7	68,5	31,5	49,0	51,0	9,0	356	405	+ 13,4
14,0	68,6	31,4	37,5	62,5	9,1	428	464	+ 8,4
17,5	67,3	32,7	29,2	70,8	9,3	434	444	+ 2,3

увеличение живого веса. Интересно дополнительно отметить, что коровы на рационах с 10,7 и 14% протеина увеличивали свой вес до возраста около 10 лет. Коровы на высоком уровне протеина прибавляли вес до 7-летнего возраста, а потом слегка теряли в весе.

Животные, переводимые на уровень более обильного кормления, что обычно влечет за собой повышение продуктивности, дают увеличение и живого веса. Так, молочные коровы при интенсивном раздое увеличиваются в весе за один год на несколько десятков килограммов.

При оптимальном кормлении и равномерных отелах коровы в среднем по стаду сохраняют вес постоянным в течение всего года. В то же время при умеренном и даже недостаточном зимнем кормлении, если при этом отелы сезонные, весенние, довольно часто наблюдается, что животные перед выпуском на пастбище имеют в среднем по стаду более низкий живой вес, чем при постановке на стойловое содержание. Таким образом, учет изменений живого веса животных по периодическим взвешиваниям может быть одним из средств характеристики состояния стада, обусловленного условиями кормления. Изменение живого веса и упитанности может иметь различное значение в зависимости от изменений основной продуктивности животных — молочности, плодовитости, работы.

Изменения живого веса являются дополнительными показателями продуктивности животных. Только при учете изменений веса может быть правильно выяснено использование кормов. Использование кормов на производство молока окажется заниженным при увеличении веса животных и завышенным при его уменьшении.

Исследований зависимости между полноценностью кормления и качеством продукции до сих пор почти не проводилось. Поэтому нельзя сказать с определенностью, совместимо ли требуемое качество продукции с полноценным кормлением или же в некоторых случаях понадобятся отступления от требований к полноценности кормления ради достижения специфических качеств продукции.

Д. Х. Саттаров (Ленинградский сельскохозяйственный институт) исследовал, как отражается правильное и неправильное кормление лактирующих коров на составе и качестве молока и можно ли пользоваться показателями состава молока для контроля кормления и исправления ошибок.

В крайних случаях неправильного кормления в составе молока происходили серьезные изменения, и их устранение требовало нескольких месяцев хорошего кормления. При бедном, неполноценном кормлении в зависимости от его характера возможно снижение содержания в молоке жира, белка, молочного сахара, кальция, витаминов А и С, повышение градуса кислотности и появление в молоке кетоновых тел. Снизившееся содержание жира и витамина С впоследствии трудно восстанавливается.

О. В. Баланина (Казахский филиал ВАСХНИЛ) наблюдала, что перевод коров с бедного рациона по всем питательным веществам или с бедного только по белку, в обоих случаях в стойловый период, на рацион пастбищного периода, основой которого была трава горного злако-разнотравного пастбища, приводил к улучшению химического состава молока и к одновременному увеличению удоя.

Вопросу снабжения высокопродуктивных коров каротином и его влияния на А-витаминную активность молока посвящен ряд исследований В. Е. Кондырева[1]. На основании этих исследований автор обосновал ряд ценных для практики выводов. Так, например, показано, что снижение А-витамин-

[1] В. Е. Кондырев. К вопросу установления потребности высокопродуктивных лактирующих коров и нормирование каротина. Труды ВНИИ кормления, т. 1, 1950.

ной активности молока можно считать наиболее ранним признаком витаминной недостаточности у коров.

А-витаминная активность молока пропорциональна снабжению коров каротином или витамином А. Наметив желаемую витаминную активность молока, коровам, по Кондыреву, нужно задавать в корме больше, чем выделяется витамина А в молоке — каротина в 30—33 раза или витамина А в 10 раз. Кондырев показал, что при должном внимании к качеству заготовляемых в хозяйстве кормов любая из предусмотренных в нормах дача каротина может быть с успехом обеспечена в натуральных кормах без введения в рационы витаминных препаратов.

Таким образом, недостаточное по каротину и витамину А кормление приведет к получению бедного по содержанию витамина А молока, с одной стороны, и с другой, А-витаминная активность молока позволяет характеризовать А-витаминное кормление лактирующих животных.

К. А. Порядкова (Московская сельскохозяйственная академия им. Тимирязева) пришла к заключению, что полноценное и разнообразное кормление молочных коров с высоким содержанием каротина в рационе обеспечивает не только получение молочной продукции с высокой А-витаминной активностью, но и лучшее качество этой продукции, в частности более прочное в хранении масло.

Однако А-витаминная активность молока и стойкость масла при хранении причинно не связаны. Как показали исследования И. П. Панкова (Ленинградский ветеринарный институт), при рационах с высокими дачами травяного и капустного силоса коровы дают молоко высокой А-витаминной активности, однако масло, приготовленное из такого молока, не было прочным в хранении. Следует здесь же отметить, что испытанные рационы с названным силосом обеспечивали довольно высокую полноценность кормления, масло, приготовленное из молока подопытных коров, было высокого качества, но к хранению оно было мало пригодным. И наоборот, рационы с картофелем и корнеплодами привели к получению высококачественного и более стойкого в хранении масла, но не обеспечивали такой же высокой полноценности кормления, как рационы с силосом. Этот пример показывает, что не все признаки высокого качества продукции совпадают с признаками, характеризующими нормальное течение физиологических функций.

В некоторых работах встречается утверждение, что содержание в молоке свободной аскорбиновой кислоты сразу после его выдаивания довольно постоянно и от качества кормления не зависит, так как витамин С образуется в теле коров.

Тем самым как бы подразумевается, что синтез витамина С в организме не зависит от факторов внешней среды и, в частности, от условий кормления. Однако эта точка зрения не подтвердилась в ряде специальных исследований. Так, М. Н. Богданов (Московская сельскохозяйственная академия им. Тимирязева) установил, что содержание витамина С в молоке зависит от упитанности коров, от общего уровня кормления и от его полноценности.

В ряде других работ показано, что при ненормальном составе рационов, а иногда и в зависимости от погодных условий наблюдаются колебания содержания витамина С в молоке. При малом количестве и плохом качестве грубых кормов содержание витамина С в молоке резко снижалось. В дни с ясной, жаркой погодой при содержании коров как в стойле, так и на пастбище также наблюдалось снижение содержания витамина С в молоке независимо от того, на каких рационах содержались дойные коровы. Е. И. Герцен (Московская сельскохозяйственная академия им. Тимирязева) нашел, что разнообразное обильное кормление молочных коров является более эффективным средством повышения Е-витаминной активности молочных продуктов, чем применение Е-витаминных подкормок.

А. П. Дмитроченко с сотрудниками неоднократно констатировали, что в условиях обильного кормления коров остатками бродильных производств, когда рационы были обеднены сахаром и другими легко переваримыми углеводами, и в некоторых случаях общего недокорма коров, наблюдается появление кетоновых тел в молоке. Кетоновые тела быстро исчезают, как только в рацион коров вводится источник таких углеводов или вводятся другие исправления кормления.

И. М. Захарченко и другие показали, что недостаток кальция в корме ведет к снижению его содержания в молоке. По некоторым данным, содержание железа в молоке зависит от условий обмена железа у лактирующих животных. В связи с последним заключением, повидимому, не всякое молоко можно считать одинаково влияющим на развитие анемии у новорожденных животных, питающихся молоком матерей.

А. К. Швабе и другие указывают, что содержание белка в молоке находится в зависимости от уровня и качества протеинового питания лактирующих животных.

С. Е. и Г. Д. Боржковские[1] сообщили, что высокая температура и влажность скотного двора могут быть причиной снижения содержания в молоке белка и жира, но корне-клубнеплоды ослабляют действие указанных факторов на содержание жира в молоке.

Р. Б. Давидов с сотрудниками[2] в ряде работ подтвердили отрицательное влияние на качество молочных продуктов больших дач льняного жмыха, заданного в составе смешанного рациона. Авторы не исследовали, изменяется ли полноценность кормления коров при различном содержании жмыха в рационе коров.

Т. П. Аболь и П. А. Шутова[3], с одной стороны, и М. И. Книга[4], с другой, исследовали влияние рационов, содержащих различные сочные корма, на качество молока, масла и сыра, но также не выясняли при этом условий полноценности кормления. Этот пробел восполнен в упомянутой выше работе И. П. Панкова, который, как указывалось, выяснил, что не каждый признак качества продукции, как мы понимаем эти качества, положительно коррелирует с полноценностью кормления. А. Г. Новиков (ВИЖ) также исследовал влияние рационов, содержащих различные сочные корма, на состав и качество молочных продуктов и пришел к заключению, что для нормальных физиологических отправлений коров очень важно содержание в рационах высококачественного сена.

Заслуживает упоминания сообщение о резком снижении содержания жира в молоке коров, которые были переведены с нормального кормления на рацион из 1,3 *кг* сена и концентратов вволю[5]. При этом содержание жира в молоке снизилось с 4,62 до 2,14%. Отмеченное снижение содержания жира, по мнению авторов, явилось результатом нарушения бродильных процессов в рубце. Для доказательства своего положения авторы ввели коровам соли органических кислот, обычно образующихся при нормальном брожении в рубце. После этого содержание жира в молоке повысилось на 1,6%.

Общее заключение, к которому можно прийти на основании обзора цитированных работ, таково, что обильное полноценное кормление приводит к получению высококачественного молока и молочных продуктов, и в то же

---

[1] С. Е. Боржковский и Г. Д. Боржковская. Изменение состава молока под влиянием условий содержания. «Советская зоотехния», 1952, № 1.

[2] Р. Б. Давидов и др. «Советская зоотехния», 1952, № 3 и 4.

[3] Т. П. Аболь и П. А. Шутова. «Советская зоотехния», 1952, № 5.

[4] М. И. Книга. «Советская зоотехния», 1952, № 9.

[5] P. I. Van Soest и др. См. сноску на стр. 533.

время некоторые стороны качества их могут потребовать дополнительных условий кормления.

О влиянии кормления на качество мяса, сала и шерсти имеется обширная литература. Однако, как это уже указывалось, большинство исследований не сопровождалось одновременным изучением полноценности кормления. Некоторые данные по этому вопросу приведены в следующей части книги при рассмотрении свойств кормов.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОСПРОИЗВОДСТВА ПРИ КОНТРОЛЕ КОРМЛЕНИЯ

Воспроизводство также является одним из видов продуктивности маточной части стада животных. Совершенно неправильно этой стороне продуктивности не уделяется должного внимания. При описаниях стада молочного крупного рогатого скота часто ограничиваются общим указанием числа полученных телят, их веса при рождении, суточного привеса до 6 месяцев или до года. Такие указания недостаточны для суждения о воспроизводстве коров. Бывает, что при среднем благополучии с воспроизводством высокоудойные коровы приносят слабых и плохих телят (табл. 110).

Таблица 110

Показатели воспроизводства подопытной группы коров разной продуктивности в одном из хозяйств Ленинградской области

Годовой удой коров перед очередным отелом (*кг*)	Число родившихся телят	В том числе телят	
		оставлено на выращивание	выбраковано и отошло
2000—3000	12	6	6 (50%)
3000—4000	14	6	8 (57%)
4000—5000	17	5	12 (70%)
5000—6000	6	—	6 (100%)

Приведенный в табл. 110 пример означает, что принятый в хозяйстве тип кормления недостаточен для коров высокопродуктивной группы, но вполне пригоден для коров средней и низкой продуктивности. В учет показателей воспроизводства входят приход коров в охоту, время случек и перекрытий, время оплодотворения и расплодов, послеродовые осложнения и качество потомства по показателям его роста и развития за первые 2—3 месяца жизни.

Таблица 111

Показатели воспроизводства у разовых свиноматок в зависимости от срока смены концентратного кормления на объемистое в супоросный период

(по данным Т. Н. Селезневой)

Перевод свиноматок на объемистое кормление	Плодовитость при опоросе 1 матки	Число подопытных маток	Из родившихся поросят мертворожденных (процент)
Находились все время на концентратах	8,8	36	7,18
Переведены за $^1/_2$—1 месяц до опороса	9,9	31	11,07
$1^1/_2$ месяца » »	10,0	41	7,03
2 » » »	9,4	14	0,0
$2^1/_2$ » » »	10,0	5	0,0

Приход в охоту, покрытия и т. п. обязательно записывают в формы индивидуального учета животных. При неполноценном кормлении в зимний стойловый период у животных бывают слабо выраженные течки, или они вовсе не приходят в охоту, а при покрытиях они иногда не оплодотворяются

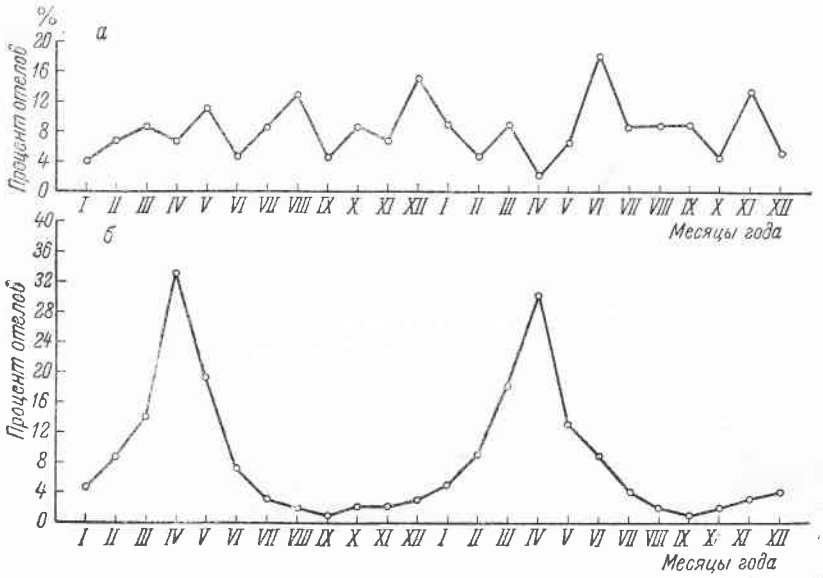


Рис. 36. Распределение отелов коров (в процентах) по месяцам года.

а — в 1949—1950 г. в стаде из 60—65 коров, при полноценном кормлении круглый год; *б* — в 1950—1951 г. в стаде из 280 коров, при неполноценном и недостаточном зимнем кормлении.

до пастбищного сезона. После выпуска на зеленую траву дефекты зимнего кормления устраняются, и после этого происходит оплодотворение. Это приводит к сезонности расплодов. Так, например, при ясно выраженной сезонности отелов коров есть основания думать, что кормление в данном хозяйстве зимой недостаточное и неполноценное, исправляемое только летом. В качестве иллюстрации к сказанному приведена диаграмма отелов в хозяйствах с полноценным и неполноценным кормлением коров (рис. 36).

КОНТРОЛЬ КОРМЛЕНИЯ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ СОСТОЯНИЯ ЖИВОТНЫХ

Во всех стадах хозяйств необходимо ввести за правило ежедневный профилактический осмотр животных и регистрацию результатов такого осмотра. Осмотр должен заключаться не только в выявлении выраженных заболеваний (что, конечно, также отмечается), но и в выявлении случаев расстройств пищеварения, изменений функций сердечно-сосудистой и дыхательной систем, изменений внешнего вида, появлении затруднений при вставаниях и т. п. При обходе стада особое внимание уделяется осмотру тех животных, которые отказывались от корма, и тех животных, на отклонения в поведении которых указывает обслуживающий персонал. В формах индивидуального учета отмечаются сроки начала и окончания линьки, результаты периодических более полных обследований, а также даты и результаты профилактических обработок животных. При подробном объективном изучении состояния иногда представляется возможным проводить биохимические исследования крови, мочи и молока животных.

Одним из важных признаков является состояние белкового обмена. Белковому обмену принадлежит центральное место в обмене веществ в организме. Поэтому при исследованиях его состоянию следует уделять внимание.

Состояние белкового обмена может быть определено: 1) по результатам баланса азота (если определение полноценности кормления сопровождается опытом переваримости и балансов веществ), 2) по биохимическим показателям крови и мочи. Так, например, баланс азота может оказаться отрицательным. Это является либо признаком количественной несбалансированности кормления по азоту, либо последствием качественных недостатков протеина рациона, либо признаком несбалансированности и в других отношениях. Из биохимических показателей крови рекомендуется обращать внимание на изменение содержания белка в сыворотке крови и на изменение содержания гемоглобина. Как тенденция к снижению уровня белка от нормы к гипопротеинемии, так и, наоборот, повышению от нормы к гиперпротеинемии являются признаками отрицательными. Для исследования мочи берутся пробы либо из собираемой при балансовых опытах, либо из специально собираемой мочи за сутки, либо, в крайнем случае, разовые пробы мочи натощак, до утреннего кормления.

Определение общего количества мочи за сутки по данным балансового опыта или по учету «суточной» мочи позволит судить о размере диуреза. По исследованиям К. Л. Минакова (стр. 88), диурез у молочных коров зависит от размера рациона и от его состава. На 1 *кг* переваримого сухого вещества рациона у коров выделялось около 2 *кг* мочи при кормлении клеверотимофеечной травой, около 3 *кг* при кормлении зеленью вики с овсом и около 5 *кг* при кормлении коров кормовой капустой. При избытке в рационах щелочей и при недостатке (у свиней) фосфора количество мочи возрастает.

Для характеристики обмена протеина и для суждения об его изменениях следует брать пробу суточной мочи и в ней определять: 1) общий азот, 2) азот мочевины, 3) азот аммиака, 4) азот аминокислот, 5) ляписную пробу, 6) пробу на белок и 7) реакцию на pH мочи.

При сбалансированном оптимальном кормлении в моче (в процентах азота соединений к общему азоту мочи) содержится мало аммиака и аминокислот, содержание мочевины в норме, ляписная проба отрицательна, белок отсутствует. pH мочи в этих условиях бывает близок к точке нейтральности, а при концентратном и кислом по золе кормлении снижается и, наоборот, при объемистом и щелочном кормлении возрастает.

Увеличение общего азота в суточной моче указывает на ухудшение использования азота корма в связи с качественными недостатками протеина рациона или в связи с другими нарушениями обмена. Избыток протеина в корме животных, еще способных к регуляции обмена, приводит к высокому содержанию в моче мочевины. В случае избытка протеина в корме азот мочевины может подняться до 85% и выше от азота в моче.

Если животному задается избыток протеина в корме и оно не может с этим избытком нормально справиться или при неудовлетворительном качестве протеина возрастает количество аминокислот в моче.

При недостатке протеина в корме снижается процент азота в форме мочевины и возрастает процент азота пуриновых оснований.

При возникновении глубоких нарушений обмена протеина и появлении заметных количеств гистамина в моче ляписная реакция положительна (черный осадок).

О нарушении белкового обмена свидетельствует и наличие в моче белка.

Тенденцию к нарушению обмена минеральных веществ можно подметить по динамике резервной щелочности крови. В случаях развившихся расстройств в направлении ацидоза наблюдается смещение реакции и pH мочи в кислую

сторону. О состоянии минерального обмена судят также по уровню содержания минеральных веществ в крови (рис. 37).

У лактирующих коров следует также наблюдать за появлением кетоновых тел в молоке. У нелактирующих при необходимости нужно определять содержание кетоновых тел в крови или в моче.

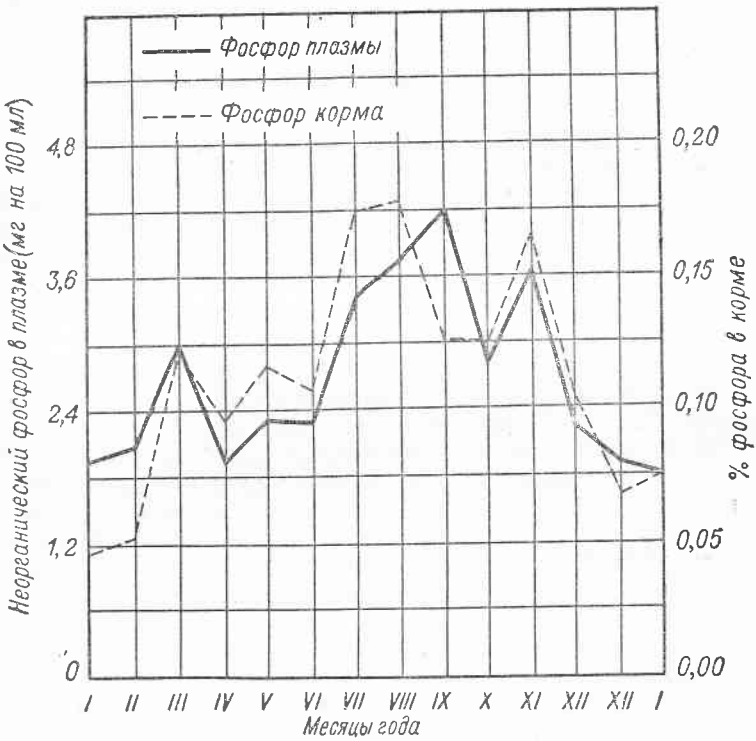


Рис. 37. Соотношение между содержанием фосфора в сухом веществе корма и в плазме крови.

Наконец, для суждения о снабжении коров каротином необходимо следить за динамикой каротина в крови. Каротин крови является хорошим признаком снабжения им животных, накапливающих каротиноиды (стр. 103). Постепенное снижение каротина крови означает его недостаток в корме, в то время как низкий уровень витамина А в крови свидетельствует об его малых запасах в теле.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИЩИ КАК КРИТЕРИЙ СБАЛАНСИРОВАННОСТИ (ПОЛНОЦЕННОСТИ) КОРМЛЕНИЯ

Обобщение опытов кормления сельскохозяйственных и лабораторных животных позволяет заключить, что кормление, хорошо сбалансированное с потребностями животных по форме и по количеству необходимых питательных веществ, сопровождается наименьшей работой организма по освоению такой пищи. Это означает, что такое сбалансированное кормление является минимальным по количеству органического вещества, обеспечивающего течение процессов в организме для данного случая существования животных. В то же время сбалансированное с потребностями кормление называется полноценным кормлением. Таким образом, полноценное кормление можно

определить как кормление с минимальными затратами органического вещества, в то же время вполне достаточное для осуществления жизненных функций животного и для получения соответствующей его продуктивности.

Для определения использования органического вещества нужно вести тщательный учет расхода кормов, учет величины продуктивности и других основных функций в конкретных условиях существования и жизнедеятельности животных.

В хозяйствах с хорошо организованным кормлением корма в стойловый период скармливают животным по весу индивидуально и, более того, ведут учет объедков. В этих хозяйствах в кормовых записях показываются данные о фактически съеденных кормах каждым животным или группой их.

Для производственного учета использования корма достаточно, если за период стойлового кормления будет определено фактическое потребление кормов и сухого вещества в них.

Значительно бо́льшие затруднения встречаются в определении фактического потребления кормов при пастбищном кормлении. Для учета травы, съеденной на пастбище, имеются только косвенные приемы.

Определение количества съеденной на пастбище травы по методу обратного пересчета (по так называемому зоотехническому методу) принципиально не годится для определения использования корма. Более пригоден метод укоса пробных делянок, хотя при этом нельзя учесть индивидуальное потребление травы.

Проф. Х. А. Эрицяном [1] разработана надежная, но громоздкая методика определения съеденной травы, пользуясь которой, можно установить потребление ее каждым отдельным животным. Ввиду сложности методика Эрицяна может найти применение только в исследовательских работах. Проще и достаточно надежно можно определить индивидуальное потребление травы по количеству выделенного пасущимся животным кала, который собирается в подвешенные к животным мешки. По количеству кала и его составу может быть подсчитано общее количество съеденного корма. Из съеденного корма нужно вычесть корма, заданные в подкормках, и остаток отнести к пастбищной траве. Но и последняя методика может быть применена преимущественно в исследовательских работах. В производственных условиях учет съеденной на пастбище травы доступнее всего определять по укосу пробных делянок. Об использовании потребленного корма можно судить по распределению энергии пищи между потерями разных видов и продукцией животного.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА, ЭНЕРГИИ И «ОПЛАТА КОРМА»

Органическое вещество пищи в процессе питания подвергается превращениям, причем, как это было указано на стр. 129, распределение его и соответствующей ему энергии может быть представлено в следующей схеме: корм = неперевареным остаткам + продукты обмена + продукция.

Здесь для всех членов равенства под терминами «корм», «продукт обмена», «продукция» понимаются соответствующее им органическое вещество пищи или эквивалентная ему энергия. Примеры распределения энергии приведены в табл. 112.

Минимум съеденной пищи, обеспечивающей нормальное течение жизненных функций, может быть достигнут при уменьшении величины членов правой половины равенства. Чтобы упростить картину распределения органи-

[1] Х. А. Эрицян. Новые основы нормирования пастбищного кормления сельскохозяйственных животных. Изд. АН Армянской ССР, 1947.

Таблица 112

Распределение энергии пищи

Род вещества или корма	Тепловая ценность 1 г переваримого органического вещества (ккал)	Процент потери энергии			Физиологически полезный эффект 1 г переваримого органического вещества (ккал)	Прочие потери «физиологически полезной» энергии в процентах от энергии переваримых веществ	Перешло энергии в отложения		
		в моче	в метане	всего			в процентах		ккал
							от энергии переваримых веществ	от физиологически полезной	
Полный рацион откармливаемого крупного рогатого скота[1]	4,350	2,4	11,9	14,3	3,728	54,4	31,3	36,6	1,364
Поддерживающий рацион	4,400	3,1	13,8	16,9	3,656	83,1	0,0	0,0	0,0
Рацион дойной коровы[2]	4,690	2,7	7,2	9,9	4,235	52,3	27,8[3]	42,1[3]	1,782

ческого вещества и энергии пищи в питании, валовое количество корма можно заменить его переваримой частью, тем более что в рационах нормальных структуры и состава переваримость органического вещества довольно постоянная (стр. 116).

Тогда равенство примет вид: переваримая часть корма = продуктам обмена + продукция.

Продукты обмена являются результатом процессов восстановления тканей тела животного, разрушающихся в результате жизнедеятельности организма, с одной стороны, и в результате превращения веществ пищи в процессе питания, с другой.

Размер процессов восстановления связан с функциональной деятельностью животного. Функциональная деятельность может изменяться под влиянием «посторонних», не связанных с питанием внешних раздражителей и условий.

При определении общих принципов оценки сбалансированности кормления по использованию корма указывалось, что следует найти минимальное количество корма, достаточное для обеспечения одних и тех же функций животного, поэтому необходимо, чтобы функциональная деятельность, а следовательно, и размер восстановления и количество продуктов обмена, с ним связанные, сохранили свою величину. По условию постоянства функций животного должна также сохраниться и постоянная величина продукции. Таким образом, при достижении минимальной величины расхода корма должна уменьшиться та часть продуктов обмена, которая связана с превращением веществ пищи в процессе питания.

Изменения продуктов обмена — увеличение продукции углекислоты и тепла при несбалансированном кормлении и уменьшение при устранении недостаточности — обычно и наблюдают в опытах, ссылки на часть которых были приведены на стр. 391—405.

[1] Непосредственное определение из опыта на животных Армсби, Форбса и др.
[2] Непосредственное определение по опыту Н. И. Денисова.
[3] Общая продукция коровы в молоке и в отложениях в теле.

Если продукты обмена убывают, а продукция остается неизменной, то соответственно уменьшится и «корм». По условию сбалансированности кормления уменьшение расхода корма на одни и те же функции будет означать улучшение сбалансированности кормления, т. е. повышение его полноценности. Это изменение может быть выражено через отношение энергии, эквивалентной продукции, к энергии, эквивалентной переваримому органическому веществу корма. Допустим, что переваримая часть корма эквивалентна 100 единицам энергии, а продукция эквивалентна 25 единицам энергии. Распределение энергии в этом случае характеризуется величиной 0,25, или 25% — отношение энергии в продукции к энергии переваримой части корма. В схеме это будет выглядеть так: корм (100) = продуктам обмена (75) + продукция (25).

Если в результате лучшей балансировки питания продукты обмена уменьшатся и станут равны 60, то равенство изменится и примет вид: корм (85) = продуктам обмена (60) + продукция (25), а распределение энергии будет характеризоваться уже новым отношением 25 : 85 = 0,30, или 30%. Таким образом, использование энергии переваримых веществ корма, выраженное как отношение энергии в продукции к энергии, эквивалентной переваримому органическому веществу пищи, зависит от полноценности кормления и в тожественных условиях с повышением полноценности кормления возрастает.

Чтобы учесть распределение органического вещества и энергии пищи в питании, нужно тщательно определить все виды продукции животных. Иногда это сделать трудно, особенно если кормление вызывает незначительные материальные изменения в составе тела животного. В этом случае требуется применять сложную балансовую методику (стр. 142). Чтобы распределение энергии использовать для суждения о полноценности кормления, нужно добиться, чтобы сравниваемые животные содержались в соответствующих (оптимальных, или сравнимых) условиях содержания и чтобы их функциональная деятельность была сходной.

Таким образом, нормальное течение обменных процессов в организме животного характеризуется определенным отношением между количеством продукции и затрачиваемой на ее производство пищей. Такое количественное соотношение между продукцией и питанием известно в зоотехнии под названием «оплаты корма». Оплатой корма называют количество продукции определенного рода и качества, получаемой за счет 100 кормовых единиц всего скормленного животному корма. Оплата корма зависит прежде всего от продуктивности животных. С повышением продуктивности она возрастает. Оплата корма зависит также от величины животных. При одинаковой по роду, величине и качеству продуктивности оплата корма будет ниже у более крупных животных.

Доцент И. П. Павлов (Вологодский молочный институт) показал, что у молочных коров разных пород, но одинаковой продуктивности при одинаковом типе кормления оплата корма различна. Наивысшей она была у коров ярославской породы, ниже у холмогорских и на последнем месте — остфризская порода.

Е. Ф. Петров[1] посвятил специальное исследование вопросу об использовании оплаты корма для характеристики породных и индивидуальных качеств животных. Автор обосновал свой интерес к этому вопросу ссылкой на практику некоторых животноводов, которые вели успешный отбор животных по оплате корма. В результате своего исследования Е. Ф. Петров пришел к выводу, что оплата корма является ненадежным критерием при оценке качеств живот-

[1] Е. Ф. Петров. К вопросу об оплате корма молодым скотом. Записки Детскосельской зоотехнической станции, в. 5, 1928, стр. 91—102.

ных. Однако при этом автором сделан ошибочный вывод, что величина оплаты корма «ничего не говорит о степени рациональности практикуемого в данных условиях кормления». Одним из оснований для этих заключений явился неожиданный для автора факт, что коровы фионской породы стада Детскосельской зоотехнической опытной станции при удое около 4000 *кг* имели такую же оплату корма, как и коровы разных пород стада учхоза Вологодского молочного института при удое 1736 *кг*. Этот факт нельзя было объяснить породной разницей. Е. Ф. Петров в то время не подозревал, что оплата корма тесно связана с полноценностью кормления. Совпадение оплаты корма в случаях, разобранных автором, объясняется тем, что кормление коров на Детскосельской ферме было хотя и более обильным, но менее полноценным, чем в стаде учхоза Вологодского института.

Что в описываемый период времени кормление коров на Детскосельской станции было неполноценным, можно убедиться на основании данных проф. А. В. Синева, ветврачей Воскресенского, С. И. Воробьева и других, напечатанных в Записках станции.

Оплата корма зависит в сильной степени от полноценности кормления. Это положение было сформулировано нами на основании ряда фактов в 1946 г. и позднее подтверждено В. Н. Ковюховым (сноска на стр. 396).

Если пища в каком-либо отношении не совпадает с потребностями животных, то ее использование снижается. При этом непосредственные причины снижения использования могут быть различными. На почве недостатка отдельных питательных веществ может понижаться аппетит к поеданию кормов. Снижение аппетита влечет за собой понижение уровня питания и на этой почве понижается продуктивность и использование питательных веществ.

На почве избытка или недостатка отдельных питательных веществ возможно снижение переваримости кормов. Это также ведет к понижению уровня питания, к снижению продуктивности и использования кормов. Однако оба эти случая, отражаясь на хозяйственной эффективности кормления животных, могут не выйти за границы нормальных физиологических отношений.

Неполноценность состава кормового рациона, как правило, приводит и к нарушению указанных нормальных физиологических отношений за счет повышенного выделения недоокисленных продуктов в моче или за счет увеличения окислительных процессов в организме, сопровождающихся повышенными потерями в газообразной и тепловой форме.

Повышение потерь в моче и в газах объясняется несовпадением поступающих в организм веществ с возможностями регуляции обмена. Это приводит либо к появлению побочных реакций, либо к усилению некоторых обычных реакций, направленных на освобождение организма от поступающих с пищей веществ, не требующихся в данный момент. Такое освобождение организма от некомплектных веществ хорошо известно в отношении избыточно поступающего протеина. Его избыток обычно дезаминируется, и продукты обмена частично выводятся с мочой, увеличивая количество ее азотсодержащих веществ. Наоборот, при недостатке протеина наблюдается относительное увеличение газообразных и тепловых потерь. Недостаток ряда минеральных веществ также приводит к снижению эффективности использования пищи. Так, например, недостаточное содержание магния в крови на почве недостатка его в корме устраняется мобилизацией магния из тканей за счет разрушения последних. Разрушение же тканей приводит к снижению эффективности кормления.

Можно наблюдать и обратное явление, а именно, что поступление недоставававших в рационе веществ (например, белка, клетчатки, солей, витаминов) ведет к увеличению использования пищи, выражающемуся в повышении

продуктивности без дополнительного расхода кормов. Все это дает основание признать использование корма за критерий полноценности кормления, тем более что по мере снижения полноценности кормления снижается и использование корма для образования продукции, т. е. последнее становится количественным показателем полноценности. В то же время использование корма является неспецифичным выражением полноценности. Использование корма изменяется по самым разнообразным кормовым причинам. Выяснить причину неполноценности можно либо на основании углубленного анализа характера изменений обмена, либо на основании сопоставления состава кормового рациона с потребностями животных. Поэтому использование корма можно принять только как один из показателей полноценности кормления животных. Использование корма для образования продукции можно определить по данным зоотехнического учета в хозяйстве. Тем самым представляется возможным непосредственно на производстве контролировать полноценность кормления, что имеет решающее значение для его правильной организации.

Для определения использования корма как критерия полноценности кормления должны быть правильно учтены исходные показатели, а именно: основная продуктивность животных (например, удой, настриг шерсти и т. д.), также побочная (например, изменения в теле, выражающиеся через изменения веса и упитанности), а также качество продукции (например, содержание жира в удое или калорийность удоя, калорийный эквивалент изменений, происшедших в теле).

Если определяется использование корма взрослыми коровами, у которых не было разницы в упитанности и живом весе на начало и конец сроков учета, то достаточно ограничиться учетом удоя и содержанием жира в нем. Не менее точно должно быть учтено и кормление животных за тот же срок (стр. 410).

КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛНОЦЕННОСТИ КОРМЛЕНИЯ

В предыдущих разделах главы было показано, что два рациона, если на них получена одинаковая продукция от одинаковых животных, содержавшихся в сходных условиях, не будут тожественными по обеспечению полноценности кормления, если один из рационов по содержанию переваримого органического вещества и энергии будет больше другого. Лучше обеспечивать полноценность кормления будет тот из рационов, в котором доставляется меньше переваримых органических веществ и эквивалентной им энергии. Возникает необходимость сравнительной характеристики полноценности кормления такими неодинаковыми рационами. В качестве показателя полноценности кормления А. П. Дмитроченко предложил определять коэффициент полноценности кормления. Коэффициент полноценности кормления представляет собой отношение энергии переваримого органического вещества (или единиц органического вещества, стр. 311) рациона, обеспечивающего полноценное кормление, к таковой же энергии характеризуемого рациона при условии, что эти рационы скармливаются одинаковым животным одного и того же живого веса в одинаковых условиях и от них получается одинаковая продуктивность. Это отношение (или коэффициент полноценности) выражается в процентах. Так, например, при полноценном кормлении для получения от коровы определенной продуктивности ей надо было бы скормить переваримого органического вещества в количестве, эквивалентном 36 000 *ккал* энергии (или 12 ЕОВ). Фактически в тех же условиях и при той же продуктивности скармливается органическое вещество, эквивалентное 42 000 *ккал* (или 14 ЕОВ). Отсюда коэффициент полноценности кормления будет равен:

$$КП = \frac{36\,000 \times 100}{42\,000}, \text{ или } \frac{12 \times 100}{14} = 85{,}7 \approx 86\%.$$

Таким образом, коэффициент полноценности равен проценту питательности органического вещества при полноценном кормлении от питательности органического вещества при испытуемом кормлении. Как то, так и другое кормление необходимо для получения от тожественных животных одинаковой продуктивности. Коэффициент полноценности кормления является обобщенным показателем укомплектованности рациона необходимыми питательными веществами.

Коэффициент полноценности не заменяет характеристики физиологического состояния животных и не может быть использован для выяснения причин неполноценности кормления. Для этого следует подробно и глубоко исследовать изменения обмена, состав и свойства кормов и их отношение к потребностям животных.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПОЛНОЦЕННОСТИ КОРМЛЕНИЯ

Для определения коэффициентов полноценности испытуемого кормления должно быть известно использование энергии переваримого органического

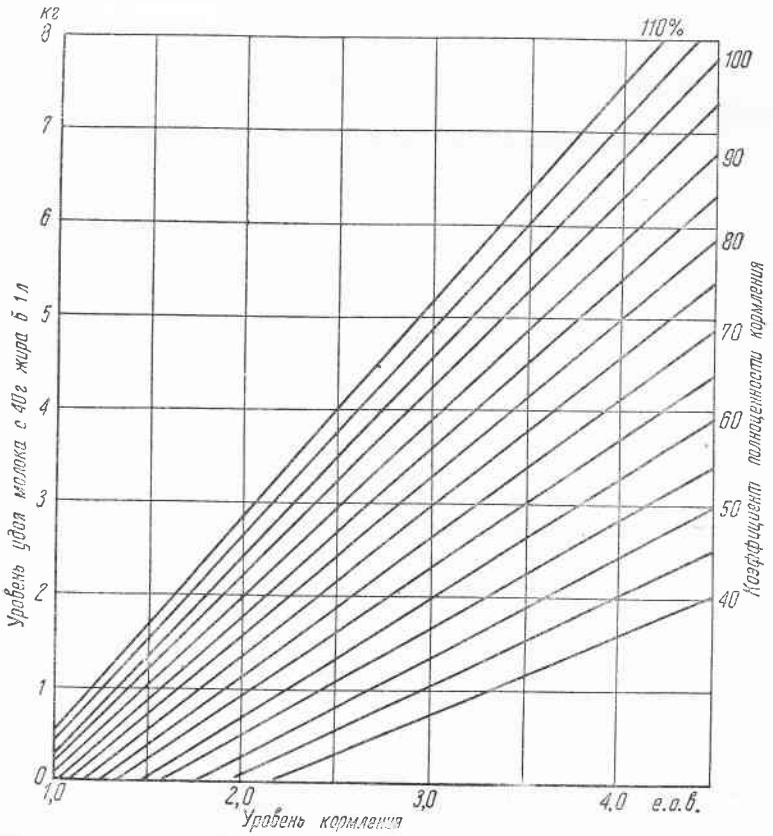


Рис. 38. График для определения коэффициента полноценности кормления на основании уровней кормления и продуктивности, полученных в кратковременных опытах.

вещества при полноценном кормлении. Использование энергии определяется в опытах кормления, в которых одновременно ведется подробный учет полноценности по всем признакам, описанным выше. Результаты имеющихся

опытов приведены на рис. 13. Для построения кривых использованы данные опытов нашей кафедры, данные опытов М. И. Володиной [1] и ряда других отечественных и зарубежных исследователей. Чтобы исключить влияние веса животных, все результаты отнесены к 1 *ц* живого веса, причем питательность всего рациона, отнесенная к 1 *ц* живого веса, названа «уровнем кормления». Продуктивность молочных коров, выраженная в килограммах молока с содержанием жира 40 *г/л* и соответствующая 1 ЕОВ при полноценном кормлении и нормальных условиях содержания, ориентировочно составляет:

Уровень кормления (ЕОВ)	1,5	2,0	2,5	2,8	3,5	4,0	4,5
Продуктивность в килограммах молока с 40 *г/л* жира на 1 ЕОВ во всем корме (продуктивный эквивалент ЕОВ)...	0,87	1,14	1,34	1,50	1,63	1,74	1,81

Если использование корма при полноценном кормлении специально в опыте не определяется, можно воспользоваться данными табл. 113 и графиком (рис. 38). Таблица составлена на основании данных опытов и примеров полноценного кормления молочных коров разных пород. Полноценность

Таблица 113

Средняя оплата корма взрослыми коровами молоком с содержанием 40 *г/л* жира при полноценном кормлении

Уровень продуктивности (*л* за год)	Оплата корма со 100 ЕОВ	Уровень продуктивности (*л* за год)	Оплата корма со 100 ЕОВ	Уровень продуктивности (*л* за год)	Оплата корма со 100 ЕОВ
300	58	900	108	1400	134
400	68	1000	114	1500	138
500	77	1100	120	1600	142
600	86	1200	125	1700	146
700	94	1300	130	1800	149
800	102				

кормления во всех использованных случаях была подтверждена нормальным физиологическим состоянием животных и удовлетворительным воспроизводством за срок около года. По таблице может быть определено использование корма по результатам учета кормления и продуктивности за год, включая нормальную лактацию и сухостой. При этом принято, что на пастьбу уходит 160 дней, учтены прибавка на раздой и расход на утробный рост теленка. Продолжительность периода лактации принята в 300 дней, а сухостоя в 65 дней. Единицы органического вещества приняты равными 3000 *ккал* энергии переваримых веществ. Уровень продуктивности дан в килограммах годового удоя молока с 40 *г/л* жира на 1 *ц* среднего живого веса коровы.

Кроме таблицы, приведен график для определения полноценности кормления по результатам кратковременных опытов или учетов в середине лактационного периода при условии, что коровы не сдаиваются с тела, не откладывают в теле запасов и не восстанавливают тела после истощения. Баланс энергии принят нулевым. Если же условие нулевого баланса не соблюдено, то на результат баланса должна быть внесена поправка путем перевода баланса в условное молоко с содержанием 40 *г/л* жира, т. е. делением килокалорий баланса на 760.

[1] М. И. Володина. Оценка системы кормовых рационов высокомолочных коров. Тр. Вологодского молочного института, 1954.

Вместо графика (рис. 38) в кратковременных опытах полноценность кормления можно определить и по табл. 114.

Таблица 114

Суточные удои (*кг*) молока с 40 *г/л* жира коровы 400 *кг* живого веса в зависимости от питательности рационов и полноценности кормления

(принято, что корова сохраняет свою упитанность и вес без изменений)

Суточный расход ЕОВ во всем рационе	Полноценность кормления (в процентах)					
	100	90	80	70	60	50
4,0	1,0	—	—	—	—	—
6,0	5,2	3,9	2,7	1,5	—	—
8,0	9,0	7,6	6,0	4,4	2,7	1,0
10,0	13,4	11,2	9,2	7,1	5,3	3,2
12,0	18,0	15,4	12,5	10,0	7,6	5,3
14,0	22,6	19,4	16,1	13,0	10,1	—
16,0	27,5	23,7	19,8	16,0.	12,4	—
18,0	32,4	28,1	23,6	19,3	15,1	—

В этой таблице показано, какова продуктивность молочной коровы 400 *кг* живого веса в зависимости от питательности рациона и полноценности кормления.

Если корова получает рационы, обеспечивающие одинаковую, например 100-процентную, полноценность кормления, то у нее удои повышаются пропорционально питательности рациона, выраженной в ЕОВ, т. е. пропорционально доставке энергии переваримых веществ. В этом случае корова, получившая 6 ЕОВ, даст 5,2 *кг* молока, а получившая 16 ЕОВ даст 27,5 *кг* молока. В то же время коровы, получающие одинаковое количество ЕОВ, например 12, будут давать разную продуктивность, если у них будет кормление неодинаковой полноценности. При получении 12 ЕОВ и 100-процентной полноценности кормления удой должен быть равен 18 *кг* молока, а при получении тех же 12 ЕОВ и при 70-процентной полноценности кормления удой будет составлять 10 *кг* молока.

Оценку питательности рационов в энергии переваримых веществ, т. е. в ЕОВ, иногда при критике отожествляют с оценкой по Вольфу, игнорируя фактор полноценности кормления, учет которого необходим при оценке в ЕОВ и, наоборот, не имеет отношения к оценке по Вольфу. Этим и объясняется полная необоснованность такой критики.

Дополнительно к табл. 114 приводим график (рис. 39), на котором нанесены кривые равного использования энергии переваримых веществ для коровы 400 *кг* живого веса.

На этом графике показано, что, например, 1 *кг* молока с 1 ЕОВ во всем корме получается при 100-процентной полноценности кормления и расходе 7,5 ЕОВ в сутки, при 80-процентной полноценности и расходе 10,6 ЕОВ в сутки или при 70-процентной полноценности и расходе 14,4 ЕОВ в сутки на корову.

Из этого графика следует также, что использование органического вещества (и оплата корма) без учета уровня и полноценности кормления сами по себе ничего не показывают.

При оценке данных об использовании органического вещества нужно учитывать, какова была доставка пищи животному, каков был уровень кормления. Зная уровень кормления и использование переваримого органического

вещества (энергии) для образования молока, можно получить представление и о полноценности кормления.

Для определения коэффициента полноценности могут быть использованы и нормы кормления, если условия, на которые рассчитаны нормы, совпадают с условиями, в которых эксплуатируются животные.

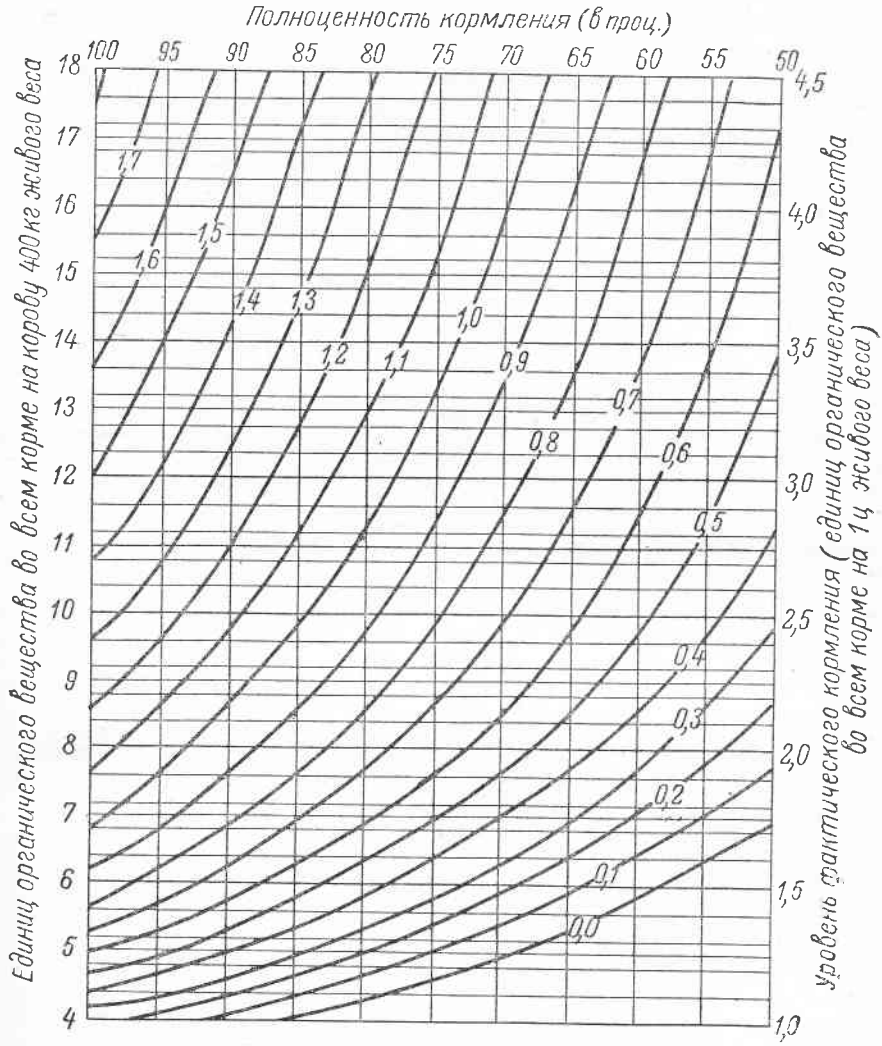


Рис. 39. Кривые одинакового использования ЕОВ (энергии переваримых веществ) на производство молока коровами 400 *кг* живого веса при разной питательности рационов и разной полноценности кормления при условии, что в теле коров не откладываются и не разрушаются запасы.

Цифры у кривых показывают, сколько килограммов молока с содержанием 40 *г* жира в 1 *л* будет получено на каждую ЕОВ всего рациона.

На рис. 30 и 55 приведены результаты обработки балансовых опытов со свиньями (Г. Фингерлинга, В. М. Попова и др.).

Пользуясь этими графиками, можно найти использование энергии переваримых веществ откармливаемыми подсвинками при различном кормлении.

ПРИМЕРЫ КОРМЛЕНИЯ КОРОВ ПРИ РАЗНОЙ ПОЛНОЦЕННОСТИ

Описанная методика определения полноценности кормления по использованию корма проверялась в опытах и по данным производственных записей, главным образом для молочных коров. Во всех этих случаях, кроме учета продуктивности, живого веса и кормления животных, учитывалось физиологическое состояние животных и в соответствующих случаях показатели воспроизводства. О физиологическом состоянии животных судили по морфологическим и биохимическим показателям крови, биохимическим показателям мочи, клиническому состоянию животных, по аппетиту, состоянию пищеварения. Контролировались полноценность кормления и по составу питательных веществ рациона, сопоставляемому с нормами кормления. Некоторые примеры таких исследований для молочных коров приведены в табл. 115.

Таблица 115

Результаты определения полноценности кормления коров

Характеристика кормления, продолжительность и методика учета	Характеристика состояния животных	Уровень продуктивности (*кг* молока за год)	Использование корма (*кг* молока на 100 ЕОВ)		Полноценность кормления (коэффициент)
			при полноценном кормлении	при фактическом кормлении	
Стойловое кормление соломой с небольшим количеством сена и сочных кормов, концентраты. Учет годовой по производственным записям и контрольным дням	К концу стойлового периода заметное ухудшение состояния коров и воспроизводства. За пастбищный период состояние восстанавливается	350	63	36	73
		450	73	46	
		550	32	54	
		650	90	58	
Рационы зимнего и летнего периода содержат много концентратов, мало травы и сена. Зимой даются силос и корнеплоды. Учет годовой по производственным записям и контрольным дням	Плохое воспроизводство, обычные заболевания на почве нарушения пищеварения и расстройства обмена. Показатели крови неудовлетворительные.	550	82	55	70
		850	105	76	
		1050	117	81	
Обильное кормление летом травой, а зимой сочными кормами. Умеренные дачи концентратов и сена. Учет годовой, частью по записям, частью по опытам кормления	Удовлетворительное воспроизводство и хорошее состояние по основным показателям	850	105	103	100
		1150	123	124	

Интересно отметить, что полноценность кормления, определенная нами по использованию корма подопытными коровами из опытов Н. И. Захарьева[1], оказалась для коров с удоями до 6000 *кг* совпадающей со шкалой таблицы оплаты корма. Для коров же с более высокими удоями полноценность кормления по мере повышения удоя снижалась. Можно думать, что для более высоко-

[1] Н. И. Захарьев. Малоконцентратное кормление молочного скота. Фрунзе, 1950.

удойных коров в опытах Н. И. Захарьева разработанная автором система кормления не обеспечивает полноценного кормления.

Выполнение контроля полноценности кормления молочных коров по использованию корма поясним на примерах.

Пример I. Подопытная корова со средним весом за опыт 515 *кг* на 3-м месяце лактации за главный период опыта имела среднесуточные показатели, приведенные в табл. 116.

На основании данных таблицы, питательность органического вещества рациона составляет 35 862 : 3000 = 11,95 единицы. В рационе содержится 192,5 × 6,25 = 1203 *г* переваримого протеина, 157,2 × 6,25 = 982,5 *г* переваримого белка, 2319 *г* сырой клетчатки, 79,2 *г* кальция, 37,9 *г* фосфора и 265 *мг* каротина. По расчету на 1 *кг* сухого вещества рациона питательность составляет округленно: 0,96 ЕОВ, 96 *г* переваримого протеина, 79 *г* переваримого белка, 186 *г* сырой клетчатки, 6,3 *г* кальция, 2,9 *г* фосфора и 21 *мг* каротина. В молоке и отложениях в теле содержится 12 712 *кал* энергии, эквивалентных 16,7 *кг* молока с 4% жира.

Уровень кормления для данного случая будет равен 11,95 ЕОВ, деленным на 5,5 *ц* живого веса, что дает 2,32 ЕОВ на 1 *ц* живого веса.

Уровень продуктивности, приведенный к удою, будет равен 16,7 *кг* молока, деленным на 5,5 *ц* живого веса, что дает 3,25 *кг* на 1 *ц* живого веса.

Пользуясь графиком рис. 38, находим, что рассматриваемый рацион в период опыта обеспечил полноценность кормления. Коэффициент полноценности равен кругло 100% [1].

Таблица 116

Данные к расчету питательности рациона

Наименование	Вес (*кг*)	Сухого вещества (*г*)	Энергии (*ккал*)	Азота протеина (*г*)	Азота белка (*г*)	Клетчатки (*г*)	Кальция (*г*)	Фосфора (*г*)	Каротина [2] (*мг*)
Съедено за сутки [3]:									
сена клеверо-тимофеечного хорошего	7,1	5804	25519	121,1	96,1	1899,2	62,11	12,36	265
ячменя дробленого	0,7	597	2632	11,2	10,4	23,7	0,71	1,84	—
овсянки	1,3	1104	4839	20,4	18,9	110,0	1,42	4,48	—
жмыха арахисового	0,5	448	2060	34,5	32,7	17,0	0,51	2,65	—
шрота соевого	1,0	886	3995	74,1	73,0	62,0	4,25	7,21	—
свеклы кормовой	33,5	3640	13810	36,9	20,3	206,8	10,16	9,35	—
Итого в корме	44,1	12479	52855	298,2	251,4	2318,8	79,16	37,89	265
Выделено кала	22,8	3894	16993	105,7	94,2	—	—	—	—
Переварено	—	—	35862	192,5	157,2	—	—	—	—
Выделено молока в сутки	16,2	—	11512	—	—	—	—	—	—
Отложено в теле	—	—	+ 1200	—	—	—	—	—	—
Итого в удое и балансе	—	—	12712	—	—	—	—	—	—

Структура рациона, выраженная в процентах сухого вещества, будет следующая: сена хорошего 46,4%, концентратов 24,5%, корнеплодов 29,1%, концентратов на 1 *кг* молока 215 *г*.

Пример II. В стаде молочных коров Вяндрасской опытной станции ЭССР в 1950 *г.* числилась 51 списочная корова (42,6 среднегодовой фуражной коровы). Средний возраст коров был 6,1 года с колебаниями от 2,5 до 12 лет. Средний живой вес коровы за год по всему стаду 614 *кг*, по коровам старше 3 отелов — 641 *кг*.

Средний удой был получен 5667 *кг*. Надоено в молоке 217,7 *кг* молочного жира, т. е. содержание жира составляло 38,4 *г* в литре молока.

[1] Даже несколько выше 100%, что для отдельных животных возможно, так как график построен по средним данным.

[2] Каротина дано минимальное количество, достаточное при наличии запасов в теле коровы.

[3] Минеральная подкормка 80 *г* (поваренной соли).

За год скормлено на фуражную корову 990 *кг* хлопчатникового жмыха, 505 *кг* зерновых концентрированных кормов, 2100 *кг* высококачественного сеяного сена, 840 *кг* ботвы корнеплодов, 120 *кг* картофеля, 1528 *кг* силоса, 430 *кг* снятого молока, 670 *кг* капустного листа и капусты и 5700 *кг* травы пастбища и подкормки. Все данные по съеденным кормам получены на основании тщательного учета съеденного за вычетом объедков.

Учитывая качество съеденных кормов, их питательность за год, можно определить (из расчета 3000 *ккал* на единицу) в 5041 ЕОВ.

В составе стада было 13 коров первого и второго отелов, которые за год в среднем увеличились в весе по 70 *кг* на корову. Принимая 1 *кг* привеса эквивалентным 7000 *ккал* и относя калорийность привеса на среднюю фуражную корову, имеем калорийность привеса, равную 15 000 *ккал*.

Это может быть с округлением приравнено к 20 *кг* удоя с содержанием жира 40 *г/л*. При переводе фактического удоя к содержанию 40 *г* жира имеем годовой удой 5525 + 20 *кг*, эквивалентных приросту живого веса, отнесенному на фуражную корову, что дает в сумме 5545 *кг*. Годовой уровень продуктивности составит 5545 *кг*, деленных на средний живой вес в центнерах (6,14), что равно 903 *кг*.

Оплата корма будет равна 5545 *кг* удоя, деленным на 5041 ЕОВ и умноженным на 100, что составит 109,9 *кг* молока с 40 *г/л* жира на 100 ЕОВ. По табл. 113 при уровне продуктивности в 900 *кг* и полноценном кормлении оплата корма составляет 108 *кг* молока на 100 ЕОВ. Из этого можно заключить, что кормление на опытной станции полноценное. Стадо на станции в учитываемый период было здоровым, состояние животных хорошее, воспроизводство безукоризненное. По объективным данным, заключение о полноценности кормления оправдывается.

В одном из опытов, проведенных в 1951 г. на 4 коровах, при кормлении большими дозами концентратов (500 *г* на 1 *кг* молока), турнепсом и сеном невысокого качества за 20 дней главного периода обменного опыта были получены результаты, приводимые в табл. 117.

Испытанный рацион был более полноценным для коровы Цветок шести отелов, но и в этом случае полноценность была ниже 100%.

Неполноценность кормления в данном опыте и прежде всего для молодых коров была связана с недостатками минерального состава и неудовлетворительным качеством протеина рационов.

Таблица 117

Расчет оплаты корма по данным обменного опыта

Показатели	Величина показателей у отдельных коров			
	Фиалка	Цветок	Марта	Субботка
Месяц лактации	3,5	2,5	2	2
Живой вес в опыте (*кг*)	390	450	433	420
В кормовых рационах содержалось энергии переваримых веществ, по данным опыта (*ккал*)	46 692	35 669	48 762	45 554
Эквивалентное количество ЕОВ (3000 *ккал*)	15,6	11,9	16,3	15,2
Среднесуточные удои молока за опыт (*кг*)	19,7	14,6	19,4	15,0
Содержание в молоке жира (*г/л*)	31	41	37	39
Прирост тела в калориях за сутки по расчету	2200	—	2200	2200
Молоко в удое с содержанием 40 *г/л* жира и прирост в весе, перечисленный на молоко (*кг*)	19,03	14,82	21,53	17,78
Оплата корма	122	124	132	117
Уровень кормления (ЕОВ на 1 *ц* живого веса)	4,0	2,6	3,8	3,6
Полноценность кормления по графику (рис. 38)	78	92	85	60

В наших исследованиях выяснено, что кормление только злаковым сеном среднего качества не обеспечивает высокой полноценности кормления коров среднего уровня продуктивности. Коэффициент полноценности в этом случае был около 75%.

Рационы концентратного типа также не обеспечивают высокой полноценности кормления.

Зато рационы, содержащие достаточное количество высококачественного сена и сочных кормов (силоса и корнеплодов) и умеренное количество высококачественных концентратов, как правило, обеспечивают стопроцентную полноценность кормления молочных коров.

При кормлении животных одним и тем же рационом продолжительное время коэффициент полноценности может измениться, во-первых, в связи с уменьшением запасов из тела (если рацион недостаточен) и, во-вторых, в связи с изменением потребностей животного. Так, в опыте Фриса с сотрудниками [1] у коровы, получавшей один и тот же рацион с 8 декабря до середины мая, использование энергии переваримых веществ (и полноценность кормления, рассчитанная нами) систематически уменьшалось (стр. 404).

Коэффициенты полноценности кормления зависят от несбалансированности доставки многих питательных веществ. Выше указывалось, как влияет на использование энергии переваримых веществ несбалансированность рационов — по протеину (стр. 394), по клетчатке (стр. 398), по кальцию и фосфору (стр. 400) и по витаминам (стр. 403). На стр. 324 приведена сводная таблица коэффициентов полноценности кормления в зависимости от отклонения состава рационов от оптимума или от средних норм.

Рассмотренные примеры различной полноценности кормления молочных коров служат для общей ориентировки в этом вопросе. Нельзя забывать, что с изменением потребностей коров на протяжении лактации будет изменяться и полноценность кормления, хотя рацион останется тот же самый. Поэтому кормление должно изменяться в соответствии с потребностями коров и должны максимально использоваться условия сезона для обеспечения высокой полноценности кормления и создания в теле запасов веществ.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛНОЦЕННОСТИ КОРМЛЕНИЯ

Коэффициент полноценности кормления показывает степень соответствия пищевых свойств рациона потребностям животных или соответствия рационам, хорошо сбалансированным с потребностями. Чем ниже коэффициент полноценности кормления, тем большую «холостую» работу нужно делать организму животного для регулирования условий питания. Чем больше такая работа, тем скорее будут истощены запасы, расходы которых при неполноценном кормлении безусловно имеют место. Кроме значения «показателей» условий питания, коэффициенты полноценности могут быть применены для предварительного расчета продуктивности животных. В частности, для молочных коров такой расчет выполняется на основании следующих соотношений: $ФП = ФК \times КУС \times КП$.

Здесь: $ФП$ — фактическая продуктивность, которую есть основания ожидать от коровы (выражается в *ккал*) как в форме основной (молока), так и побочной (результаты баланса энергии) продуктивности;

$ФК$ — фактическое кормление, т. е. количество энергии, эквивалентное переваримому органическому веществу во всем рационе;

[1] J. A. Fries & oth. Relative utilization of energy in milk production and body increase of dairy cows. Bull Dep. of Agric. № 1281, 1924.

КУС — коэффициент уровня сбалансированного полноценного кормления, на котором можно получить данную фактическую продуктивность (*ФП*); значения *КУС* приведены в табл. 118;

КП — коэффициент полноценности кормления, равный отношению питательности органического вещества (энергии) рациона, обеспечивающего полноценность кормления, к таковой же фактически скормленного рациона для получения одной и той же продуктивности (*ФП*).

Пример I. Определить продуктивность молочной коровы 520 *кг* живого веса, если эквивалент энергии переваримых веществ рациона составляет 52 000 *ккал*, или 17,3 ЕОВ, и коэффициент полноценности равен 78%. Корова стоит в стойле. Питательность органического вещества полноценного рациона будет равна 52 000 × 0,78 = 40 560, или 13,52 ЕОВ. Уровень полноценного кормления будет равен 13,52 : 5,2 *ц* живого веса = 2,6 ЕОВ на центнер живого веса.

По табл. 118 для этого уровня кормления (принимаем по таблице 2,67) продуктивность составит 3,8 *кг* молока, или 2890 *ккал* на 1 *ц* живого веса. Отсюда фактическая продуктивность будет равна 3,8 × 5,2 = 19,8 *кг* молока.

Таблица 118

Коэффициенты уровня кормления для молочных коров

Условия содержания коров	Уровень продуктивности на 1 *ц* живого веса за сутки		Уровень кормления в единицах ЕОВ на 1 *ц* живого веса	Коэффициент уровня кормления (использование энергии переваримых веществ при полноценном кормлении)
	молока с 40 *г/л* жира	*ккал*		
Животные стоят в стойле, без прогулок	0,0	0,0	0,87	0,0
	0,67	504	1,20	0,14
	1,30	990	1,50	0,22
	2,30	1740	2,00	0 29
	3,80	2890	2,67	0,36
	5,25	4000	3 33	0,40
	6,50	4940	3,83	0,43
	7,70	5850	4,33	0,45
Животные проводят $^1/_2$ суток в движении на пастбище	0,0	0,0	1,20	0,0
	0,83	630	1,50	0,14
	1,80	1380	2,00	0,23
	3,45	2620	2,67	0,32
	5,00	3800	3,33	0,38
	6,20	4710	3,83	0,41
	7,50	5720	4,33	0,44

Пример II. Корова получает в день 42 300 *ккал* в переваримом органическом веществе рациона. Ее живой вес 540 *кг*, продуктивность 11,6 *кг* молока с 40 *г/л* жира. Содержится в стойле. Подсчитать полноценность кормления по формуле (стр. 435).

Уровень фактической продуктивности равен 11,6 : 5,4 *ц* живого веса = 2,15. Коэффициент уровня полноценного кормления по табл. 118 для такого уровня продуктивности может быть принят 0,28.

Фактическая продуктивность будет равна 760 × 11,6 = 8816 *ккал* Подставляя известные величины в формулу стр. 435, будем иметь: 8816 = 42 300 × 0,28 *КП*. Отсюда

$$КП = \frac{8816}{11\,844} = 0{,}73, \text{ или } 73\%.$$

ЧАСТЬ ШЕСТАЯ

КОРМОВЫЕ СРЕДСТВА

ГЛАВА XXV

ХАРАКТЕРИСТИКА КОРМОВ, ИХ СОСТАВА И СВОЙСТВ

ПОНЯТИЯ О КОРМАХ И ИХ ОБЩИХ СВОЙСТВАХ

Кормами называют продукты, характеризующиеся съедобностью, переваримостью, физиологическим действием на животных, а иногда и специфическим действием как на животных, так и на их продукцию.

Все эти характерные для кормов свойства зависят от рода и взаимных сочетаний питательных веществ, входящих в состав кормов, а также и от физико-химического состояния этих веществ. Но ни одно из таких питательных веществ, взятых в отдельности, не характеризует свойства корма в целом. Только определенные сочетания веществ, выражающиеся их количествами, формой и состоянием, обусловливают специфические особенности каждого корма.

Проф. Е. А. Богданов[1] признавал за кормами специфическое значение, которое не может быть определено ни кормовыми единицами, ни указанием вообще каких-нибудь отдельных питательных веществ.

Многие известные факты заставляют присоединиться к точке зрения Е. А. Богданова и считать питательные вещества, содержащиеся в корме, только частными показателями, отнюдь не достаточными для характеристики корма как целого.

В подавляющей части кормовые средства представляют собою продукты естественного происхождения, но возможно и их искусственное приготовление из химически чистых веществ путем обработки, а иногда и синтеза.

Корма характеризуются пригодностью к употреблению отдельными видами животных.

По преобладающему роду пищи, к употреблению которой организм наиболее приспособлен, сельскохозяйственных животных разделяют на травоядных (жвачные и лошади), всеядных (свиньи) и зерноядных (птица).

Под поедаемостью следует понимать охоту, с которой корм поедается животными, и количество съедаемой пищи за сутки.

Этот признак очень важен для первой, общей характеристики кормов. Он имеет особенно большое значение для оценки кормовых качеств прежде всего луговой растительности. Животное, содержащееся в природной обстановке (преимущественно на пастбищах степных и полупустынных районов СССР), обычно не поедает вредных или ядовитых растений, кормов с из-

[1] Е. А. Богданов. Обоснование принципов выращивания молодняка крупного рогатого скота. Сельхозгиз, 1947, стр. 184—185.

бытком солей, резкими запахами, сильно огрубевших, раздражающих слизистые оболочки ротовой полости или кормов непривычных. Иногда совершенно съедобный и безвредный корм не поедается животным, встретившимся с ним впервые, и обычно требуются особые побуждения и постепенное приучение к новому корму.

При свободном доступе к кормам, как и при пастьбе, животное выбирает наиболее приятные по вкусу корма, в частности предпочитает молодую, нежную растительность огрубевшим, перестоявшим травам.

Животное, выросшее в определенных условиях, хорошо различает ценные и питательные корма и выбирает их из большого разнообразия видов растений, произрастающих на пастбище. Однако эта привычка теряется, как только животное попадает в новую обстановку. При резкой смене типов пастбищ наблюдаются случаи поедания вредных трав, которых животное до того не встречало.

Поедаемость кормов зависит от многих условий. По имеющимся данным, коровы съедают на пастбище или в кормушках свежескошенную траву в следующих количествах (в *кг*):

молодой травы очень хорошего пастбища	92
луговой травы среднего качества	80
той же травы: незадолго до цветения	55
в цвету	40—45
травы красного клевера: в фазе бутонизации	110
несколько старше	57

Вообще животные охотнее едят молодую растительность, чем старую, и в свежем виде лучше, чем высушенную, за небольшими исключениями. При неограниченном скармливании очень сочной растительности, например кормовой капусты, у животных появляется потребность поедать сухой корм, сено и даже солому. Некоторые растения из семейств лютиковых, сложноцветных, крестоцветных и др., не поедаемые в виде травы, поедаются в виде сена.

Различные виды животных поедают одни и те же растения с различной охотой. Лошади охотнее поедают злаки и бобовые. Крупный рогатый скот поедает эти растения охотно, за исключением злаков степных районов, но в то же время он охотнее других животных поедает осоки влажных мест. Овцы предпочитают ксерофильные злаки, бобовые, некоторые сложноцветные. Свиньи охотно поедают траву, в частности бобовых, но только в более нежном ее состоянии. Молодые животные всех видов охотно едят молодую растительность, отказываются от огрубевшей и, не различая вредных и ядовитых растений, чаще отравляются ими, чем взрослые.

К характеристике кормов относится и их влияние на поддержание аппетита животных через возбуждение или торможение секреторной и моторной функций пищеварительного тракта, а также в связи с некоторыми другими физиологическими механизмами. Повышение аппетита часто представляет собой одну из основных задач кормления высокопродуктивных животных.

Так, например, добавка зерновых концентратов при кормлении коров высококачественным сеном не приводит к уменьшению поедаемости сена. В то же время добавка к сену продуктов, богатых сахаристыми веществами, ведет к снижению количества поедаемого сена. Введение сочных кормов (корнеплодов) в рацион животным, содержащимся на сухом кормлении, повышает их аппетит. Установлено, что снижение поедаемости кормов из привычного, употреблявшегося до того рациона является обычным следствием недостатка какого-либо из важных питательных веществ: протеина, аминокислот, мине-

ральных веществ — или витаминов. Однако снижение аппетита не является первым признаком недостаточности кормления.

Сохранение аппетита к поеданию кормов является одним из косвенных признаков укомплектованности пищи питательными веществами.

Некоторые корма оказывают специфическое влияние на качество получаемой от животных продукции. Их влияние наблюдали на качестве и вкусе молока, физико-химических константах и органолептических признаках запасного жира и на качестве мяса. Это отрицательное влияние влечет за собой ограничение применения некоторых кормов в продуктивном животноводстве или полный отказ от их введения в кормовой рацион. Наконец, скармливание животным некоторых кормов или поедание животными некоторых растений может повлечь за собой кормовые отравления. Источниками кормовых отравлений являются: 1) ядовитые растения, встречающиеся на выпасах или скармливаемые с сеном и соломой; 2) примеси семян ядовитых растений к зерно-мучным кормам; 3) ядовитые вещества, образующиеся в некоторых кормах (в частности, в жмыхе) при неправильной подготовке к скармливанию и при неудовлетворительном хранении, и 4) продукты жизнедеятельности грибов и бактерий, развившихся на кормовых средствах во время неудовлетворительного хранения их или при неправильной заготовке.

КЛАССИФИКАЦИЯ КОРМОВ

В соответствии со сходством химического состава и физиологического действия, а иногда только в соответствии со сходством получения (происхождения) корма разделяют на группы, в основном — на объемистые и концентрированные, особо выделяют еще четыре группы: комбикорма, корма животного происхождения, пищевые отходы, минеральные и витаминные подкормки.

Объемистые корма. Это такие растительные корма, которые содержат обычно не свыше 0,5 *кг* переваримых питательных веществ (0,65 кормовой единицы) в 1 *кг* корма и в то же время в них или много воды, или много клетчатки. Зола у объемистых кормов щелочная.

Объемистые корма делят на грубые и влажные.

Грубые корма содержат свыше 19% клетчатки. К ним относятся сено, гуменные отходы (солома, мякина) и некоторые другие.

Влажные корма содержат свыше 40% воды. Их делят на сочные и водянистые.

Сочные корма — это те, в которых основная масса воды или входит в состав протоплазмы, или представляет основную часть сока растения, причем вода в этом случае иногда бывает химически связанной с растворенными веществами. В эту подгруппу кормов входят трава, корне-клубнеплоды и силосованные корма.

Водянистые корма являются отходами различных технических производств (крахмального, свеклосахарного и бродильного); в них вода находится в виде примеси, появившейся при обработке сырья.

Концентрированные корма. Сюда относятся те из растительных кормов, которые содержат больше 0,5 *кг* переваримых питательных веществ (0,65 кормовой единицы) в 1 *кг* корма или при меньшем содержании питательных веществ — не более 19% клетчатки или не более 40% воды. Зола этих кормов большей частью кислая. В названную группу из растительных кормов входят зерновые корма, отходы мельничного и маслобойного производства, высушенные остатки крахмального, свеклосахарного и бродильного производства.

Концентрированные корма следует разделить на две подгруппы — корма углеводистые и протеиновые. К последним относятся главным образом зернобобовые и отходы маслобойного производства.

К группе кормов животного происхождения относятся отходы от переработки животных и рыбы, молоко и отходы от его переработки и другие продукты, назначаемые в корм животным.

Комбикорма нельзя отнести ни к одной из названных групп. Комбикорм представляет собой специально приготовленную смесь, в состав которой входят разнообразные кормовые продукты, большей частью в сухом состоянии. Если в эту смесь входят все необходимые для животного корма, комбикорм называют полнорационным; если входят концентрированные корма, то он называется концентратным.

Пищевые отходы выделяют в особую группу. Они чрезвычайно меняются по составу в зависимости от состава пищевого пайка и порядка сбора отходов (раздельно по сортам пищи или смешанно).

Минеральные и витаминные подкормки. Минеральными подкормками называют средние или кислые соли минеральных или органических кислот в чистом виде или в виде смесей, иногда с бóльшим или меньшим количеством примесей. Они применяются как добавка к кормовому рациону, недостаточному в отношении зольной части. Витаминными подкормками являются или препараты промышленного изготовления, или некоторые продукты, богатые отдельными витаминами или группой их.

ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТАВА И СВОЙСТВ КОРМОВ

При определении понятия о кормах (стр. 437) были перечислены общие свойства, по которым можно характеризовать корма. Подробное описание отдельных кормовых средств и их роли и места в кормлении разных видов животных приводятся в практических руководствах по животноводству и по кормлению животных. Здесь и в следующих разделах этой части имеется в виду рассмотреть только основные признаки, характеризующие отдельные виды кормов в такой мере, в какой это необходимо для общей ориентировки при проработке общих вопросов кормления.

Пищевые свойства кормов обусловливаются прежде всего химическим составом их. Химический состав кормов до сих пор не изучен в полной мере.

Корма, как это установлено, содержат крайне разнообразные вещества. Бóльшая часть этих веществ входит в группы протеина (белка), жира, безазотистых экстрактивных веществ и клетчатки (стр. 12).

Перечисленные группы питательных веществ весьма разнообразны, и в своем разнообразии корма отдельных групп специфичны. Так, среди относимых к названным группам питательных веществ содержатся дубильные вещества растительных кормов, представляющие реагентноспособные вещества и, вероятно, играющие роль в питании. Многие корма содержат пигменты, о биологической роли которых (например, каротина, хлорофилла) стало известно недавно. Широко распространены в кормах глюкозиды, органические кислоты, минеральные и органо-минеральные соединения, витамины, ферменты и даже гормоноподобные вещества.

Исследования по вопросам перечисленных выше показателей состава кормов, проведенные за последние 30—40 лет, весьма многообразны и велики, но и при этом вряд ли являются исчерпывающими. Вероятно, в кормовых продуктах имеется гораздо больше невыясненных биологически активных веществ, чем это известно до настоящего времени. Значительные изменения состава и свойств кормов происходят в результате переработки растительного сырья в промыш-

Таблица 119

Средние данные о химическом составе кормов СССР

(по данным Всесоюзного института животноводства и другим источникам)

Корм	Вода (процентов корма)	Содержится (в процентах сухого вещества)					
		протеина	белка	жира	клетчатки [1]	безазотист. экстракт. веществ [1]	золы
Трава: естественных лугов . .	70	12	9	3	28	49	8
сеяных бобовых и злако-бобовых лугов . . .	78	18	13	3	26	44	9
Сеяные злаковые травы	68	9	7	3	32	51	5
Сено естественных трав	16	10	8	3	29	50	8
бобовых и злако-бобовых	16	17	13	3	30	41	9
Солома злаковых	15	5	4	2	42	45	6
Мякина злаковых	16	9	7	3	30	46	12
Силос сеяных злаковых	73	9	6	4	30	49	8
сеяных бобовых	70	15	9	5	27	43	10
естественных трав	76	14	9	7	30	35	14
из сорняков	76	12	7	5	33	34	16
из ботвы капусты	80	13	6	3	16	48	20
Картофель	77	9	6	1	3	82	5
Морковь кормовая	88	9	7	2	10	71	8
Свекла кормовая	87	10	5	1	7	75	7
Турнепс	91	11	7	1	10	71	7
Зерна злаковых	14	13	11	3	8	73	3
бобовых	13	26	24	2	6	63	3
Семена масличных	10	27	23	38	5	26	4
Отруби злаковых	14	17	16	4	12	61	6
Жмыхи масличных	10	45	40	8	14	25	8
Шроты масличных	10	47	43	3	15	27	8
Барда хлебная и картофельная	92	30	21	7	15	38	10
Жом свежий	84	10	9	2	29	52	7
Пивная дробина свежая	75	29	26	7	15	45	4
Молоко коровье цельное	88	30	27	31	—	37	5
снятое	91	41	—	2	—	52	6
Кровяная мука	9	90	86	2	—	3	5
Мясная мука	10	60	54	17	—	78	15
Мясо-костная мука	8	48	44	14	9	5	24
Рыбная мука стандартная . . .	9	65	—	2	—	1	32

[1] Расшифровку химического состава протеина и веществ углеводного комплекса некоторых кормов см. в табл. 121 и 122.

ленности, подготовки кормов к скармливанию, заготовки и хранения кормов. Известно также, что на составе и свойствах кормов сказываются условия мест их произрастания — почвы, климата, агротехники и т. д.

Средние данные по содержанию в главнейших кормах питательных веществ приведены в табл. 119.

В дополнение к этим данным ниже приводится описательная характеристика главнейших кормов в табличной форме.

В табл. 127 сведены имеющиеся в литературе материалы о главнейших кормовых средствах, их применимости, действии на продукцию и на состояние животных, способах подготовки и рекомендуемых предельных дачах. Приведенных данных достаточно для краткой характеристики значения кормов в кормлении различных видов животных.

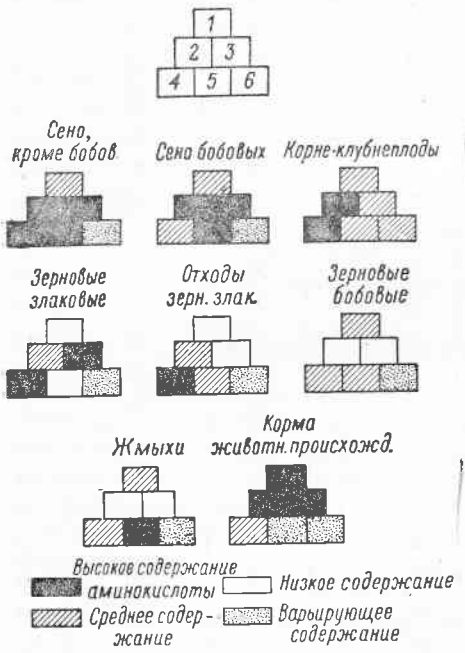


Рис. 40. Содержание важнейших аминокислот в среднем по группам кормов (по данным Н. П. Прянишникова и др.).

Порядок расположения аминокислот: *1* — лизин, *2* — триптофан, *3* — цистин, *4* — тирозин, *5* — аргинин, *6* — гистидин. По содержанию гистидина колебания в группах кормов очень велики.

Факторы, влияющие на качество кормовых средств, указаны в главе XXVII (стр. 484). Материалы для оценки кормовых средств по химическому составу и питательности собраны в табл. 119—126. Некоторые данные отнесены к абсолютно сухому веществу. Это сделано с целью дать сравнительную характеристику кормов вне зависимости от сильно колеблющейся влажности. В таком виде эти таблицы не могут быть использованы в практике кормления. Корма обычно содержат некоторое количество влаги. От ее содержания в большей степени зависит как состав, так и питательная ценность кормов. Чтобы сделать данные применимыми для практики, необходимо табличные значения умножить на относительное содержание сухого вещества. Если располагают данными о содержании воды в кормах, то лучше вычисление произвести на действительное содержание сухого вещества. Если же приходится пользоваться средним содержанием сухого вещества, то оно может быть найдено в тех же таблицах.

Так, например, силосованная кукуруза, содержащая 76 ЕОВ, отнесенных к абсолютно сухому веществу, должна быть пересчитана на натуральный корм. Допустим, что фактически этот силос имеет в среднем 18,5% сухого вещества.

Следовательно, при указанном сухом веществе содержание ЕОВ на 100 *кг* силоса будет равно $76 \times 0{,}185 = 14{,}06$.

Подобным образом можно пересчитать любой показатель из этих таблиц на фактическое или среднее содержание сухого вещества.

Данные о содержании в кормах органических веществ, кальция, фосфора и относительной их витаминности заимствованы из различных источников. Там, где указано, данные пересчитаны на абсолютно сухое вещество.

В табл. 119, 121—124 и 128 приведены данные химического состава кормов, включающие как содержание органических и минеральных веществ, так амино-

кислот и необходимых витаминов. Эти таблицы составлены на основании работ И. С. Попова, М. Ф. Томмэ и др. [1], М. И. Дьякова и Ю. В. Голубенцевой [2], Е. А. Нестеровой и П. Х. Попандопуло [3], Д. Д. Позамантир [4] и из других источников. Аминокислотный состав протеинов для групп кормов схематично показан на рис. 40, а соотношение элементов золы на рис. 41.

В табл. 120 содержание переваримых питательных веществ и крахмальные эквиваленты по Кельнеру взяты из таблиц Кельнера. Термы Армсби взяты из его таблиц [5] и пересчитаны на сухое вещество по его же данным о содержании влаги в кормах.

Рис. 41. Процентное соотношение основных и кислотных эквивалентов в золе кормов (из М. И. Дьякова и Ю. В. Голубенцевой).

Кормовые единицы взяты из таблиц И. С. Попова и пересчитаны на сухое вещество по средним данным.

Молочные единицы Мельгора высчитаны по крахмальным эквивалентам Кельнера, исходя из следующих данных: 1 *кг* крахмала содержит 2365 *ккал* чистой энергии при жирообразовании. На 1000 *ккал* в молоке требуется 830 *ккал*; 1000 *ккал* в молоке = 1 МЕ, откуда 1 КЭ = 2365: 830 = 2,85 МЕ.

Единицы органического вещества высчитаны по содержанию в кормах переваримых питательных веществ и их средней калорийности.

---

[1] И. С. Попов и др. Корма СССР. Сельхозгиз, 1944; М. Ф. Томмэ и др., Минеральный состав кормов СССР. Сельхозгиз, 1948.

[2] М. И. Дьяков и Ю. В. Голубенцева. См. сноску на стр. 167.

[3] Временные указания по витаминному питанию сельскохозяйственных животных. Изд. Министерства животноводства, 1947.

[4] Вестник сельскохозяйственной науки. Животноводство, в. 4, 1940.

[5] H. P. Armsby. Питание с.-х. животных. № 4, 1922.

Питательность органического вещества и азотистых веществ

(в 100 *кг* сухого

Корм	ЕОВ (1 ЕОВ = = 3000 *ккал*) энерг. перевар. веществ	Сумма переваримых питательных веществ (*кг*)	Обменная энергия (в тысячах *ккал*) по Аксельсону	Продуктивные овсяные кормовые единицы
Трава: луговая перед цветением	78,0	63,5	226,8	88,0
тимофеевки в цвету	69,0	56,1	198,3	69,5
красного клевера в цвету	75,0	59,0	213,9	81,0
силосованная	71,0	55,6	184,3	67,0
Кукуруза силосованная	76,0	59,9	200,0	75,7
Сено луговое: плохое	57,0	46,0	157,9	36,2
хорошее	70,1	56,4	173,6	60,7
Сено: тимофеевки	67,2	54,7	190,9	56,0
клеверное хорошее	75,3	59,2	213,7	63,5
люцерновое перед цветением	73,1	56,2	205,3	55,1
Солома овсяная	54,0	46,5	155,2	32,7
Мякина	56,4	43,1	147,8	55,7
Кормовая свекла средняя	86,2	78,4	262,1	83,3
Картофель	109,6	82,0	307,2	132,0
Ячмень, зерно	124,5	86,8	326,6	140,0
Овес, зерно (12% клетчатки)	100,5	74,0	279,6	115,3
Кукуруза, зерно	132,9	95,2	358,0	156,3
Пшеничные отруби	91,0	70,8	285,5	92,1
Жмыхи: льняные	119,2	85,3	343,6	134,8
подсолнечниковые	111,1	82,5	338,7	125,5
Молоко коровье	172,0	124,9	510,4	235,8

Таблица 120

кормов для крупного рогатого скота, по средним данным

вещества кормов)

По Кельнеру		Термы чистой энергии по Армсби	Скандинавские кормовые единицы	Молочные единицы по Мельгору	Переваримый протеин (*кг*)	Переваримый белок (*кг*)
полноценность относительно крахмала	крахмальный эквивалент					
87	54,0	—	74,0	153,90	8,0	6,0
79	42,3	129,7	57,7	120,55	4,8	3,0
83	46,2	134,2	67,7	131,67	10,5	8,1
78	40,7	—	52,0	116,00	7,2	4,6
82	46,5	133,3	60,4	132,52	4,3	2,2
49	22,1	—	—	62,99	4,0	2,9
67	36,2	—	51,3	103,17	6,3	4,4
64	34,0	107,3	47,2	96,90	4,7	3,7
70	38,2	97,9	54,1	108,87	10,2	6,6
63	31,7	85,1	55,3	90,35	14,5	9,7
43	19,8	86,7	27,3	56,43	1,5	1,2
79	33,2	—	45,3	94,6	2,2	1,6
72	52,5	123,2	92,0	149,6	6,7	0,8
100	78,8	190	102,4	224,6	6,4	3,6
99	84,0	218,6	117,3	239,4	7,7	7,1
95	68,9	164,0	97,6	196,4	9,2	8,3
100	93,7	210,6	122,6	267,0	8,2	7,6
79	55,4	130,0	92,2	157,9	14,9	12,8
97	80,7	—	127,1	230,0	32,4	30,6
95	75,4	217,7	121,7	214,9	36,9	33,6
100	119,5	470,3	272,3	340,6	26,8	26,8

Таблица 121

Содержание отдельных аминокислот в протеине на 1 *кг* корма
(по Д. Д. Позамантир, с округлением)

Корм	Сырой протеин (*г* на 1 *кг* корма)	Аминокислот (*г* на 1 *кг* корма)					
		лизина	триптофана	тирозина	цистина	аргинина	гистидина
Зерновые злаковые (овес, ячмень, кукуруза, рожь, сорго)	110	1,2	1,7	5,2	1,7	6,1	2,6
Зерновые бобовые (горох, чечевица, вика)	211	10,1	2,5	3,5	2,0	12,7	4,0
Отруби пшеничные	147	3,7	2,1	6,4	1,4	7,5	4,2
Жмыхи (подсолнечниковые, льняные, хлопчатниковые, конопляные)	340	12,4	4,5	5,8	2,7	30,7	8,1
Жмыхи соевые	435	22,4	6,1	10,9	2,4	33,7	6,1
Жом свекольный сухой	76	8,8	2,4	1,9	1,9	6,2	2,2
Картофель	22	0,7	1,1	1,6	0,4	0,9	0,5
Корнеплоды (свекла кормовая, турнепс, морковь)	16	1,0	0,9	1,2	0,2	0,7	0,4
Сено: люцерновое	144	4,8	2,3	3,7	4,4	12,0	2,4
клеверное	127	3,0	4,0	4,5	3,8	6,4	2,7
луговое	78	3,8	4,1	3,5	2,3	6,5	2,4
клеверо-тимофеечное	113	3,5	4,4	3,9	3,5	8,0	2,5
вико-овсяное	134	4,4	4,1	5,7	3,1	9,8	2,5
Солома овсяная	40	0,4	0,4	2,1	0,4	1,5	0,6
Рыбная мука	531	29,3	12,2	17,8	10,9	27,2	8,7
Мясная мука	506	37,2	9,4	15,3	7,8	44,0	10,3
Молоко снятое и цельное	40	2,7	0,9	1,8	1,0	1,7	1,3
Дрожжи пекарские сухие	476	48,8	13,5	17,5	11,4	30,0	9,9

Таблица 122

Состав углеводов (сырой клетчатки и безазотистых экстрактивных веществ) кормов
(в процентах корма с указанной влажностью)

Корм	Влага	Сырые углеводы			В сырых углеводах содержится					
		сырая клетчатка	БЭВ	сумма	сахара	крахмала	гемицеллюлозы	пентозанов	целлюлозы	сырого лигнина
Трава: низинного луга	70,4	10,2	14,2	24,4	0,1	0,6	5,5	—	8,5	6,3
люцерны в Ленинградской области	15,7	6,0	7,5	13,5	0,6	0,5	2,1	—	6,7	2,7
Сено: луговое	17,0	24,4	41,4	65,8	3,7	2,1	—	25,1	—	—
	17,0	25,2	42,3	67,5	0,9	4,2	—	—	18,5	11,5
заливного луга	17,0	23,7	43,3	67,0	—	—	—	—	—	10,3
клеверо-тимофеечное	14,3	32,5	33,2	65,7	1,3	2,2	—	—	22,5	15,4
люцерновое	15,0	25,9	33,4	59,3	3,6	1,9	—	14,0	—	—
люцерновое (юго-восток)	14,0	30,7	35,0	65,7	11,5[1]	—	—	—	20,1	10,8
из суданской травы	15,0	26,6	39,0	65,6	4,0	2,2	—	19,7	—	—
Солома ржаная	15,0	33,9	38,1	72,0	—	1,4	17,9	—	32,8	12,4
Картофель	76,0	0,6	20,4	21,0	0,5	14,1	—	—	0,6	0,7
Зерно: овса хорошего качества	13,0	7,9	62,3	70,2	—	—	—	—	11,3	6,2
	12,8	9,1	58,2	67,3	2,4	37,0	—	—	7,7	8,8
овса среднего качества	17,0	10,0	59,4	69,4	1,8	36,6	—	11,7	—	—
овса плохого качества (щуплый)	18,0	13,9	50,1	64,0	1,9	27,9	—	18,2	—	—
кукурузы	13,0	2,7	69,2	71,9	1,2	62,8	—	5,8	—	—
пшеницы	13,0	1,6	71,4	73,0	3,2	51,6	—	7,8	—	—
ячменя	15,8	5,7	61,9	67,6	4,8	41,3	—	—	5,3	6,4
Отруби пшеничные	15,1	6,9	53,7	60,6	6,1	19,7	—	—	6,9	9,1
	16,0	8,9	51,1	60,0	6,7	15,5	—	20,9	—	—
Жмых льняной	10,8	9,6	33,8	43,4	3,1	3,2	—	11,1	—	—
Шрот льняной	7,6	9,7	39,3	49,0	—	—	—	—	6,2	12,0

Примечание. Отсутствие данных означает, что соответствующие вещества при анализе корма не определялись.

[1] Сумма сахаров и крахмала.

Минеральный состав

(выдержка из данных Томмэ,

Корм	В 1 *кг* корма содержится *г*						
	Ca	K	Na	Mg	P	S	Cl
Трава улучшенного пастбища	1,96	3,47	0,73	0,95	0,69	0,96	1,30
Зелень овса	1,12	2,06	—	0,20	0,67	0,61	0,14
Трава: тимофеевки луговой	1,74	5,76	2,42	0,46	0,95	0,97	1,09
клевера	3,82	5,83	—	0,92	0,37	—	—
Отава клевера	3,02	4,19	0,32	1,02	0,75	0,71	1,19
Сено: луговое в среднем	6,02	11,20	2,46	2,09	2,14	1,47	3,86
болотное	5,34	10,82	2,91	1,06	2,0	2,74	4,05
тимофеечное	3,88	14,39	—	—	2,63	—	—
клеверное	9,32	11,10	1,81	3,02	2,20	0,94	1,55
люцерновое	17,73	19,02	2,46	2,28	2,19	2,05	2,17
Солома овсяная	4,33	11,83	3,05	1,37	1,02	1,73	3,89
Мякина овсяная	6,05	10,41	1,06	1,53	1,51	2,38	2,69
Силос овсяный	1,63	—	—	—	0,81	—	—
Картофель	0,14	4,38	—	0,73	0,68	—	—
Морковь кормовая	0,67	6,02	—	0,32	0,61	0,14	0,86
Свекла кормовая	0,40	4,63	2,40	0,18	0,35	0,21	2,14
Турнепс	0,32	—	—	—	0,40	—	—
Зерно: кукурузы	0,42	4,08	—	1,24	3,10	0,59	1,43
овса	1,43	5,66	1,03	1,09	3,33	1,30	1,17
ячменя	1,23	7,32	0,57	1,18	3,29	1,16	1,45
гороха	1,74	10,72	—	—	4,18	—	—
Льняное семя	1,95	10,18	—	—	6,42	—	—
Отруби пшеничные	1,77	9,93	1,97	2,98	10,11	2,04	1,36
Жмых: льняной	3,76	14,03	—	2,19	9,93	—	0,86
подсолнечниковый	3,30	5,61	1,02	7,20	9,92	4,73	1,23
Хлебная барда сушеная	1,07	4,73	—	—	1,65	—	—
Дробина ячменная сухая	2,40	—	—	—	3,20	—	—
Жом кислый сухой	14,90	4,79	6,33	2,79	1,26	2,63	9,10
Молоко коровье: цельное	1,47	1,61	0,66	0,13	1,12	0,19	0,72
снятое	1,26	1,40	0,60	0,10	1,11	—	—
Кровяная мука	5,80	—	—	—	4,90	—	—
Мясо-костная мука	51,52	4,30	9,69	2,13	32,06	6,13	12,64
Рыбная мука	60,60	17,26	2,84	—	32,05	—	—

[1] Минеральный состав кормов СССР. Сельхозгиз, 1948, стр. 256.

Таблица 123

[illegible]овых продуктов

Ксанфопуло и Сементовской) [1]

Сумма элементов в грамм-эквивал.		Избыток элементов		Отношение элементов		
основных	кислотных	основных	кислотных	$\frac{Ca}{P}$	$\frac{Ca}{Mg}$	$\frac{K}{Na}$
0,297	0,164	0,133	—	2,84	2,06	4,75
—	—	—	—	1,67	5,60	—
0,390	0,180	0,210	—	1,83	3,87	2,38
—	—	—	—	10,32	4,15	—
0,354	0,150	0,204	—	4,03	4,96	13,09
0,865	0,408	0,457	—	2,81	2,88	4,55
0,758	0,479	0,279	—	2,67	5,04	3,72
—	—	—	—	1,47	—	—
1,076	0,316	0,760	—	4,24	3,09	6,13
1,666	0,401	1,265	—	8,09	7,78	7,73
0,765	0,316	0,449	—	4,24	3,16	3,87
0,766	0,371	0,395	—	4,01	3,95	9,83
—	—	—	—	2,01	—	—
—	—	—	—	0,21	0,19	—
—	—	—	—	1,10	2,09	—
0,257	0,108	0,149	—	1,14	2,22	1,93
—	—	—	—	0,80	—	—
—	—	—	—	0,14	0,34	—
0,351	0,436	—	0,084	0,43	1,31	5,49
0,370	0,431	—	0,061	0,37	1,04	12,84
—	—	—	—	0,42	—	—
—	—	—	—	0,30	—	—
0,677	1,142	—	0,465	0,17	0,59	5,04
—	—	—	—	0,38	1,72	—
0,935	1,278	—	0,343	0,33	0,46	5,50
—	—	—	—	0,65	—	—
—	—	—	—	0,76	—	—
1,369	0,532	0,837	—	11,82	5,34	0,76
0,152	0,139	0,013	—	1,31	11,31	2,44
—	—	—	—	1,13	12,60	2,33
—	—	—	—	1,18	—	—
3,276	4,175	—	0,899	1,61	24,18	0,44
—	—	—	—	1,89	—	—

Таблица 124

Ориентировочное содержание каротина в кормах и его А-витаминная ценность [1]

Корм	Колич. каротина (*мг* на 1 *кг* корма)	Равноценно витамину А (в тыс. ИЕ)	
		при кормлении животных	при кормлении птиц
Молодая зелень с преобладанием листьев	60	30	60
Ботва свеклы, моркови, зеленый капустный лист	40	20	40
Морковь красная	70	35	70
Силос [2]: злаково-бобовый (в среднем)	25	12	25
подсолнечниковый (в среднем)	10	5	10
кукурузный (в среднем)	18	9	18
Сено отличное [3]: в ноябре	50	25	50
в марте	35	18	35
Сено хорошее [4]: в ноябре	30	15	30
в марте	20	10	20
Сено среднее [5] в ноябре	15	7	15
в марте	10	5	10
Сено плохое [6]: в ноябре	5	2	—
в марте	3	1	—
Солома и мякина (в среднем)	2	1	—
Солома просяная	20	10	20
Концентрированные корма (в среднем)	0,6	0,3	0,6
Кукуруза желтая	5	2,5	5
Турнепс, свекла, брюква, картофель	Следы	0	0
Молоко цельное: летнее	—	1,5	1,5
зимнее	—	0,3	0,3
Молоко снятое	—	Следы	0
Молозиво	—	5	5
Рыбий жир (жир печени трески)	—	500	500

[1] Витаминные ресурсы и их использование. Сборник второй — применение витаминов в животноводстве. Изд. АН СССР, 1954.

[2] При холодном способе силосования; при горячем силосовании содержание каротина в силосе сильно снижается, на что указывает степень потери зеленой окраски.

[3] Из злаковых трав, скошенных в начале колошения или из бобовых — в начале бутонизации, яркозеленого цвета.

[4] Из злаковых трав при колошении или из бобовых в начале цветения.

[5] Из трав при полном цветении.

[6] Из перестоявших трав после цветения или потерявших зеленую окраску при уборке.

Таблица 125

Содержание витамина D в кормах и D-витаминных препаратах
(в интернациональных единицах)

Корм или препарат	В корме		В 1 *мл* препарата
	в 1 *кг* сухого вещества	в 1 *кг* корма натуральной влажности	
Сено, высушенное:			
в хорошую, солнечную погоду:			
на земле злаковое и травяное	720	600	—
на земле бобовое	900—1100	750—900	—
на вешалах разное	480—600	400—500	—
при плохой, пасмурной погоде	120—300	100—250	—
искусственно	0—120	0—100	—
Силос: из травы, заложенной летом в солнечную погоду	300—500	60—100	—
из травы, заложенной в пасмурную и дождливую погоду	0—150	0—30	—
из люцерны, люпина, заложенных в октябре в плохую погоду	0—250	0—50	—
Солома яровых хлебов, убранных в хорошую погоду	60	50	—
Сухие пивные дрожжи, облученные	—	1000—5000	—
Рыбная мука	—	100	—
Молозиво: зимнее	—	100	—
летнее	—	200	—
Молоко коровье: зимнее	—	10	—
летнее	—	50	—
Рыбий жир: натуральный	—	—	50
облученный	—	—	500
Препарат витамина D в растворе	—	—	50 000

Таблица 126

Содержание (в *мг* на 1 *кг* корма) некоторых витаминов в кормах
(составлена по разным источникам)

Корм	Витамин E	Витамин K	Витамин B_1 (аневрин)	Витамин B_2 (рибофлавин)	Никотиновая кислота	Пантотеновая кислота	Пиридоксин	Витамин B_{12} (в *мкг*)	Витамин C (аскорбиновая кислота)
Сено: клеверное	—	—	2,5	19	—	41	—	—	—
люцерновое	—	14—28	3,0	11,8	39	26,5	—	—	—
тимофеечное	13	—	1,1	9	—	38	—	—	—
Картофель	—	0,4	0,9—1,9	0,1—0,6	11	6	—	—	60—170
Морковь: желтая	—	—	0,6—1,1	0,7	15	2	—	—	—
красная	—	—	—	—	—	—	—	—	50
Свекла кормовая	—	—	—	0,9	—	—	—	—	80
Турнепс	—	—	0,6—1,2	0,9	—	3,3	—	—	—
Тыква кормовая	—	—	—	—	—	—	—	—	25—50
Зерно: овса	50	—	7,5	1,3	14	10	—	—	—
ячменя	—	—	6,0	1,2	67	6,3	—	—	—
желтой кукурузы	30	—	4,6	1,3	14	8	6,3	—	—
желтой пшеницы	—	—	4,6	1,1	58,7	12,3	4,6	—	—
Пшеничные отруби	—	—	4,11 (7,1)	1—4 (2,9)	240—407 (308)	24—26 (24,8)	—	—	—
Жом льняной	—	—	13	6	48	7	—	—	—
Жмых хлопчатниковый	—	—	13	9	44	14	—	—	—
Сухие пивные дрожжи	—	—	30—165 (68,6)	18—123 (45)	337—662 (475)	29—347 (131)	—	—	—
Молоко: цельное	—	Следы	0,3—0,7	0,6—3,4	0,8—5,1	1,3—4,7	—	—	7—26
снятое (обрат)	—	—	0,5	0,6—3,4	0,6—2,8	2,1—4,3	1,6	—	—
Пахтанье	—	—	0,4	1,6	1,3	3,5—5,5	—	—	—
Сыворотка	—	—	—	1,4	0,9	4,0—6,6	—	—	—
Сухое снятое молоко	—	—	3,5	20,6	16,0	33,4	—	—	—
Сухое пахтанье	—	—	2,7	33,0	17,2	43,0	—	—	—
Сухая сыворотка	—	—	—	28,5	18,3	52,8	—	—	—
Мясная и мясо-костная мука	—	—	—	1,8—6,2	66,0	7,7	—	—	—
Кровяная мука	—	—	—	3,1	27,0	—	—	—	—
Рыбная мука	—	0,4	0,9	3—17	69—90	—	—	30—80	—
Мука: из внутренностей рыбы	—	—	—	—	—	—	—	200—300	—
из рыбной печени	—	—	—	—	—	—	—	300—1300	—
Печень крупного рогатого скота	—	—	—	—	—	—	—	275—570	—
Мицелий актиномицетов	—	—	—	—	—	—	—	60—300	—

Примечания к таблицам 120—126. Все данные, приведенные в табл. 121—126, могут служить только для общей ориентировки в составе кормов, так как в зависимости от условий произрастания, сроков уборки, способов заготовки, условий и способов хранения химический состав может значительно отличаться от указанного в таблицах.

Поэтому следует при всякой возможности обращаться к данным местных исследовательских учреждений и возможно тщательнее учитывать состояния корма в момент скармливания, внося при этом соответствующие поправки, зависящие от качества корма (стр. 484).

Т а б л. 120 составлена по оригинальным данным, приводимым каждым автором для кормов с совпадающими названиями их, но не для тожественного состава.

Т а б л. 122 составлена по единичным анализам кормов в отдельных районах СССР. Судя по имеющимся в литературе данным, на питательность и использование углеводов наиболее положительно влияет содержание в них сахаров, крахмала и протеина, отрицательно — содержание лигнина. Гемицеллюлозы и целлюлоза занимают в этом отношении промежуточное положение. В таблице приведен овес нескольких сортов. Из данных видно, что в химическом отношении сортность овса связана с содержанием клетчатки и крахмала. Значение представлений о характере углеводов в пище возросло в последнее время в связи с той ролью, которую играют некоторые формы углеводов в биосинтезе витаминов в пищеварительном тракте животных.

Т а б л. 124 представляет собой результат обобщений исследований, проведенных в Советском Союзе и за границей. Эти обобщенные данные были разработаны комиссией представителей научно-исследовательских учреждений в составе проф. В. Н. Букина (Институт биохимии АН СССР), кандидатов с.-х. наук Е. А. Нестеровой (ВИЖ), О. И. Масленевой (НИИ птицеводства), В. Н. Китаева и И. Н. Кукса (Витаминный институт), Л. Г. Томмэ (Всесоюзный институт мясной промышленности), С. Я. Зафрена (Всесоюзный институт кормов), В. Е. Кондырева и Е. М. Журавлева (Всесоюзный институт кормления с.-х. животных).

Т а б л. 125. Данных о содержании витамина D в кормах крайне мало. Необходимость в таких данных особенно велика в северных районах СССР, где в зимние месяцы ультрафиолетовая радиация солнечного света ничтожна из-за пасмурной погоды и из-за низкого стояния солнца и короткой продолжительности дня. Поэтому в таблицу помещены данные, полученные по исследованиям в средних и высоких широтах северного полушария. В южных районах содержание витамина D в таких кормах, как сено, солома, силос, может быть значительно бо́льшим, однако нуждаемость в нем менее вероятна, так как скот на юге во время прогулок зимой днем находится под достаточным воздействием ультрафиолетовых лучей солнечного света.

Т а б л. 126. Данные этой таблицы, за исключением содержания витамина E, относятся главным образом к кормлению свиней, птицы и молодняка других видов животных. В пищеварительном тракте жвачных происходит настолько значительный синтез витаминов комплекса B (стр. 184), что считается необязательным их поступление животным с развившейся функцией рубца.

Использование кормов разными

(по литератур

Название и характеристика качества корма	Условия применения	Молочные коровы	Откармливаемый взрослый крупный рогатый скот	Телята
Зеленый корм и пастбищная трава. Необходимый корм для растущих, племенных, лактирующих и подготовляемых к откорму животных; желателен для откармливаемых. Легко переварим. В молодом возрасте охотно поедается всеми видами животных. При огрублении не поедается свиньями и хуже поедается прочими животными. Воды 60—80%. Довольно много протеина (отношение менее 1 : 4). Богат витаминами, минеральными веществами, ферментами	Рекомендуемые количества корма (*кг*) в сутки на животное [1]	При хорошем травостое и высококачественном составе съедают на пастбище 60—80 *кг* за сутки. При ухудшении травостоя необходима зеленая подкормка другими кормами. На плохом пастбище съедают около 30 *кг*	Нормы поедания см. у молочных коров. Возможен как единственный корм. Если в нем мало фосфора, протеина и травостой беден, необходима подкормка	С 2½—3-месячного возраста поедают 1—2 *кг*. В последующем поедаемость быстро возрастает. Предоставлять молодую, нежную зелень
	Форма, в какой обычно задается корм [1]	На пастбище или скошенным	На пастбище	Вначале в стойлах, позднее на пастбище
	Действие на животное или его продукцию [1]	Оздоровляющее и способствующее созданию запасов в теле на зиму. Положительное на воспроизводство. При низком качестве травы наблюдается жидкое молоко, с подкормкой нормальное	Хорошее. Иногда для улучшения качества мясопродуктов полезна подкормка концкормами	Хорошее. Способствует общему укреплению организма, хорошему росту и развитию
	Рекомендуемые корма для одновременного скармливания [1]	Высокоудойным и при бедных пастбищах — зерновые концентраты; при бедном травостое — жмыхи	При бедных пастбищах и в конце откорма — концентраты	Сухой корм. Исключают отруби, прочие корма по схеме задают в меньших количествах
Сено. Основной корм стойлового периода для крупного рогатого скота, лошадей, овец и племенных свиней. Бо́льшая или меньшая замена сена грубыми кормами и суррогатами грубых кормов при отсутствии хорошего силоса допустима только для животных невысокой продуктивности, затем	К	Задавать в сутки из расчета 3—4 *кг* сена на 100 *кг* веса, с заменой сена грубыми кормами 1 *кг* за 1 *кг*, силосом 3 *кг* за 1 *кг*, корнеплодами 5 *кг* за 1 *кг*. Дачу сена не снижать менее 1 *кг* на 100 *кг* веса за исключением случаев малой продуктивности или	Возможно в нормах, указанных для коров. В среднем 10 *кг* в начале откорма и при откорме на сене до 20 *кг*	Телятам обязательно давать с 3—4-недельного возраста мелкое сено, позже руководствоваться схемами и нормами

[1] В дальнейшем эти графы будут обозначаться только буквами К, Ф, Д, Р соответ

Таблица 127

видами сельскохозяйственных животных
ным данным)

Лошади	Овцы	Племенные свиньи	Откармливаемые свиньи	Поросята
Жеребые и подсосные матки, жеребята и молодняк до насыщения на пастбище. Рабочим лошадям в конюшне и в ночном 30—40 *кг*, а при отсутствии концентратов и больше	При хорошем пастбище содержатся до насыщения без дополнительного кормления на стойбищах. Желательно пастбище с травостоем из мелкой растительности, дающей плотную дернину, не зараженное глистами и другими источниками инфекции, сухое	Здоровье племенных свиней и получение здорового от них потомства без пастбища и зеленого корма в практике невозможно. В стойле молодой неогрубевшей травы поедают до 10—15 *кг*, не считая съеденного на пастбище	Необходим при летнем откорме на бекон и при подготовке к полусальному откорму из расчета до 10 *кг* в день	Перед отъемом и до возраста 4 месяца 0,5—2,0 *кг*, но не огрубевшей
На пастбище или скошенный в стойле	На пастбище	На пастбище и в стойле. Возможна варка травяных супов и каш	На пастбище скошенным и в кашах вместе с другими кормами	Сначала в кашах, а затем на выпасе и в станках
Отличное, особенно на племенных и растущих. Рабочим лошадям желателен, кроме лошадей при тяжелой работе	Отличное	Отличное; оздоровляющее и укрепляющее	Отличное, возбуждает пищеварительную деятельность	Хорошее. При избытке травы и недостатке прочих кормов привес снижается
Рабочим лошадям в период летних работ концентраты	Трава может быть единственным кормом овец	Около 4 *кг* концкормов, минимально 1,5—2,0 *кг* преимущественно зерновых и их продуктов	Концентраты и сочные корма до нормы	Подкормка и корма рациона в полной норме
При рационе с концентратами и трехкратном кормлении в сутки взрослым племенным и рабочим, а также молодняку до 2 *кг* на 100 *кг* живого веса. При кормлении только объемистыми кормами и скармливании до 5 раз в сутки взрослым до	Взрослым от 1 до 0,5 *кг* в день лучше всего злако-бобового сена. Молодняку и отъемышам 500—800 *г* лучшего сена	1,5—2,5 *кг* бобового сена из молодой травы. При кормлении сенной мукой дачи могут быть и большими	При медленном постепенном увеличении удавалось кратковременно скармливать до 6 *кг* в форме сенной муки из хорошего бобового сена. Особенно желательно для молодых свиней в начальной фазе	До 500—700 *г* сенной муки в кашах. Водную вытяжку из резки хорошего сена взамен дачи коровьего молока (применяется А. Е. Люсковой)

ственно.

Название и характеристика качества корма	Условия применения	Молочные коровы	Откармливаемый взрослый крупный рогатый скот	Телята
в случаях короткого стойлового периода при условии отличного по качеству и достаточного по количеству пастбища. Чем выше продуктивность и ценнее животное, тем лучшего качества должно быть сено.		короткого стойлового периода. Бобовое при силосе из злаков и наоборот		
	Ф	В естественном виде, иногда в смеси с соломой (встряски) и в виде резки. Молотым в муку не давать	В натуральном состоянии	В натуральном состоянии, иногда в период молочной выпойки в форме сенного настоя
Сено из бобовых трав богато протеином, кальцием, важными аминокислотами, каротином и рядом других важных элементов. Болотное сено и из кислых злаков бедно кальцием. Сено любого ботанического состава с бедных почв обеднено питательными веществами	Д	Отсутствие и недостаток сена отрицательно сказываются на репродукции, размере удоя, проценте жира и витаминности молозива и молока	При откорме сухими кормами невысокий прирост	Необходимо для развития пищеварительного тракта и как доставляющее важные питательные вещества
	Р	При достаточном количестве хорошего сена коровам с удоем до 10 *кг* и выше без дополнительных кормов. Вообще желательны сочные. Концентраты до 200—300 *г* на 1 *кг* удоя	Сочные корма и технические отходы	С 5—6-месячного возраста возможно как единственный корм при его отличном качестве
Гуменные корма (соломы и мякины.) В неподготовленном виде плохо усваиваемые корма; могут служить частичной заменой сена. При исключительном по качеству пастбище и достаточном количестве травы, если стойловый период краток, а продуктивность не выше средней, могут быть единственным грубым кормом.	К	Среднеудойным коровам возможно давать до половины полагающегося грубого корма, причем тем меньше, чем ниже качество сена и силоса. Высокоудойным давать нельзя	Мякины, чаще бобовой, до 4—6 *кг*. Соломы яровой до 8 *кг*. В подготовительный период давали до 20 *кг*	С 8—10-месячного возраста допустима замена части сена при недостатке последнего. Вообще же корм для молодняка плохой
Кормовое значение имеют только соломы яровых хлебов. Некоторые сорта мякин (ячменная) опасны в неподготовленном виде: могут поражать десны и заразить встречающимся на них грибом актиномикоза.	Ф	В виде резки сухой или запаренной. Хорошо самопрелая. При необходимости скармливать озимую солому подготовка обязательна с применением извести и других щелочей	В виде запаренной сечки	В виде подготовленной резки, в крайних случаях неподготовленной

Продолжение

Лошади	Овцы	Племенные свиньи	Откармливаемые свиньи	Поросята
4,5 *кг*, молодняку хорошего злако-бобового сена до 3 *кг* на 100 *кг* живого веса			откорма около 1 *кг*	
В натуральном состоянии	В натуральном состоянии	В натуральном состоянии или в виде резки. Возможно и в виде сенной муки	В натуральном состоянии, в виде резки и сенной муки	В виде резки, сенной муки, иногда в форме сенного настоя
Высококачественное сено необходимо жеребым маткам для профилактики инфекционных абортов и как условие получения здорового приплода	Бобовое сено необходимо для получения шерсти хорошего качества. При хорошем сене улучшаются результаты расплодов	Необходимый корм в рационе супоросных маток. Желателен всем племенным свиньям как благоприятствующий репродукции	В начальные фазы откорма молодых способствует развитию и росту	Полезно для роста и развития, главным образом как источник кальция и каротина
Желательны сочные; молодняку и рабочим при тяжелой работе необходимы концентраты	Сочные корма, особенно подсосным маткам. Силос до 2 *кг*, концентраты 50—400 *г*	Зерновые корма, жмыхи, корнеплоды и вареный картофель	Основные корма откормочного рациона — картофель, зерновые и белковые растительные	Концентраты, сочные и животные корма по норме
Солома яровая и мякина может заменять часть сена в рационах взрослых рабочих и работающих племенных лошадей в следующих предельных количествах: яровая 8, бобовая 4 и мякина разная 4 *кг*. В случае острой нужды дают озимую подготовленную не более 5 *кг*	Яровую или хорошо подготовленную озимую солому и подготовленную мякину взрослым животным от 1,5 до 3 *кг*. Заменяет часть сена	Попытки скармливать обработанную химически солому не дали эффекта. Мякину применяют холостым и в первую половину супоросности	При полусальном откорме в первой его фазе скармливают до 3 *кг* мякины яровых хлебов, постепенно снижая ее дачу	Не применяются
В виде смеси с сеном, резки сухой в смеси с овсом, резки запаренной, запаренной с посыпкой мучными кормами и отрубями	Солому в виде резки, смешанной с концентратами. Грубые сорта и мякину запаренными или смоченными	Мякину запаривают и смешивают с дробленными концентратами	Запаренной в смеси с дробленными концентратами	—

Название и характеристика качества корма	Условия применения	Молочные коровы	Откармливаемый взрослый крупный рогатый скот	Телята
Корм недостаточен по органическому переваримому веществу, протеину, золе и витаминам. Его широкое применение влечет за собой последствия указанных недостаточностей	Д	При применении больших доз соломы — твердое масло белого цвета	—	—
	Р	Сено, сочные и концентрированные корма, силос из бобовых растений	Бобовое сено, сочные и концентрированные корма. Технические отходы	Все корма по схеме, сено хорошего качества обязательно
Картофель. В недозрелом, мелком, лежавшем на свету, проросшем и начавшем портиться картофеле образуется вредное для животных вещество — соланин. Недостаточен по протеину и золе. В золе не хватает натрия, хлора, кальция и фосфора. Большие дачи картофеля, как и других сочных кормов, вызывают вялость пищеварительного тракта	К	В отдельных случаях скармливают до 40 *кг*. Однако такие дачи могут быть нецелесообразны. Умеренные дачи: на молоко до 10, на масло до 10, на сыр до 8 *кг*	До 25 *кг*	—
	Ф	Сырой и вареный	См. молочные коровы	Вареный
	Д	При больших количествах — масло белое и твердое. Невкусное молоко. Положительное на воспроизводство (В. А. Скворцов)	При больших дачах — мясо плохое, сало твердое	При больших дачах рахит
	Р	Хорошее сено и минеральные подкормки	Сильные корма	См. молочные коровы
Свекла кормовая. Содержит мало Са и Р. Углеводный корм, богат сахарами. Известно благоприятное влияние на отделение пищеварительных соков. Действует слегка послабляюще. При скармливании зелени свеклы вследствие содержания щавелевой кислоты послабляющее действие может быть значительным, и, кроме того, щавелевая кислота, соединяясь с кальцием кормов, делает последний неусвояемым для животных. Высокопродуктивным следует применять полусахарную и сахарную	К	На молоко и масло до 40 (кормовой), на сыр до 16 *кг*. Не допускать избытка сахара в рационе	50 *кг*	С 3—4 месяцев 0,4—0,8, с 1 года — 6 *кг*
	Ф	Сырая, резаная	Резка с сечкой, иногда прогретая	Резка или цельная
	Д	При больших дачах — привкус в молоке	Без сильных кормов водянистое мясо	—
	Р	Сено по норме, мякина, соломенная сечка, белковые корма и минеральные вещества	Белковые корма	Сено, белковые корма и минеральные вещества, отмученный мел

Продолжение

Лошади	Овцы	Племенные свиньи	Откармливаемые свиньи	Поросята
Непригодны жеребым и племенным в период случки	Непригодны растущему молодняку, тяжело суягным и подсосным маткам	Применяют для увеличения объема кормовой дачи	Влияет на развитие пищеварительного тракта	—
Сено, корнеплоды, жидкие технические отходы, картофель. Обязательны зерновые концентраты	Сено, силос, сочные корма; обязательны концентраты	Сочные корма. Обязательны концентраты, в том числе белковые	Картофель, зерно-мучные концентраты и жмыхи	—
Рабочим лошадям 5—6 и до 25 *кг*	1—3 *кг*	2—3 *кг* на животное в день	7—10 *кг* на 100 *кг* живого веса (до 60% нормы органического вещества)	—
Сырой и вареный	Сырой (резка) и вареный	Вареный или запаренный	Вареный, вода после варки в корм не дается	—
Мало пригоден (до 1,5—2 *кг*), благоприятно действует на пищеварение	Плохое	Благоприятен для пищеварения	Хорошее, но хуже зерновых	При неумеренном скармливании — рахит
Сечка грубых кормов и сильный корм	Сенная резка	Хорошее бобовое сено, минеральные подкормки и концентраты	Зерновые и молочные отходы	См. откармливаемые свиньи
Рабочим лошадям 6—8 и до 12 *кг*	Откармливаемым 4—5, племенным 2—3 *кг*	4—5 *кг* на 100 *кг* живого веса	2—10 *кг* (около 25—30% нормы органич. вещ.)	—
Сырая	Резка или цельная. Ботва	Вареная, вместе с соком, лучше же сырая	См. племенные свиньи	—
Удовлетворительное. Плохо поедается	Хорошее, но долгое кормление вредно	—	Хорошее	—
Мякина, соломенная сечка, сено	Белковые корма и минеральные вещества, отмученный мел	Зимой, при кормлении сухими кормами	Жмыхи и отруби	См. телята

Название и характеристика качества корма	Условия применения	Молочные коровы	Откармливаемый взрослый крупный рогатый скот	Телята
Турнепс. Водянистый, плохо хранящийся корм, доставляющий главным образом углеводы. Беден протеином, зольными веществами. Не содержит каротина. Благоприятно влияет на аппетит и пищеварение. Имеет горьковатый вкус	К	Средне, но не высокоудойным: на молоко до 25, на масло до 30, на сыр до 12 *кг*, необходим для старых коров со слабыми зубами	60 *кг*	См. свеклу
	Ф	Целый или резка	См. молочные коровы	См. свеклу
	Д	В больших количествах придает молоку и маслу горький вкус	—	—
	Р	Грубые и белковые	Жмыхи	—
Силос. Состав силоса зависит от состава сырья, из которого он приготовлен. Качество зависит от сырья и техники приготовления. Вкусен, хорошо действует на пищеварение. Замена пастбищного корма. Особенно хорош силос из злаковых, в частности из кукурузы. Свиньям и телятам применяется комбинированный силос из нескольких видов сырья. Большинство силосов являются основным источником каротина в зимних рационах	К	От 3 до 6 *кг* на 100 *кг* живого веса взамен 1—2 *кг* сена. При приучении коров можно содержать только на силосе, без сена и других объемистых кормов. В этом случае съедают 30 *кг* и более	10—20, в среднем 16 *кг* в день	4—6 и в возрасте 1—1½ лет до 12 *кг*
	Ф	В натуральном состоянии	См. молочные коровы	См. молочные коровы
	Д	На качество продукции хорошее при чистоте на скотном дворе и скармливании после дойки. Хорошее на воспроизводство	Хорошее	До года рекомендуют давать силос специального приготовления или обычный, только безукоризненного качества и с соблюдением осторожности
	Р	Сено при злаковом силосе бобовое, при бобовом — злаковое. Высокоудойным концентраты	—	Сено и концентраты
Овес. Применяется племенным животным. Рекомендуется для растущих животных. Содержит большое количество пленок (много клетчатки) и недостаточно протеина, не содержит каротина	К	На молоко до 4, на масло до 2, на сыр до 2 *кг*	—	0,6 *кг*
	Ф	Дерть	Дробленое зерно	С 3-недельного возраста — обязательно в виде отсеянной муки, с 7—8-недельного — дробленое зерно
	Д	При больших количествах — мягкое масло. Благоприятно действует на количество молока, но снижает процент жира	—	Отличное

Продолжение

Лошади	Овцы	Племенные свиньи	Откармливаемые свиньи	Поросята
—	5—8 *кг*	—	—	—
—	Резка	См. овцы	См. овцы	—
—	Хорошее, но долгое кормление вредно	—	Только как добавочный корм при зимнем кормлении сухими кормами	—
—	Жмыхи	—	Зерно и белковые корма	—
При хорошем качестве — до 8—10 *кг* на голову. Возможно заменять большую часть овса	Взрослым до 2,0 *кг*. Ягнятам до 0,5 *кг*	В среднем $2^1/_2$ *кг*, особенно картофельного, специального можно давать и больше. В исключительных случаях давали до 10 *кг* на голову	До 5 *кг*, особенно картофельного или комбинированного	Подсвинкам 40 *кг* веса до 4 *кг* силоса из ботвы с головками сахарной свеклы
См. молочные коровы Едят не всегда охотно, испорченный и загрязненный землей опасен; не применять	См. молочные коровы Хорошее	См. молочные коровы Скармливают даже супоросным	См. молочные коровы Хорошее, хотя ниже действия зерен. Убойный вес ниже, чем на зерновых	См. молочные коровы Прирост хуже, чем на корнеплодах
—	Хорошее сено	В смеси с хорошим сеном	—	—
От $2^1/_2$ до 8 *кг* и больше	До 0,4 *кг*	—	В возрасте 3—9 мес. 0,4 *кг*	—
Зерно	Дробленое зерно	Молотый или дробленое зерно	См. племенные свиньи	В форме отсеянной овсянки
Отличное (стандартный корм)	Отличное в случной период	Отличное, особенно в случной период	Для откорма на бекон мало пригоден. Хорош в смеси с кормами, указанными ниже	Отличное

Название и характеристика качества корма	Условия применения	Молочные коровы	Откармливаемый взрослый крупный рогатый скот	Телята
	Р	Картофель, свекла, отруби. Вместе с прочими концентратами не более 200—300 *г* на 1 *кг* удоя	Пастбище или рацион из сена, жмыха и корнеплодов	Мука с молоком или в пойло; дробина с сечкой сена
Ячмень. Меньше клетчатки и жира, чем в овсе, больше безазотистых экстрактивных веществ. Преимущественно откормочный корм	К	См. овес	—	Возможно применять в равной доле с овсом
	Ф	Сухая или запаренная дерть, отруби	См. молочные коровы	—
	Д	Удовлетворительное, при больших количествах твердый жир масла	См. молочные коровы. В больших количествах твердый жир	—
	Р	Дополнительно к рациону из бобовых, сена, силоса в сочетании с корне-клубнеплодами	См. овес	—
Рожь. Жир плохо усваивается, крахмал сильно разбухает в желудке, вызывая колики	К	На молоко до 3, на масло до 2, на сыр до 2 *кг*	1,5—2,5 *кг*	—
	Ф	Мука или посыпка	Дробленое зерно, мука	Мука — добавка в пойло к молоку
	Д	При больших дачах твердое и сухое масло	—	—
	Р	Жмыхи, корнеплоды и картофель	См. овес; иногда с запаренной мякиной	—
Пшеница. Скармливается преимущественно в виде отрубей, большие количества которых вызывают вялость пищеварительных органов. Отруби богаты фосфором и протеином. В жире отрубей высокое содержание ненасыщенных жирных кислот. У дойных коров потребности в них повышены	К	На молоко до 6, на масло до 4, на сыр до 3,5 *кг*	—	В возрасте до 6 мес. дают до 0,6 *кг*
	Ф	Отруби	Сухая или запаренная дерть, отруби	Отруби
	Д	Хорошее при соблюдении указанных дач, неблагоприятное при одновременном скармливании с силосом. При избытке твердый жир	Хорошее. При больших дачах отрубей откладывается твердое сало	Хорошее
	Р	Богатые Са корма (бобовое сено, мел) $CaCl_2$	—	Плющеный овес и то же, что молочные коровы

Продолжение

Лошади	Овцы	Племенные свиньи	Откармливаемые свиньи	Поросята
Сено или трава	Сено, силос, корнеплоды	Хорошее сено и белковые корма животного происхождения. Возможны корнеплоды и картофель	В равных количествах с ячменем и горохом	Хорошее сено и белковые корма животного происхождения. Возможно давать корнеплоды и картофель
1/3—2/3 зернового рациона	—	—	Не ограничивают в зависимости от условий	От 1 1/2 до 3-месячного возраста 0,4 *кг*
Плющеный или дерть	Дробленый	Молотый или дробленый	См. племенные свиньи	См. племенные свиньи
Удовлетворительное при приучении смолоду	При откорме — хорошее	Хорошее	Отличное — дает бекон высшего качества	С 3—4-месячного возраста — хорошее
Соломенная или сенная резка вместе с овсом	—	Хорошее сено и белковые корма животного происхождения. Возможны корнеплоды и картофель	Молочные отходы, корнеплоды и зеленый корм	См. откармливаемые свиньи
До 4 *кг*	0,2 *кг*	0,8 *кг*	0,8 *кг*	—
Посыпка или вымоченная в холодной воде	Посыпка	Дробленая	См. племенные свиньи	—
Перекорм или скармливание без приучения ведет к заболеванию	—	При неумеренном скармливании вредное	При сальном откорме — хорошее, на бекон — удовлетворительное	—
Резка грубых кормов	См. лошади	—	Богатые жиром корма. Ячмень в равной доле с рожью	—
1/3—1/2 зернового рациона	До 1 *кг*	—	—	—
Отруби или плющеное зерно	Отруби и посыпка	Дробленая	Зерно и хорошие отруби	Отруби
Хорошее только как добавочный корм	Поедаются охотно	Хорошее	Хорошее, улучшает действие жмыха	Плохое, быстро приедается
—	Корнеплоды и соломенная резка	—	Корнеплоды и жмыхи	—

Название и характеристика качества корма	Условия применения	Молочные коровы	Откармливаемый взрослый крупный рогатый скот	Телята
Кукуруза. Содержит много углеводов и сравнительно высокий процент жира; бедна золой, особенно Са; невысокий процент белка. В желтых сортах содержится каротин. При силосовании всего растения зерно идет в силос, что значительно повышает его качество и питательность. Употребление силоса см. выше	К	Зерна на молоко до 3, на масло до 2, на сыр до 2 *кг*	2,5—3,0 и до 12 *кг*	—
	Ф	Дерть	Мелкая дерть или мука	В дробленом и даже целом виде
	Д	При больших дачах — мягкое масло. Повышает удой, но ведет к снижению содержания жира	Превосходное, понижает плотность сала и улучшает вкус мяса	Мало пригодна, можно только в качестве небольшой прибавки
	Р	Хорошее бобовое сено и белковые корма	—	См. молочные коровы
Зерна бобовых (горох, вика, чечевица). Высокое содержание протеина, много золы и Са. Бедны жиром. Присутствующие в них вяжущие вещества при больших количествах вызывают запоры	К	На молоко 2,5, на масло 1,5, на сыр 1,5 *кг*	Рабочим волам 1,6—2,4 *кг*	—
	Ф	Дробленые	Посыпка	Дробленые
	Д	При больших дачах — твердое масло. Вика дает горечь в молоке	Откладывается твердый жир	Хорошее только как добавочные корма
	Р	Корма, богатые углеводами	Корнеплоды, соломенная резка	—
Жмыхи (подсолнечниковый и льняной). Содержат много протеина, богаты жиром и золой. Подсолнечниковый прочен при хранении	К	На молоко до 4, на масло до 2,5, на сыр до 1,5 *кг*	4—5 *кг*	1—1½ *кг* (для льняного жмыха)
	Ф	Дробленые, сухие или смоченные перед скармливанием	См. молочные коровы	См. молочные коровы
	Д	Хорошее. Большие дачи льняного жмыха дают мягкое масло. Жир жмыхов считается необходимым для поддержания уровня содержания жира в молоке	Избыток льняного жмыха вреден. Мясо и сало мягкие, неприятный привкус. Подсолнечный лучше льняного, уничтожает сальный привкус	С 3-недельного возраста льняной жмых. Хорошее
	Р	Солома, корнеплоды и зерновые корма с малым количеством белка	Корма, богатые углеводами	Корма, богатые углеводами
Жмыхи (конопляный и хлопчатниковый). Конопляный содержит много клетчатки; плохо сохраняется. Хлопчатниковый в больших количествах может быть вреден (ядо-	К	На молоко до 2,5, на масло и сыр до 1,0 *кг*	До 3, лучше 1,5 *кг*	—
	Ф	Дробленые	См. молочные коровы	—
	Д	Хлопчатниковый — твердое масло	Хлопчатниковый не дольше 3 месяцев подряд (табл. 132)	Не рекомендуются

Продолжение

Лошади	Овцы	Племенные свиньи	Откармливаемые свиньи	Поросята
До $^1/_2$ зерновой части рациона	До 1,0 *кг*	До 0,8 *кг*	До $^1/_2$—$^1/_2$ рациона	—
Цельные или дробленые початки	Дробленая. Замачивать в соленой воде	Вареная или мука	См. племенные свиньи. Также и в дробленом виде	Мука
Пригодна. При больших дачах понижает резвость	Превосходное	При больших дачах матки и хряки жиреют, что не рекомендуется	При больших дачах — мягкое сало и мясо, при откорме на бекон применение ограничено	Плохое
В смеси с резкой	—	См. откармливаемые свиньи	Горох, бобы, снятое молоко, хорошее сено	Животный белок, сено и трава бобовых
До 2 *кг*	До 1,0 *кг*	—	—	—
Дробленые	Мукой или размачивать	—	Дробленые	Мука
Даются только при тяжелой работе; для лошадей быстрых аллюров непригодны	Хорошее, преимущественно для растущих	—	Горох — отличное. Вообще же дают мягкое сало	Горох вызывает заболевание кишечника и в больших дозах — рахит
Сечка, пшеничные отруби	—	—	С пареным картофелем	—
До 3,5 *кг*	0,4 *кг*	—	0,6 *кг*	—
См. молочные коровы	См. молочные коровы	Смоченным, мелкий помол	См. племенные свиньи	См. племенные свиньи
Хорошее, как замена части овса	См. крупный рогатый скот	Пригоден; хуже действует содержащий лузгу	Плохое, мягкие сало и бекон	Плохое
—	—	Зерновые злаковые корма (кукуруза), картофель	См. племенные свиньи. Корнеплоды или трава	—
До 2,5, лучше 1,5 *кг* (для конопляного)	0,4—0,5 *кг* (для конопляного)	—	0,6—0,5 *кг* на 100 *кг* веса	—
См. молочные коровы	См. молочные коровы	—	—	—
Конопляный — хорошо поедается	Для конопляного — хорошее	Плохое. Лучше не применять	Плохое	Плохое, хлопчатниковый ядовит. Не применять

Название и характеристика качества корма	Условия применения	Молочные коровы	Откармливаемый взрослый крупный рогатый скот	Телята
вит). Хлопчатниковый скармливают, руководствуясь особыми правилами	Р	Корма, богатые углеводами и недостаточные по фосфору	См. молочные коровы	См. молочные коровы
Картофельная мезга. Легко портится. Содержит очень мало протеина. Водяниста	К	До 15—20 *кг*	До 30 *кг*	—
	Ф	Свежая	См. молочные коровы	—
	Д	При больших количествах масло и сыр плохого качества	Хорошее	Не рекомендуется
	Р	Белковые, грубые корма, а иногда и корнеплоды	Соломенная сечка, мякина, белковые корма	—
Барда. Узкое питательное отношение (1 : 3—4). Богата белком. Бедна известью. Легко портится	К	На молоко 25—35 *л*, на масло и сыр меньше	До 100—120 *кг*	—
	Ф	Скармливать остывшую, при 25—30°	Можно горячую	—
	Д	Для первосортных продуктов негодна. Удой повышается, но молоко водянисто и бедно жиром	—	Мало пригодна; вызывает понос. До года не давать
	Р	$CaCO_3$ — 30—50 *г*, сухие гуменные корма, кокосовый жмых, источники каротина	Бедные белком и грубые корма	—
Свежий и квашеный жом. Свежий плохо сохраняется.	К	На молоко свежий до 40, квашеный до 14, на масло соответственно 30 и 20, на сыр 16 и 8 *кг*	50—60 *кг*. В конце откорма 30—40, в начале иногда до 120 *кг*	Молодняку с 11 мес. при откорме до 65 *кг* свежего и до 40 *кг* квашеного
	Ф	Скармливается без подготовки	—	—
	Д	Плохое — молоко непрочное, масло — твердое, сыры плохо вызревают. Ухудшение воспроизводства	Хорошее	До полугодовалого возраста плохое, лучше не давать
	Р	Сено бобовых или корма с высоким содержанием жира, белка, минеральных солей и каротина	Грубые корма, бобовое сено и белковые корма	При откорме отруби пшеничные или подсолнечный жмых

Продолжение

Лошади	Овцы	Племенные свиньи	Откармливаемые свиньи	Поросята
См. молочные коровы	См. молочные коровы	См. молочные коровы	См. молочные коровы	См. молочные коровы
—	—	До 6 *кг*	До 8—10 *кг*	—
—	—	—	Вареная	—
—	—	—	В начале откорма	—
—	—	См. откармливаемые свиньи	Белковые корма	—
Рабочим лошадям 12—18 *л*. Сухой до 3 *кг*	1—2 *л*. При откорме до $2^1/_2$—3 *л*	—	До $1^1/_2$ *л* на 40 *кг* веса. Дают только в начале откорма	—
—	—	—	—	—
Мало пригодна	См. лошади	Подсосным маткам не рекомендуется	Мало пригодна, мясо водянистое, сало недостаточно плотное и легкоплавкое	Поросятам не рекомендуется
—	—	—	—	—
10—20 *кг*	Откармливаемым до 2 *кг*	Свежего до 6 *кг* на голову. Квашеный с осторожностью	См. племенные свиньи	—
—	—	—	—	—
Вообще не пригоден, но возможен при легкой работе или при отдыхе	Плохое, загрязняет шерсть	—	Плохое, допустим только в начале откорма	—
—	—	Остальной рацион — сухие корма	—	—

Название и характеристика качества корма	Условия применения	Молочные коровы	Откармливаемый взрослый крупный рогатый скот	Телята
Сухой жом. Не размоченный нарушает пищеварение и вызывает колики	К	На молоко 5, на масло 3,5, на сыр 2,0 *кг*	До 8—10 *кг*	0,5—2 *кг*
	Ф	Размоченный в 2—8 частях воды	См. молочные коровы	См. молочные коровы
	Д	На молоко влияет меньше, чем квашеный и сухой жом	—	—
	Р	Сено и силос бобовых, белковые корма	См. молочные коровы	—
Кормовая патока (мелясса). Нет белка, клетчатки и жира. В больших количествах вызывает поносы и усиливает мочеотделение	К	1,5—2 *кг*	1,5—3 *кг*	—
	Ф	Смешивается с 3—4 частями воды, смесью поливаются корма	См. молочные коровы	—
	Д	Хорошее только как добавка. Необходима при выщелоченных технических отходах и кормах	См. молочные коровы	Непригодна
	Р	Хорошая мякина, соломенная резка, белковые корма, особенно из отходов	См. молочные коровы	—
Мясная мука, сушеная кровь и рыбная мука. Большое количество белка и золы в мясной муке, белка в сушеной крови, белка и Са в рыбной муке. Рыбная мука бывает богата витаминами А и D. Рыбная и мясная мука являются источниками витамина B_{12}.	К	0,5—1,5 *кг*	0,8—1,0 *кг*	0,25 *кг* на 100 *кг* живого веса
	Ф	В смеси с дробленными концентратами	—	—
	Д	При дачах свыше указанных плохое качество молока и масла	—	Рыбная мука в возрасте до 6 месяцев особенно пригодна как замена молока и обрата, хороший рост и развитие
	Р	Зерновые корма	—	—

Продолжение

Лошади	Овцы	Племенные свиньи	Откармливаемые свиньи	Поросята
2,25—2,9 *кг*	—	0,75—1,5 *кг*	См. племенные свиньи	—
См. молочные коровы	—	Размоченным в 2—3 частях воды в течение 5—6 часов	См. племенные свиньи	—
Едят неохотно	—	См. свежий жом	—	—
—	—	Белковые и минеральные корма	См. племенные свиньи	—
1,5—2 *кг*	4—5 *г* на 1 *кг* живого веса. До 0,4 *кг*	—	4—5 *г* на 1 *кг* живого веса (с осторожностью)	—
См. молочные коровы	—	—	См. молочные коровы	—
—	Мало пригодна	—	Хорошее — улучшает качество сала	См. телята
См. молочные коровы	См. молочные коровы	—	См. молочные коровы	—
Рыбной муки до 350 *г*	0,2 *кг*	0,8—0,4 *кг*	См. племенные свиньи	0,2 *кг*
—	—	—	—	—
Едят неохотно, но действие хорошее на состав крови и спермогенез	Благоприятное на физиологические показатели	Хорошее	Большие количества — плохое	Отличное
Зерновые злаковые	Вместе с растительными концентратами	Зерновой рацион	Зерновой рацион	См. откармливаемые свиньи

ГЛАВА XXVI

НАТУРАЛЬНЫЕ КОРМА КАК ПРИЧИНА НЕСБАЛАНСИРОВАННОГО (НЕПОЛНОЦЕННОГО) КОРМЛЕНИЯ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Натуральные корма могут не соответствовать по своему составу и свойствам потребностям конкретных животных. Содержание питательных веществ в кормах подвержено широким колебаниям. Некоторые из этих колебаний зависят от периода вегетации, от климатических условий года, от сроков и условий уборки и от условий хранения. Во многих случаях содержание веществ в кормах связано с особенностями состава почв. Наконец, на составе и свойствах кормов сказываются приемы переработки растительного сырья.

Известно, что в некоторых местностях животные бывают мелкими и низкопродуктивными, в других же, наоборот, все населяющие местность животные имеют более крупный размер и более высокую продуктивность. Так, в ряде северных районов Советского Союза рогатый скот и лошади значительно мельче, чем в других районах страны. Причиной малых размеров животных являются недостатки в почве и растениях, произрастающих на таких почвах, некоторых веществ, в частности кальция и фосфора. Такое низкое содержание веществ в кормах переносится животными, приспособившимися к ним, но в то же время оно может оказаться губительным для завезенных сюда неприспособленных животных.

Однако условия произрастания не являются единственной причиной недостаточности состава кормов, а следовательно, и причиной неполноценности кормления ими.

КОРМА С НЕДОСТАТКОМ УСВОЯЕМОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА

Недостаток усвояемого органического вещества в рационе следует рассматривать как несоответствие между поступлением и потребностью в нем животных. Потребность в органических веществах (энергии) часто определяется факторами, независимо от условий кормления. К числу таких факторов относится температура среды, мышечная активность, доение, способность животных к росту или к откорму.

Недостаток органического вещества в рационах сельскохозяйственных животных, питающихся натуральными кормами, представляет собой наиболее важную недостаточность с точки зрения экономичности производства продуктов животноводства: молока, мяса, шерсти, а также работы. Экономическое значение недостаточности органического вещества объясняется тем, что чем ниже уровень органического питания, тем непропорционально ему ниже продуктивность и тем выше расход органического вещества и энергии на единицу продукции. Это связано с тем, что животные нормально продуцируют только

в условиях питания, превосходящих уровень кормления, называемый уровнем поддержания жизни (табл. 128), или уровнем нулевого баланса питания.

Таблица 128

Соотношение между поступлением энергии переваримых питательных веществ и молочной продуктивностью у коровы весом 600 *кг*

Нормальное поступление в рационе энергии переваримых веществ *(ккал)*	Суточная продукция *(кг)* молока с содержанием жира 40 *г/л*	Энергия переваримых веществ (*ккал* на 1 *кг* удоя)
32 700	10	3270
45 600	20	2280
58 800	30	1960
72 000	40	1800
84 600	50	1692

Животному может недоставать органического вещества (энергии) пищи по разным причинам. В годы неурожая кормов иногда вынужденно ограничивается общее питание. Ограничение дачи кормов, или недокорм, приводит к тому, что животные получают малое количество питательных веществ вообще и прежде всего недостаточное количество органического вещества.

Второй причиной недостатка доступных для животных форм органического вещества является несоответствие состава и свойств кормов пищеварительным и обменным возможностям животных. С таким случаем можно столкнуться, задавая животным соответствующее количество огрубевших кормов.

Так, например, солома злаковых поедается рогатым скотом и лошадьми неохотно и плохо переваривается, особенно в тех случаях, когда солома составляет бо́льшую часть рациона или скармливается в качестве единственного корма. В этом случае съеденная животными солома доставляет недостаточное количество доступных к использованию форм органического вещества (энергии) для покрытия в нем потребностей.

В хозяйствах, в которых объемистые корма невысокого качества являются основой кормления или даже единственным кормом, недостаток доступных форм органических веществ в таких кормах является одним из факторов, ограничивающих продуктивность животных и успешное их воспроизводство.

Как указывалось выше, животные могут потребить за сутки определенное количество сухого вещества кормов. Способность к поеданию сухого вещества зависит от емкости пищеварительного тракта и от скорости прохождения по нему пищи. Скорость прохождения зависит от функционального состояния животных и от свойств кормов. Допустим, что животное может потребить 15 *кг* сухого вещества кормов. В этом сухом веществе содержится в доступной для животного форме 30 000 *кал* энергии переваримых веществ. В то же время по своему функциональному состоянию животное могло бы переработать 50 000 *кал* такой энергии. В данном случае функциональные возможности оказываются неиспользованными из-за недостатка в пище, которую животное может съесть, пригодного к использованию органического вещества. В другом случае, при поступлении, например, 30 000 *кал* животное в соответствии с условиями среды и мышечной активностью должно расходовать за тот же срок 40 000 *кал*. В данном случае имеет место потеря энергии из тела, истощение животного на почве недостатка энергии в корме. Итак, недостаток энергии возникает там, где животное не в состоянии извлечь из съеденного корма должного количества энергии переваримых веществ.

Для удовлетворения средних потребностей животные требуют следующие количества энергии (килокалорий) переваримых питательных веществ в 1 *кг* сухого вещества кормов:

корова: при поддержании жизни	1600
стельная сухостойная	1900—2800
лактирующая с удоем 10 *кг*	2500
30 »	2900—3100
теленок 5—6 месяцев в среднем	2800

В 1 *кг* сухого вещества содержится энергии (килокалорий):

травы клевера	2700
сена лугового: среднего	2350
отличного	2700
сена клеверо-тимофеечного	2250
соломы: ржаной	1580
овсяной	1830
силоса: кукурузного	2800
из отавы трав	2200
картофеля	2900
турнепса	2750
ячменя полнозерного	3450
отрубей пшеничных	2900
жмыха подсолнечникового	3350
молока коровьего цельного	4950

Крупный рогатый скот с развитой мясной и молочной продуктивностью, а также овцы, особенно мясных пород, на пастбищах редко съедают количество травы, достаточное для того, чтобы можно было их откормить до окончательного состояния упитанности или получить возможную по высоте молочную продуктивность.

Таким образом, естественная травяная растительность на пастбищах среднего и низкого качества является недостаточной для откорма и содержания молочного скота с высокой производительностью.

На малопродуктивных пастбищах животные часто оказываются не в состоянии в отведенное для этого время собрать требующееся количество корма. Если удовлетворительные пастбища расположены далеко от места стоянки скота, они также могут оказаться недостаточными по доставке органического вещества, так как у животных, перегоняемых на далекие расстояния, будет повышенный расход энергии на ходьбу.

Понижение содержания доступных для животных форм органического вещества в траве наблюдается при высыхании и огрублении растительности, в связи с чем прежде всего снижается поедаемость травы, и вследствие понижения питательности и поедаемости для покрытия потребности в переваримых органических веществах съеденной травы оказывается недостаточно. Так, например, корова может съесть молодой зеленой травы 80—100 *кг* в день, а той же травы в фазе незадолго до цветения она съедает уже только 40—55 *кг*. Содержание переваримых органических веществ в килограмме корма колеблется в зависимости от рода растений, их зрелости, времени уборки, а также зависит от вида животных, которым эти корма скармливаются. Пастбищная трава и сено, собранные в ранних фазах вегетации, имеют более высокую переваримость для всех видов животных и в единице сухого вещества доставляют более высокое количество переваримых веществ. Овцы на пастбище показали переваримость сухого вещества в фазе цветения трав 67,0%, а в фазе плодоношения 58,5%. Переваримость сухого органического вещества, протеина и других питательных веществ более зрелых растений по мере развития все более понижается. Пастбищная трава и сено с естественных плодородных участков и с полевых площадей, собранные в ранние фазы развития, когда

трава наиболее переварима, покрывают потребности животных молочного, мясного и рабочего скота при довольно высоких уровнях продуктивности.

На таких пастбищах и сене из молодых растений молодняк дает высокий прирост живого веса. Однако при откармливании молодняка даже в указанных условиях целесообразна подкормка концентрированными кормами.

К траве пастбищ как для молочного скота, так и для прочих видов продуктивных животных, откармливаемого на мясо скота и овец обычной добавкой является зерно злаковых.

В период стойлового содержания крупного рогатого скота, овец и лошадей в рацион включают возможно большее количество сена, солому съедобных сортов, корнеплоды и силос. Однако при самом высоком качестве этих объемистых кормов они обычно являются недостаточными по содержанию переваримых органических веществ (энергии), и прибавка концентратов позволяет держать их продуктивность на более высоком уровне, причем у откармливаемых животных в этих условиях откладывается больше жира в теле.

При употреблении сена и силоса в качестве единственных кормов для молочного скота при хорошем их качестве удается получить довольно высокую продуктивность, доходящую до 3000 *кг* и больше годового удоя. Однако известно, что в этих случаях соответственная добавка концентратов и прежде всего зерна ведет к увеличению продуктивности по крайней мере в полтора раза. Последнее обстоятельство, в частности, показано в работах передовиков подмосковных районов. Все это может служить доказательством, что хорошее сено, силос и трава содержат в себе некоторые питательные вещества, достаточные для более высокой продуктивности молочных коров, чем это обеспечивается наличием в них переваримых органических веществ. Добавка зерновых концентратов к таким высококачественным объемистым кормам покрывает названный недостаток. Недостаток органического вещества (энергии) имеет отношение к полноценности кормления в том смысле, что при этом не покрывается потребность животных и ограничивается их продуктивность. Только в случае истощения животных недостаток органического вещества отражается на прочих физиологических функциях.

КОРМА С НЕДОСТАТКОМ ПРОТЕИНА

Недостаток протеина, когда в рационе содержатся прочие питательные вещества в достаточном количестве, внешне проявляется в задержке роста молодых животных, в уменьшении размера прироста, состава прироста откармливаемых и в снижении молочной продуктивности лактирующих животных.

Недостаток протеина может быть связан с относительно низким его количеством вообще или с недостаточным содержанием в протеине отдельных существенно важных аминокислот.

При употреблении объемистых кормов как основы кормового рациона недостаток протеина в них зависит от состава растений, входящих в такие объемистые корма. Если процент бобовых растений в таких кормах достаточно высокий, то недостаток протеина обычно не имеет места. Объемистые корма, состоящие из злаковых растений, из разнотравья и из перестоявших трав разных семейств, не обеспечивают доставки протеина и не покрывают потребности животных в протеине. По мере созревания растений, независимо от их вида, относительное содержание протеина в них уменьшается.

В опытах акад. М. Ф. Иванова было показано, что введение в рацион овец, содержавший в основном грубые корма, кормов, богатых протеином, действовало благоприятно на качество и количество шерсти овец.

К числу натуральных кормов, к которым необходима дополнительная добавка протеина, относятся все виды гуменных кормов, корне-клубнеплоды, перестоявшая трава и приготовленное из нее сено, сено, из которого при приготовлении потеряна большая часть листочков, зерновые злаковые корма и некоторые продукты из них. Так, например, в сене, высушенном с минимальными потерями, на вешалах, содержалось 15,6% протеина от абсолютно сухого вещества. Сено, приготовленное сушкой на земле из той же травы, содержало протеина только 8,7%. В отдельных случаях названные корма не только недостаточны по количеству протеина, но и по качеству из-за недостатка в них некоторых важных аминокислот. К числу аминокислот, чаще всего ограничивающих использование протеинов, относится лизин и триптофан, важная роль которых показана в исследованиях Н. Д. Прянишникова и Д. Д. Позамантир.

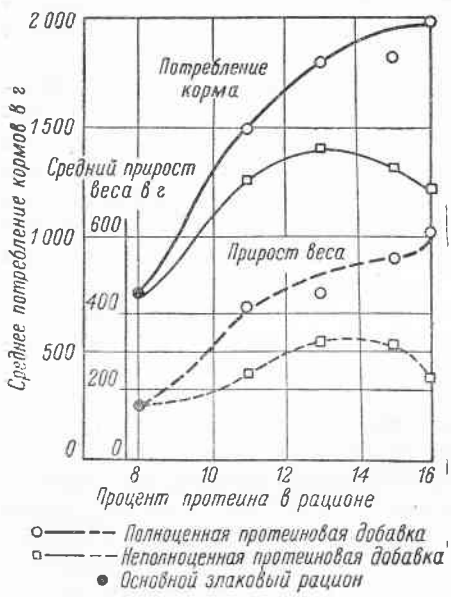


Рис. 42. Действие качества и количества протеина в рационе на потребление корма и прирост веса у цыплят (неполноценный протеин из злаковых кормов и полноценный — смесь из протеиновых концентратов растительного и животного происхождения).

Опыты последних лет (И. М. Кузнецова, Яговкина, Никольской и др.) показывают, что жвачные, а часто лошади и свиньи, получавшие корма, богатые амидным азотом, могут покрывать частично свои потребности в протеине как за счет аминокислот амидов (свиньи), так и за счет синтеза протеина микроорганизмами пищеварительного тракта (жвачные).

Недостаточность протеина у молодняка сельскохозяйственных животных резко проявляется при переводе с молочного кормления на рационы из растительных кормов, особенно в тех случаях, когда в послемолочный период им не дают хорошо переваримых кормов, богатых протеином.

Сено и силос из бобовых и других трав, богатых протеином, зернобобовые культуры, жмыхи и вообще концентраты, богатые протеином, обеспечивают потребность в протеине во многих случаях кормления как взрослых, так и молодняка сельскохозяйственных животных. Значение недостатка протеина (белка) для молочных коров было показано А. К. Шрабе, Фразером и др.

В опыте Фразера три группы коров получали однотипные рационы, но сено в рационах было различного качества, и главным образом поэтому протеина содержалось в рационах неодинаковое количество (табл. 129).

Таблица 129

Влияние протеина в рационе на удой

Группы	Сено в рационе	Протеина в рационе (процент нормы)	Удой (в процентах)
I	Плохое	59	35
II	Хорошее	83	70
III	Отличное	100	100

Содержание в этих трех рационах углеводов и общая питательность рационов были сходными.

Переваримого протеина требуется (в граммах на 1 *кг* сухого вещества корма):

стельной сухостойной корове	64
дойной корове с суточным удоем: 10 *кг* молока	80
30 » »	120
50 » »	150
теленку 6 месяцев	170
рабочей лошади	80
откармливаемой свинье	60—100

Переваримого протеина содержат (в граммах на 1 *кг* сухого вещества):

молодая пастбищная трава	147
сено: луговое хорошее	92
клеверное хорошее	110
перестойное плохое	32
солома овсяная	15
силос из клевера	110
картофель	64
турнепс	87
свекла сахарная	36
дробина: овса	92
ячменя	77
отруби пшеничные	149
жмых: льняной	324
подсолнечниковый	369
мясная кормовая мука	753
молоко: цельное	268
снятое	392

Признаки недостаточности поступления протеина в пищу проявляются довольно отчетливо. У всех животных наблюдается худшее развитие, плохой внешний вид и понижение продуктивности; у овец понижение плодовитости. Мало известно о последствиях недостатка протеина для лошадей, по крайней мере рабочих. Свиньям часто может недоставать протеина во всех случаях выращивания, откорма молодняка и кормления племенных, если они получают рационы из сочных кормов и зерна злаковых без добавок протеиновых кормов. Исключение составляет кормление летом при даче соответствующих количеств молодой травы или зимой при даче сена и силоса из бобовых трав.

Молодняку свиней часто недостает протеина как в количественном, так и в качественном отношении. Считается рациональным скармливать им снятое молоко и другие источники протеина животного происхождения в количестве до половины всей нормы протеина. Зерна злаковых считаются для свиней недостаточными по качеству протеина, а в некоторых случаях и по его количеству. Однако сочетание зернового корма с достаточным количеством травы пастбищ дает рацион с протеином высокой биологической ценности уже в тех случаях, когда на долю протеина травы приходится $^1/_5$, $^1/_6$ от общего протеина рациона.

КОРМА С НЕДОСТАТКОМ ЖИРА

Недостаток жира в рационах из натуральных кормов встречается редко, тем более что размер потребностей в жире выяснен только для единичных случаев кормления.

Недостаток жира в рационах возможен при скармливании животным остатков от промышленной переработки пищевых продуктов и сырья.

К таким кормам, недостаточным по жиру, относятся обрат, шрот зерен и семян высоких степеней обезжиривания. Экспериментальное кормление ягнят, телят и подсвинков рационами, практически лишенными жира, приводило к появлению дерматитов и других расстройств. Подсвинки на 70—80-й день такого кормления погибали. Ягнята и козлята, получавшие обезжиренную пищу с двухдневного возраста, слабели и погибали в 3—7-недельном возрасте, а у телят наблюдались расстройства обмена и поносы. Минимум жира в пище новорожденных находится около 2—3%. В датском молочном скотоводстве не рекомендуется высокоудойным коровам скармливать только шроты, но давать в качестве белковых кормов жмыхи с содержанием около 4—6% жира.

Выпойка помесных телят на молоке с пониженным содержанием жира (до 2%) дала худшие результаты по сравнению с выпойкой на молоке нормальной и высокой жирности (А. М. Балабанова).

КОРМА С НЕДОСТАТКОМ ЛЕГКО ПЕРЕВАРИМЫХ УГЛЕВОДОВ

Недостаток углеводов может возникнуть при кормлении животных большими дачами технических остатков пивоваренного, винокуренного, свеклосахарного и крахмало-паточного производств. Указанные отходы бедны легко переваримыми углеводами, так как сахара и крахмал из них почти полностью извлекаются при производстве пива, спирта, сахара и крахмала. Недостает углеводов в перебродившем, выщелоченном сене. По мере созревания растений содержание сахаров в них убывает.

Если до колошения в сухом веществе зеленых растений в среднем содержится 8—13% сахаров, в фазе цветения 4—8%, то в фазе плодоношения только 3—5%. В сене содержится 4—8% сахара, в силосе из злаковых растений около 2%.

А. К. Данилова и А. С. Солун в своих опытах по откорму птицы наблюдали сильное развитие кетоза и эндогенных авитаминозов при кормлении животных рационами, бедными легко переваримыми углеводами. А. П. Дмитроченко с сотрудниками неоднократно устанавливали кетоз в подобных условиях кормления молочных коров.

Явления кетоза полностью устранялись при введении кормов, богатых сахарами, в частности при даче кормовой патоки.

КОРМА С НЕДОСТАТКОМ И ИЗБЫТКОМ КЛЕТЧАТКИ

При оценке питательности кормов клетчатка часто признавалась за балластное вещество, снижающее питательность, почему заботились о возможном уменьшении ее содержания в кормах. Однако выяснилось, что как недостаток, так и избыток клетчатки вредят нормальному развитию молодняка животных, особенно вредят нормальному течению пищеварительных процессов.

Доведение содержания клетчатки в рационе коров до оптимума приводило к поддержанию и даже к повышению удоев, в то время как при низком уровне доставки клетчатки удои снижались. Недавно А. С. Емельянов и М. И. Володина показали, что на рационах из одной кормовой капусты и капусты с концентратами, содержавших мало клетчатки, коровы чувствовали себя плохо, причем заметно снижались удои и содержание жира в молоке.

После того как указанные рационы были дополнены соломенной резкой и тем самым было повышено содержание в рационе клетчатки, отмеченные выше

последствия не наблюдались. Потребность в клетчатке зависит от вида и возраста животных. Недостаток клетчатки для коров возможен при скармливании рационов с малым содержанием грубых кормов, силоса, травы и большого количества концентратов.

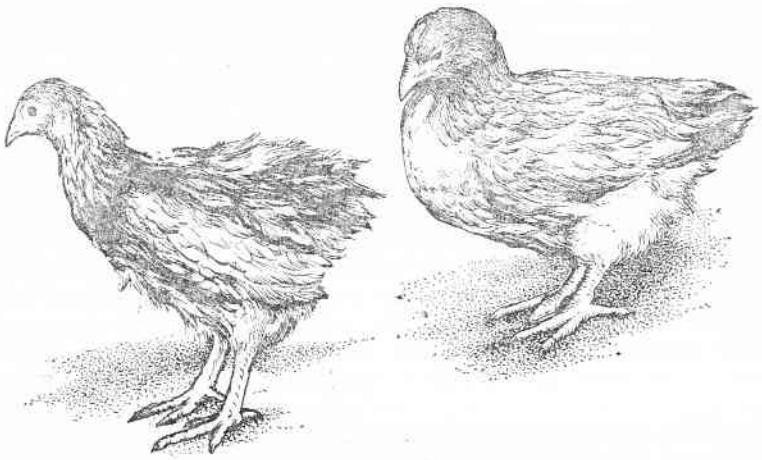


Рис. 43. Роль клетчатки в развитии молодняка (по Драперу).

Цыпленок слева кормился разносторонней пищей с низким содержанием клетчатки; справа его сверстник, получавший взамен части дробленой кукурузы непросеянную овсянку, что привело к увеличению доставки клетчатки.

КОРМА С НЕДОСТАТКОМ И ИЗБЫТКОМ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

В некоторых районах растения, произрастающие на почвах, бедных или, наоборот, обогащенных в отношении одного или нескольких минеральных элементов, оказываются отличающимися по содержанию именно этих же элементов и могут быть причиной несбалансированности кормления. Иногда при переудобрении почв минеральный состав растений извращается, так как избыток одних элементов влечет за собой пониженную усвояемость растениями других. В Советском Союзе известны области, почвы которых недостаточны в отношении некоторых минеральных элементов. Такие области получили название зон недостаточности, так как в них наблюдаются заболевания животных, связанные с недостаточностями минерального питания. В некоторых районах, особенно южных, растения бедны фосфором. Продолжительное кормление рационами, недостаточными по фосфору, вызывает у молодых животных рахит, а у взрослых болезненное состояние — афосфороз. Недостаток фосфора довольно широко распространен среди пищевых минеральных недостаточностей. Обострение этого недостатка наблюдается в засушливые годы даже в районах обычно благополучных. Из местных проявлений значительного недостатка фосфора должен быть упомянут описанный Мартьяновым недостаток, наблюдавшийся в хозяйствах Орского района [1]. Фосфорный голод испытывает часть растительности степей и других мест. Недостаток фосфора в местных кормах обнаружен в Казахстане, на Украине и в ряде мест нечерноземной полосы.

При хроническом недостатке фосфора появляются костные заболевания — хромоты, одеревенение суставов, искривление позвоночника, поломка костей,

[1] Ф. М. Мартьянов. Костные заболевания крупного рогатого скота в юго-восточных районах, предупреждения и борьба с ними. Труды Моск. зоот. института им. Молотова, т. 4, Москва, 1936.

общее исхудание животных, извращение аппетита и снижение молочной продуктивности.

Трава пастбищ, сено и солома в хозяйствах, расположенных на почвах, бедных по фосфору, также бедны им. Содержание фосфора в кормах колеблется в пределах от 0,17 до 0,10%, а иногда и ниже. Широкое применение корнеклубнеплодов, бедных по содержанию минеральных веществ вообще и по фосфору в частности, делает более вероятной фосфорную недостаточность.

Второе место по распространенности занимает кальцевая недостаточность, связанная с низким содержанием кальция в кормах. Эта недостаточность зависит от состава и количества употребляемого грубого корма, от условий среды и вида производимого животным продукта. Считается, что большое и даже неограниченное количество грубых кормов, содержащих около 0,3% кальция на сухой вес, достаточно для покрытия потребности в кальции на лактацию и воспроизводство. Недостаточность кальция всегда проявляется в тех случаях, когда животные содержатся на рационе с очень малым количеством грубого корма или когда грубый корм представляет собой обедненную кальцием солому злаковых, перестоявшее или выщелоченное дождями сено.

Таблица 130

Содержание кальция (Ca) и фосфора (P) в кормовых продуктах (в процентах)
(по М. И. Дьякову и Ю. В. Голубенцевой)

Кормовые продукты, богатые кальцием и фосфором (не требуют прибавки углекислых или фосфорнокислых солей кальция)			Кормовые продукты, бедные кальцием, но богатые фосфором (требуют прибавки углекислого кальция)			Кормовые продукты, бедные кальцием и фосфором (требуют прибавки фосфорнокальциевых солей)		
Корм	Ca	P	Корм	Ca	P	Корм	Ca	P
Луговое сено	0,64	0,14	Пивная дробина (сырая)	0,16	0,47	Картофель	0,01	0,05
Клеверное сено	1,14	0,17	Зерна кукурузы	0,01	0,26	Картофельная барда	0,02	0,06
Люцерновое сено	1,05	0,22	Зерна пшеницы	0,04	0,47	Картофельная мезга	0,04	0,01
Эспарцетовое сено	1,20	0,20	Зерна ржи	0,07	0,30	Кормовая свекла	0,02	0,03
Сено соевое	1,16	0,20	Зерна ячменя	0,08	0,28	Мелясса	0,29	0,02
Сено (в начале цветения)	1,29	0,42	Зерна овса	0,09	0,23	Солома ячменя	0,19	0,09
Солома гороха	1,14	0,16	Солодовые ростки	0,14	0,66	Солома овса	0,25	0,09
Солома бобов полевых	0,86	0,13	Пшеничные отруби	0,13	0,11	Солома ржи	0,22	0,07
Кунжутовые жмыхи	1,79	1,43	Ржаные отруби	0,15	1,50	Солома пшеницы	0,21	0,04
Маковые жмыхи	1,94	1,39	Льняные жмыхи	0,31	0,71			
			Мука семян хлопчатника (обезжиренная)	0,27	1,35			

При кормлении лошадей сеном, бедным по кальцию, наблюдались случаи хромот. Если свиньи кормятся рационом, состоящим главным образом из зерновых кормов и продуктов их переработки, если они не получают ни зерен, ни сена бобовых, ни кормов животного происхождения и содержатся преимущественно в помещениях без выгула, то у них часто наблюдаются признаки кальциевой недостаточности. В областях, где почвы образованы из гранитных и им подобных пород, с которыми связано наличие мягких вод

(озера ледникового происхождения), наблюдается остеопороз животных (ломкость костей). Эта энзоотия зарегистрирована в восточной части Забайкалья, на юго-востоке европейской части, по Волге и в других местах. Причиной ее является недостаток кальция или фосфора или обоих вместе, а также неудовлетворительное отношение их к другим щелочноземельным элементам: магнию, бериллию и стронцию. В бассейнах рек с мягкой водой у животных наблюдается массовое понижение содержания кальция в крови. С избытком кальция приходится встречаться при чисто объемистом кормлении, при произрастании растений на карбонатных и переизвесткованных почвах, при неумеренном применении кальциевых подкормок. Иногда в комбикорма вносят соли кальция в чрезмерных количествах, не согласованных с доставкой кальция в объемистых кормах. Избыток кальция снижает использование пищи.

Из прочих минеральных элементов, с недостатком которых можно чаще всего столкнуться, необходимо назвать натрий, в котором обычно ощущается недостаток, особенно у животных, получающих только растительные корма. Включение в кормовую дачу кормов животного происхождения сильно смягчает обычный недостаток натрия. Во всех же других случаях обязательно введение умеренных количеств поваренной соли, чем снимаются последствия недостаточности в этом элементе.

В некоторых областях Советского Союза наблюдается энзоотия зоба у животных. К числу таких областей относятся отдельные районы Кавказа, Алтая, Памира, ряд местностей в БССР, Марийской АССР, Закарпатской области, Ярославской области и в некоторых других. Причиной заболевания является недостаток иода в пище, воде и в воздухе. Но, повидимому, возможны и какие-то дополнительные условия, приводящие к зобу.

В отдельных случаях зарегистрировано болезненное состояние животных на почве недостатков таких микроэлементов, как марганец, кобальт, медь. В повышенных дозах все эти три элемента являются токсичными. В то же время растительность некоторых районов и микрозон не содержит их в количествах, необходимых для обеспечения здоровья животных. Недостаток кобальта выявлен в Ярославской области, в Латвии и вероятен в других

Таблица 131

Биологическая оценка минеральной части кормов
(по М. И. Дьякову и Ю. В. Голубенцевой)

Корм	Недостает	Корм	Недостает
Хлебные зерна	Ca, Na, Cl, J	Люцерна, клевер, луговые травы	Достаточно
Белая мука	Ca, Na, Cl, J, P	Менее доброкачественные кислые травы	Na, Cl, P
Солодовые ростки	Достаточно	Сено бобовых	Достаточно
Зерна бобовых	Ca, Na, Cl	Молоко цельное	Fe
Корнеплоды	Ca, Na, Cl	Рыбная мука	Достаточно

северо-западных областях. Недостаток меди отмечен в Киевской области, Латвии, Белоруссии и в ряде других мест. Избыток марганца встречается в растительности низинных мест. Этот избыток отрицательно сказывается на усвоении животными кальция. Вблизи месторождений можно столкнуться с избытком других микроэлементов, например никеля.

Независимо от условий местности в натуральных кормах вероятны такие недостаточности: в зернах злаковых может недоставать кальция, натрия, хлора и иода, в зернах бобовых и в корнеплодах недостает кальция, натрия, хлора.

В люцерне, клевере и луговых травах высокого качества, особенно до их огрубения, содержатся все требующиеся животным минеральные элементы в достаточных количествах. По мере созревания у огрубевших трав снижается содержание кальция, значительно снижается содержание фосфора и хлора. Кислые травы обычно недостаточны по кальцию, натрию, хлору и фосфору.

Сено бобовых трав, рыбная, мясная и мясо-костная мука содержат в себе достаточное количество минеральных веществ. Цельное молоко иногда бывает недостаточно по железу, а при длительном применении в корм без добавки хороших растительных кормов — травы и сена — может оказаться также недостаточным и по кальцию.

КОРМА — ИСТОЧНИКИ ВИТАМИНОВ И КОРМА С НЕДОСТАТКОМ ВИТАМИНОВ

Среди веществ пищи, обусловливающих полноценность кормления сельскохозяйственных животных, витаминам принадлежит важная роль. Из определения полноценного кормления следует, что оно невозможно, если в кормах недостает факторов, обеспечивающих поддержание здоровья, плодовитости, продуктивности и т. п. Известно, что недостаток витаминов приводит к возникновению болезней витаминной недостаточности и к нарушению перечисленных функций. Наиболее вероятен недостаток витамина А, так как его предшественник — каротин, содержащийся в некоторых растительных кормах, весьма нестоек и при неудовлетворительных уборке и хранении почти полностью разрушается. Кроме того, многие корма не содержат ни каротина, ни витамина А. Хорошим источником каротина является зеленая трава в ранних фазах роста. По мере развития растений содержание каротина уменьшается, причем листья всегда содержат его больше, чем стебли. Богаты каротином бобовые растения, крапива, капуста, ботва огородных культур, зелень топинамбура, красная морковь, желтые сорта тыквы и кукурузы и зелень проращенных зерен, например овса и ячменя. Достаточно содержится каротина в хорошо приготовленных и сохраненных сене и силосе из молодой травы. Молозиво и молоко являются единственным источником витамина А для молодняка в первые дни жизни, но содержание витамина в этих продуктах целиком зависит от витаминного кормления самок. Молозиво значительно богаче витамином А и каротином, чем молоко.

Недостаточность витамина А и каротина возникает при продолжительном кормлении животных бедными ими кормами. К последним относятся перестоявшая трава всех видов растений, особенно злаковых, сено, пострадавшее от дождя при уборке или подвергшееся ферментации при хранении, силос верхних слоев, подвергавшихся продолжительному облучению солнечным светом и приготовленный по «горячему» способу. Каротина не содержат солома и другие гуменные корма, зерна и продукты их переработки, корне-клубнеплоды.

Многие из членов комплекса витаминов В синтезируются микроорганизмами рубца и слепой кишки сельскохозяйственных животных, за исключением свиней. Поэтому недостаточность некоторых членов комплекса витамина В возможна при их отсутствии в кормах у свиней, у молодняка разных видов, пока его пищеварительный тракт не обогатился микроорганизмами, а также у взрослых животных, если у них микрофлора пищеварительного тракта ненормальна. Найдено, что для нормальной деятельности бактерий рубца жвачных необходимо к рациону из грубых кормов добавлять зерновые злаковые корма или продукты их переработки. Нормальная деятельность бактерий рубца характеризуется, в частности, усиленным синтезом витамина B_2.

Свиньи нуждаются в доставке с кормами всех членов комплекса витаминов В, что достигается при введении в рацион зерновых продуктов, дрожже-

ванных кормов и при скармливании дрожжей, а в качестве источников витамина B_{12} антибиотиков или кормов животного происхождения.

Столь же хорошими источниками витаминов комплекса В являются зеленая трава, прежде всего бобовых, отруби из ячменя и овса, картофель, корнеплоды, молозиво, молоко цельное и снятое. Проращивание зерна до наклева ростка обогащает их витаминами комплекса В.

Недостаток витамина С проявляется в низком содержании аскорбиновой кислоты в крови и ухудшении способности к размножению. Витамин С нормально синтезируется в теле животных, и его недостаток возникает при нарушении этого синтеза. Замечено, что причиной недостатка витамина С может быть кормление животных грубыми кормами плохого качества.

Свиньям и лошадям полезно скармливать корма, содержащие достаточное количество витамина С, — корнеплоды, силос, траву.

О недостатке витамина К, по крайней мере у жвачных, вопрос не возникает, так как он синтезируется микрофлорой рубца. Потребность в витамине D удовлетворяется, с одной стороны, за счет его образования в теле под действием ультрафиолетовых лучей, а с другой стороны, за счет поступления витамина с кормами. Второй источник приобретает большое значение в зимнее время, особенно в тех случаях, когда животные не пользуются прогулками или прогулки непродолжительны. К натуральным кормам, являющимся источниками витамина D, относятся грубые корма — сено и солома солнечной сушки, а также и силос. Количество витамина D в грубых кормах зависит от интенсивности солнечного облучения в процессе сушки. По данным А. С. Солуна, для обеспечения лактирующих коров витамином D необходимо, чтобы в рацион их входило около 10 *кг* сена. Потребность в витамине D у животных, в частности у свиней, сильно зависит от содержания в рационе кальция и фосфора. При достаточном количестве последних и правильном их соотношении потребность в витамине D минимальна.

Недостаток витамина Е — явление редкое, но возможное у молодняка, в частности у телят, получающих молоко, бедное этим витамином или лишенное его. У телят при недостатке витамина Е развивается слабость мускулатуры на почве мышечной дистрофии (болезнь — «белые мышцы» телят).

ВРЕДНЫЕ И ПОНИЖАЮЩИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИЩИ ВЕЩЕСТВА, СОДЕРЖАЩИЕСЯ В НЕКОТОРЫХ НОРМАЛЬНЫХ И ИСПОРЧЕННЫХ КОРМАХ

Некоторые натуральные и вполне доброкачественные корма содержат в своем составе вещества, отрицательно действующие на организм животных, что выражается в потере аппетита, обеднении организма витаминами, в снижении роста молодняка, в понижении усвояемости и использовании питательных веществ. Сводка части известных по этому вопросу данных приведена в табл. 132.

Из действия испорченных кормов укажем прежде всего на повышение содержания дикумарина в испорченном шведском клевере (Линк, 1944). Скармливание такого клевера приводит к снижению протромбина в крови и к геморрагии. Устраняется это действие повышенной дачей витамина К.

Скармливание кормов, содержащих испорченный, прогорклый жир, приводит к разрушению витаминов А и Е (Маттил, 1927). Предупреждение авитаминозов может быть достигнуто введением витаминов А и Е отдельно от кормов, содержащих испорченный жир. Иногда приходится вводить эти витамины и подкожно. В местностях с высоким содержанием в почве селена, меди, никеля растительность, особенно из семейства злаковых (в том числе и зерна), бывает обогащена этими элементами до токсических уровней. Действие избытка селена устраняется повышенными дачами протеина (Гортнер, 1940), или метионина (Фельс, 1948), или мышьяка (Дюбуа, 1940).

Таблица 132

Вредные и ухудшающие использование пищи вещества, входящие в нормальный состав некоторых кормов, их действие и средства к его устранению

Корм	Название вредного вещества	Природа вещества	Действие вещества на организм животного	Средства инактивирования или разрушения вещества	Пищевые средства противодействия
Хлопчатниковый жмых и кормовая мука из хлопчатникового семени	Госсипол	$C_{30}H_{30}O_8$	Снижение потребления пищи	Разрушение окислением, нагреванием, инактивация солями железа	Неизвестно
Льняной жмых, шрот и мука из них	Неизвестно	Неизвестно	Вынос (удаление) пиридоксина из пищи (рациона)	Разрушается при замачивании в продолжительности 24 часов	Увеличенная дача пиридоксина
Люцерна	Неизвестно	Сапонин (?)	Ограничение роста цыплят	Неизвестно	Добавка холестерина и жира
Бобы клещевины	Токсальбумин	Протеин	Парализует дыхательную и вазомоторную системы	Разрушается при нагревании	Неизвестно
Зерна злаков	Фитин	Инозитол-гексофосфат	Делает фосфор и кальций недоступными для использования	Инактивируется при гидролизе ферментом фитазой	Увеличение дачи кальция
Рыба сырая	Тиаминаза	Фермент протеин	Разрушение витамина B_1 (тиамина)	Разрушается при нагревании	Повышенная дача B_1

Рисовый жмых и мука из него	Неизвестно	Неизвестно	Зобогенное	Неизвестно	Тироксин или иодированный казеин
Картофель (пасленовые)	Неизвестно	Неизвестно	Препятствует перевариванию крахмала	Разрушается при нагревании	Неизвестно
Ботва свеклы	Щавелевая кислота	Неизвестно	Переводит кальций в форму, недоступную для использования	Неизвестно	Увеличение дачи кальция
Бобы сои	Антитрипсин	Протеин	Инактивирование трипсина, гипертрофия поджелудочной железы	Разрушается теплом (при нагревании)	Неизвестно
Бобы сои	Неизвестно	Протеин	Делает метионин недоступным для использования	Разрушается при нагревании	Увеличение дачи метионина
Бобы сои	Неизвестно	Протеин	Увеличивает диурез	Разрушается при нагревании	Неизвестно
Бобы сои	Неизвестно	Неизвестно	Зобогенное	Неизвестно	Увеличение дачи иода
Бобы сои	Липоксидаза	Фермент протеин	Разрушает каротин	Разрушается при нагревании	Увеличение дачи витамина А
Капуста	Неизвестно	Неизвестно	Зобогенное	Неизвестно	Увеличение дачи иода
Кукуруза (зерно)	Неизвестно	Неизвестно	Делает никотиновую кислоту недоступной для использования	Вымачивание в известковой воде	Дача никотиновой кислоты
Люпин (белый, желтый)	Алкалоиды	—	—	Удаление алкалоидов вымачиванием	—

ГЛАВА XXVII

ИЗМЕНЕНИЯ СОСТАВА И СВОЙСТВ КОРМОВ. КОРМОВАЯ БАЗА

ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА И СВОЙСТВ КОРМОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ

При пользовании средними данными характеристики кормовых продуктов может создаться впечатление, что корм одного и того же наименования представляет собой стабилизировавшийся продукт с вполне определенным химическим составом и пищевыми свойствами. Однако в одном и том же по названию корме могут наблюдаться широкие колебания состава и свойств. Как видно будет из дальнейшего, причины таких колебаний чрезвычайно многообразны.

Проф. Н. Н. Иванов совместно с сотрудниками [1] исследовал химический состав продуктов, полученных из совершенно однородного семенного материала, но высевавшегося в различных областях СССР. Выращивание и анализы, производившиеся Всесоюзным институтом растениеводства, выполнялись по единой методике для всех точек географических посевов, и потому колебания состава следует отнести за счет географического фактора.

Для одного из испытывавшихся сортов ячменя найдены были такие колебания (в процентах) содержания протеина — Сочи 7,92, Саратов 20,52; крахмала — Сочи 62,45, Саратов 45,21.

В пунктах Советского Союза, расположенных между 57 и 65° северной широты, для отдельных сортов картофеля было установлено содержание крахмала от 14,3 до 17,2% сырого веса, а в пунктах между 57 и 50° той же широты содержание крахмала для тех же сортов было 17,8—19,4%.

П. О. Широких исследовал состав соломы озимой пшеницы и установил, что в пунктах южной зоны СССР, располагающихся с запада на юго-восток, в соломе возрастало содержание протеина с 3 до 4,5—5,0%.

Хотя выше приведены только отдельные культуры, есть основания предполагать, что это явление имеет более общий характер. В пределах одного и того же географического пункта на колебаниях химического состава растений сказывается выпадение осадков или применение поливов. При более высоком увлажнении почвы растения накапливают больше безазотистых экстрактивных веществ, получается более полновесный продукт (например, зерно), но с меньшим содержанием протеина. Это наблюдала Пехачек (Таджикский филиал АН СССР) для кормовых растений на Памире, сотрудники Всесоюзного института растениеводства и другие исследователи в ряде пунктов для ячменя и других растений. Так, по ячменю получено на неполивных участках 18,83% протеина и на поливных 11,93%.

---

[1] Н. Н. Иванов. Биохимия культурных растений. Сельхозгиз, т. I, 1936, т. II и IV, 1938.

Недостаток влаги в засушливые годы не только сказывается на снижении общего урожая кормовых продуктов или изменении процента отдельных органических веществ. В засушливые годы уменьшается также и содержание минеральных веществ. Значительно влияет на состав минеральных веществ кормов содержание химических элементов в почве. По учению акад. В. И. Вернадского, химические элементы распределены в природе неравномерно. Изменения в составе почв сказываются на составе растительного покрова, а через растения (как корм) и на питающихся кормом животных. Недостаточность или избыточность того или иного химического элемента в окружающей среде (почве, питьевой воде) по сравнению с обычным, нормальным содержанием вызывает массовые своеобразные изменения и растений и животных. В результате организм (растения и животных) или погибает, изменяется, заболевает, или сохраняется без видимых внешних изменений. Последнее явление, повидимому, представляет собой случай приспособления организмов к некоторым ограниченным колебаниям концентрации химических элементов. Заболевшие из-за недостатка минеральных веществ растения имеют неудовлетворительный состав золы, о чем можно судить по данным табл. 133.

Таблица 133

Содержание некоторых элементов и окислов в золе здоровых и больных растений

(в процентах на сухое вещество)

Растение	Состояние растения	Окись кальция	Окись магния	Окись калия	Фосфорный ангидрид	Марганец (*мг* на 1 *кг* сухого вещества)
Овес (молодое растение)	Здоровое	1,60	0,56	5,00	0,70	66
	Больное	0,58	0,15	—	0,20	9
Брюква	Здоровое	5,60	0,86	4,6	0,98	—
	Больное	1,00	0,30	1,00	0,33	—
Картофель	Здоровое	4,70	0,80	6,50	0,63	40
	Больное	1,00	0,34	3,70	0,20	7

Растения, страдающие от недостатка или избытка некоторых элементов в почве, изменяют свой внешний вид. Появившиеся при этом признаки можно использовать как косвенные доказательства неудовлетворительного состава почв и состава растений. При отсутствии бора в почве у свеклы развивается гниль сердечка, а у бобовых не развиваются клубеньки.

При некоторых степенях избытка и недостатка состава кормов и питьевой воды появляются так называемые энзоотические заболевания. Теперь уже известно, что связь с местом проистекает из отклонения в геохимическом составе земной коры таких районов и в связи с этим из отклонений в условиях питания организмов. Еще недавно многие из таких заболеваний считались инфекционными. К таким заболеваниям относятся ломкость костей и рахит (недостаток Ca и P или обоих вместе), зобная болезнь (на почве недостатка иода), пищевая анемия (на почве недостатка железа, меди, кобальта — порознь или вместе), ряд заболеваний и расстройств, вызываемых избытком в пище никеля, фтора и селена, наблюдающихся в некоторых местностях, и т. д. Многие из подобных расстройств устраняются соответствующими дополнениями к пище, заменой пищи или исправлением состава почв внесением удобрений.

Средством активного изменения состава и свойств кормовых растений является селекционная работа по выведению новых сортов (Н. Н. Иванов) [1].

Столь же активным приемом воздействия на состав и свойства кормов является агротехника, в частности применение удобрений. Скармливание травы бобовых, выращенной на правильно удобренных, плодородных землях, реже приводит к случаям вздутия, чем это наблюдается от скармливания травы бобовых, произрастающей на истощенных почвах. Однако, судя по имеющимся в литературе данным, удобрение почв под бобовые культуры (клевер, люцерну) сильнее сказывается на размере урожая и в меньшей мере на их химическом составе.

В опытах Л. Леокене (ВИР) был получен урожай одних и тех же травосмесей при разном удобрении — навозном, полном минеральном и без удобрения, а А. А. Чубинской (ЛВИ) исследован химический состав урожая.

Данные для клеверо-тимофеечной смеси приведены в табл. 134.

Таблица 134

Химический состав клеверо-тимофеечной смеси, убранной в фазе начала цветения

Ботанический и химический состав	Без удобрений	По навозному удобрению	По полному минеральному удобрению
Ботанический состав (проц.)			
Красный клевер	51,6	60,0	84,4
Тимофеевка	48,4	40,0	15,6
Химический состав			
Гигроскопическая влага (проц.)	9,12	8,23	8,96
Протеин (проц. в воздушно-сухом веществе)	9,19	9,31	13,37
Клетчатка (проц. в воздушно-сухом веществе)	25,03	27,19	22,58
Зола (проц. в воздушно-сухом веществе)	5,96	6,33	6,76
Кальция (*г* в 1 *кг*)	7,94	11,73	10,35
Фосфора (*г* в 1 *кг*)	2,77	3,36	3,28
Кобальта (*мг* в 1 *кг*)	0,406	0,243	0,390
Меди (*мг* в 1 *кг*)	15,47	8,94	12,97
Марганца (*мг* в 1 *кг*)	36,29	18,98	29,31

Из этого примера видно, что в зависимости от удобрения оказалось возможным получить различное по ботаническому и химическому составу сено, хотя высеяна была одна и та же травосмесь.

По люцерне подмечена интересная зависимость, а именно содержание кальция находится в тесной связи с ее произрастанием на различных почвах, а процентное содержание калия в люцерне не является функцией почвенной структуры [2]. Содержание калия в растении в значительной степени зависит от содержания кальция: с увеличением содержания кальция идет уменьшение содержания калия и наоборот.

Что касается злаковых растений (ячменя, овса и тимофеевки), то они ведут себя иначе, чем бобовые культуры. Они очень отзывчивы на удобрения, и состав их меняется от внесенных в почву веществ. Влияние сказывается на проценте протеина, углеводов (включая и клетчатку), витаминов и минеральных веществ. Так, например, внесение в почву фосфорного удобрения приводило к увеличению содержания фосфора в тимофеевке.

[1] Н. Н. Иванов. Проблема белка в растениеводстве. Сельхозгиз, 1947.

[2] Н. Н. Иванов. Биохимия культурных растений, т. II, стр. 250. Сельхозгиз, 1938.

Состояние удобренности почвы сильно влияет на химический состав овса. На почвах, богатых азотом и фосфором, получают зерно, более богатое протеином и белком. Внесение в почву извести, наоборот, ведет к снижению в овсе процента протеина, жира и пленчатости, но к увеличению содержания крахмала.

Ф. Ф. Ефимов [1] описывает свои опыты по обогащению состава трав и других кормовых растений протеином, проведенные на Горьковской областной зоотехнической станции. На луговой участок в пойме Оки вносился сульфат аммония вскоре после спада полых вод. Уже при внесении 60 *кг* удобрения на 1 *га* содержание протеина в сене возрастало в 2 раза. В сухом веществе сена с участка без удобрения содержалось около 8% протеина, а с удобренного участка — от 15 до 18% протеина. Опыты Ефимова с полевыми кормовыми культурами дали подобные же результаты. В частности, содержание протеина в овсе, как правило, бедном протеином, значительно возросло при применении достаточных доз азотного удобрения (табл. 135).

При выращивании других культур в условиях улучшенного азотного питания также повысилось содержание протеина — в подсолнечнике в $1^1/_2$ раза, в корнях турнепса в 2—4 раза. Обогащать корма протеином можно, выращивая кормовые культуры на хорошо удобренных почвах.

Состав золы кормовых растений, как мы уже видели, также улучшается, если их выращивать на удобренной почве. На почвах, бедных по содержанию усвояемых минеральных веществ, произрастают растения с бедным составом золы. Эта общая закономерность особенно сильно проявляется в составе золы растений из семейства злаковых, представляющих собой основную массу кормовых растений. На составе золы трав из семейства бобовых эта зависимость не проявляется в такой мере, но зато бобовые на бедных почвах быстро выпадают.

Таблица 135

Содержание протеина (в процентах) в сухом веществе овса

Корм	На неудобренном участке	На удобренном участке	Увеличение (процент)
Зерно	9,75	15,73	61
Солома	3,20	8,41	163
Мякина	6,96	11,50	62

О составе золы овса известно, что содержание кальция, фосфора, меди и иода находится в соответствии с содержанием этих же элементов в почве в тех случаях, когда эти элементы находятся в ней ниже некоторого уровня.

Корне-клубнеплоды также очень отзывчивы на удобрение. Удобрения, вносимые под картофель, особенно калийные, приводят к увеличению содержания крахмала. Изменение состава золы в клубнях при этом не отмечается. При внесении удобрений под корнеплоды, в частности под морковь, наблюдается повышение сахаристости и в малой степени увеличение процента золы. При внесении извести в почву с высокой кислотностью по мере уменьшения последней повышается урожай сухого вещества травы и процент протеина в ней.

При внесении удобрений под травы возрастала и питательность сена.

Опытами в Вологодском сельскохозяйственном институте доказано, что на удобренных участках произрастал тот же вид травы, что и на неудобренных, но при удобрении, помимо всех известных от этого следствий, трава становилась значительно богаче каротином.

[1] Ф. Ф. Ефимов. Обогащение растительных кормов при помощи минеральных удобрений почвы. «Проблемы животноводства», № 3, 1936, стр. 45.

Е. Дьякова [1] также установила, что внесение с удобрениями минеральных элементов, которыми была обеднена почва, повышает урожай трав, процент их облиственности и процентное содержание каротина. Автор отметила прямую зависимость между процентом каротина в листьях, процентом общего азота, содержанием хлорофилла и интенсивностью окраски листьев.

Таким образом, произрастание плохо облиственных, бледно окрашенных растений служит признаком необходимости удобрения почвы, признаком обедненности растительности питательными веществами и каротином.

В то же время в применении удобрений под кормовые культуры нужна разумная умеренность. Переудобрение почв приводит к ухудшению состава кормов, в частности минерального. Так, анализ тимофеевки, костра и клевера, выращенных на переудобренных почвах, показал снижение содержания железа, меди, кобальта, магния и марганца при нормальном содержании фосфора и кальция [2].

Кормление крупного рогатого скота кормами с таких переудобренных почв без исправления недостатков зольного состава приводило к явлениям пищевых недостаточностей и у телят и у молочных коров.

Одним из важных условий, определяющих питательную и биологическую ценность кормов и некоторые особенности их химического состава, является степень, или фаза, зрелости кормовых растений. Приведем несколько относящихся сюда данных (табл. 136).

Таблица 136

Урожай сена и протеина тимофеевки (*кг/га*) по фазам зрелости и в зависимости от удобрения

Фаза зрелости	Площадь не удобренная		Площадь удобренная	
	сена	протеина	сена	протеина
Начало образования колосьев	1540	117	4030	261
Полное развитие колосьев	2108	136	4702	277
Начало цветения	2578	151	5080	257
Тотчас после полного цветения	2680	127	5220	221
Пожелтение колосьев	2860	136	5305	229
Зрелость семян	2815	120	5195	196

Из этих данных видно, что, особенно на неудобренной площади, по мере зрелости тимофеевки сбор сена возрастает, но зато сбор протеина после фазы начала цветения уменьшается. Особенно же снижается процент протеина в сене. Так, для сена с неудобренной площади процент протеина по фазам (табл. 136) составляет: 7,6; 6,4; 5,9; 4,7; 4,8; 4,3.

Это обстоятельство надо иметь в виду при выборе сроков сенокошения, особенно в тех случаях, когда хозяйству недостает протеина. Фазы зрелости растения сказываются, кроме того, и на содержании минеральных веществ в растении (табл. 137).

По всем элементам золы, кроме фосфора, растения, убранные в ранние фазы, более богаты, чем убранные позднее. Одновременно из табл. 137 видно, что листья, за исключением калия и фосфора, богаче зольными элементами, чем стебли.

[1] Е. Дьякова. Влияние условий питания на содержание каротина в кормовых травах. Доклады ВАСХНИЛ, 1945, в. 6, стр. 28—32.

[2] H. A. Keener & oth. Journ. Dairy Sci. Vol. 38, № 6, 626, 1955; Аналогичные особенности зольного состава урожая при больших дозах удобрений отмечены и А. А. Чубинской (стр. 486).

Таблица 137

Состав люцерны (в процентах) на сухой вес

Части растения	Фазы развития	Азот	Зола	В золе в виде окислов					
				кальция	магния	калия	железа	марганца	фосфора
Все растение	До цветения	2,85	8,47	2,72	0,62	1,47	0,036	0,10	0,72
	В период цветения	2,94	7,38	1,89	0,48	1,81	0,034	0,08	0,73
	В среднем	2,90	7,93	2,31	0,55	1,64	0,035	0,09	0,73
Листья	В среднем	3,44	9,81	3,19	0,66	1,64	0,048	0,014	0,72
Стебли	В среднем	2,31	5,90	1,34	0,43	1,64	0,022	0,004	0,75

Очевидно, что состав минеральных веществ всего растения зависит от степени облиственности, а минеральный состав сена от того, сохранены ли при уборке и хранении листья или они превратились в труху и потеряны как корм для животных.

Ошибки в выборе сроков уборки и заготовки сильно сказываются на качестве кормов. Данные А. В. Серебрянникова об изменении качества травы в зависимости от фазы вегетации приводятся в табл. 138.

Таблица 138

Питательность и поедаемость травы в зависимости от фазы вегетации

Фаза вегетации	Содержится в 100 *кг*		Поедаемость травы на хорошем травостое (процент)
	продуктивных кормовых единиц	белка (*кг*)	
До выбрасывания соцветий	25	2,5	95,0
При выбрасывании соцветий	20	2,0	75,0
В момент цветения	15	1,5	50,0
После цветения	10	1,0	25,0—10,0

Таким образом, животные получают 1 продуктивную кормовую единицу в первом случае в 4 *кг* травы, для чего ее должно быть дано 4,2 *кг*, во втором — в 5, в третьем — в 6,5 и в четвертом — в 10 *кг* травы. В последнем случае, чтобы было съедено 10 *кг* травы, надо ее задать 40 *кг* и более, так как животные поедают только 25% и менее веса более нежных частей растений.

При уборке растений на хранение, что для зеленых кормов сопровождается обычно консервированием (сушкой или силосованием), происходят изменения химического состава. Срезанные или выкопанные растения до консервирования или до наступления покоя проходят стадию «голодного обмена», во время которой теряется некоторое количество органического вещества, тем большее, чем продолжительнее этот голодный обмен. Так, например, А. А. Зубрилин в клевере, голодавшем шесть суток, наблюдал потери 10,0% сухого вещества, 6,3% сахара и значительный распад белка с увеличением количества растворимых азотистых веществ [1]. Интересное явление переаминирования, сопровождавшееся увеличением некоторых важных аминокислот, наблюдала Л. И. Николаева в процессе сушки сена (сноска на стр. 50).

[1] А. А. Зубрилин. Научные основы консервирования зеленых кормов. Сельхозгиз, 1947, стр. 146.

При сушке травы на сено теряется часть питательных веществ механическим путем, за счет обламывания нежных пересохших частиц травы. Эти потери составляют 5—15% переваримого вещества, а так как химический со-

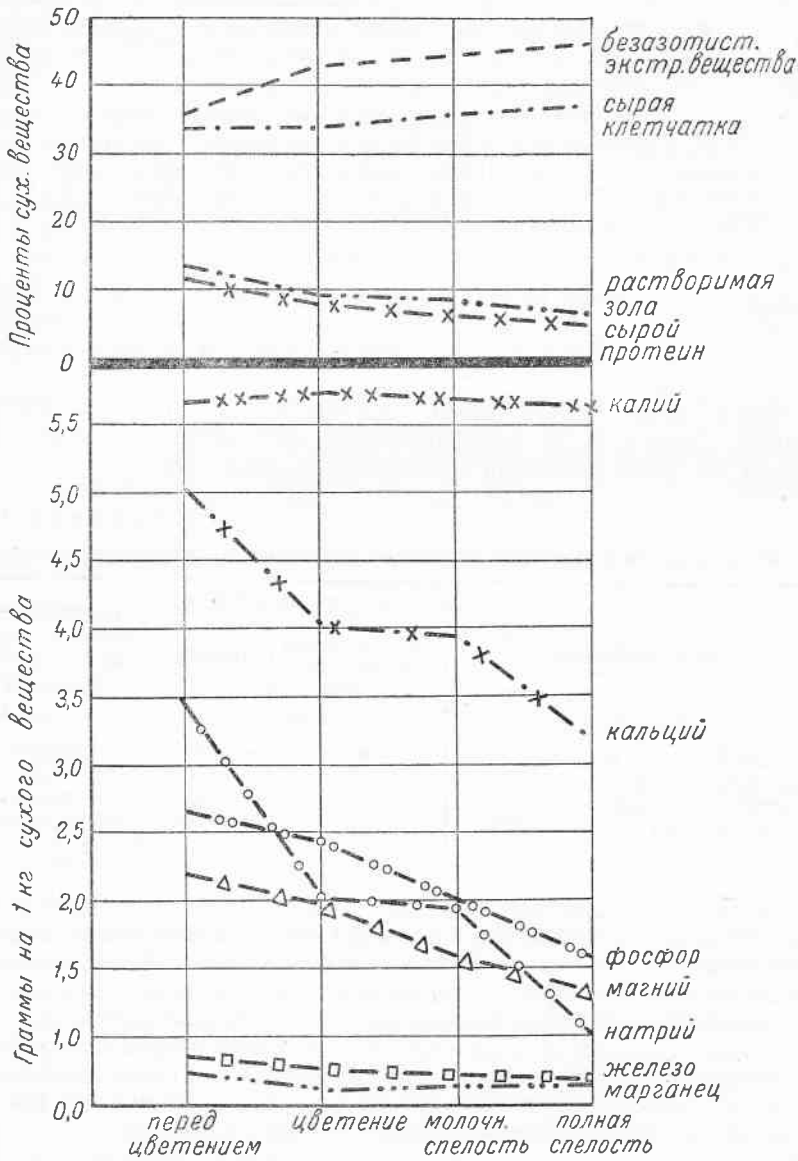


Рис. 44. Химический состав сухого вещества злаковых растений в различные фазы роста.

став листьев отличается от состава стеблей и от состава всего растения, то механические потери неизбежно ведут к изменению химического состава сена (табл. 139).

Потери особенно возрастают в тех случаях, когда сушка травы на сено затягивается или производится в неблагоприятную погоду. При сушке в неблагоприятную погоду теряется до $^1/_3$ сухого вещества, до $^1/_2$ перева-

Таблица 139

Химический состав сухого вещества травы и сена, полученного из той же травы
(в процентах на сухое вещество)

В сухом веществе	Протеин	Жир	Безазотистые экстрактивные вещества	Клетчатка	Зола
Травы	13,12	3,94	53,63	22,45	6,86
Сена	9,19	3,69	54,20	26,36	6,66

римых питательных веществ, переваримого протеина и значительная часть каротина.

При правильном приготовлении силосованного корма размер потерь питательных веществ значительно меньше.

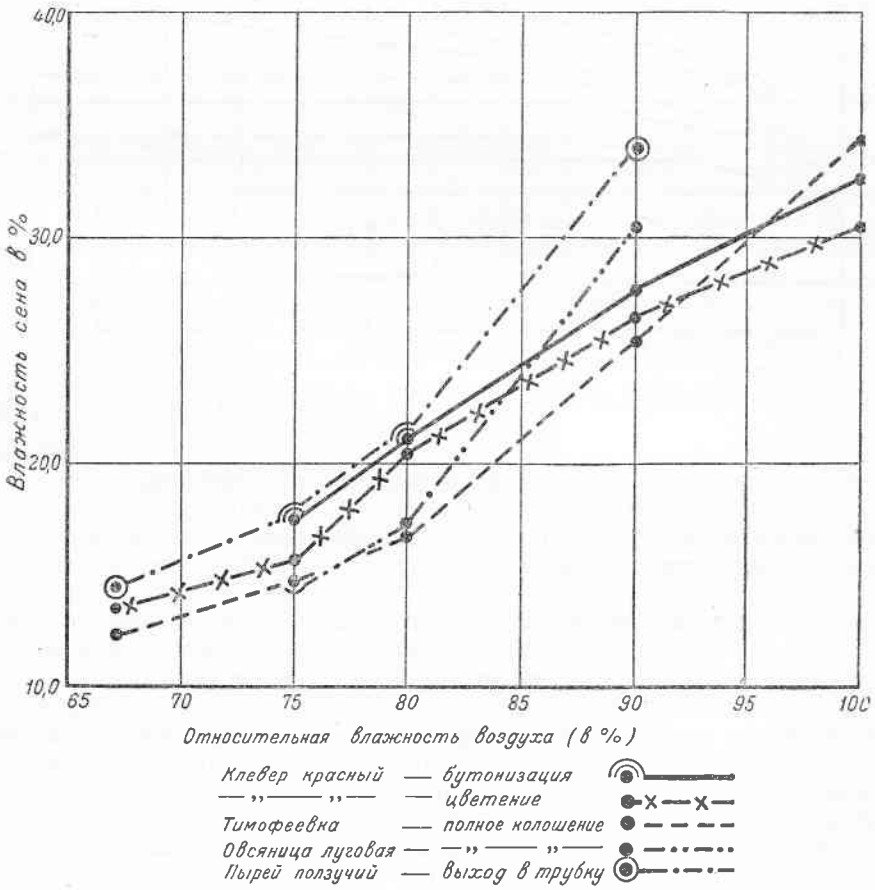


Рис 45. Зависимость содержания влаги в сене от относительной влажности воздуха при температуре 20—23° (равновесная влажность сена). По В. А. Бориневичу и А. Ф. Плотникову.

По имеющимся в литературе данным, эти потери составляют $^1/_{10}$—$^1/_5$ от содержания питательных веществ в растениях в момент закладки растений в силосное сооружение.

При хранении в кормах происходят также изменения, в результате которых меняется химический состав хранящихся продуктов. Иногда изменения в кормах на химическом составе их не отражаются, но влияют на поедаемость и переваримость корма. В качестве примера опишем результаты одного из опытов по данному вопросу.

Из однородной травы было приготовлено две партии сена. Одна из них, лучше высушенная, сохранялась под навесом и к моменту скармливания имела зеленый цвет и приятный запах. Вторая партия была застогована в более влажном состоянии. В стогу эта партия забродила, прогрелась и побурела. Интересно отметить, что валовой химический состав этих партий к моменту скармливания

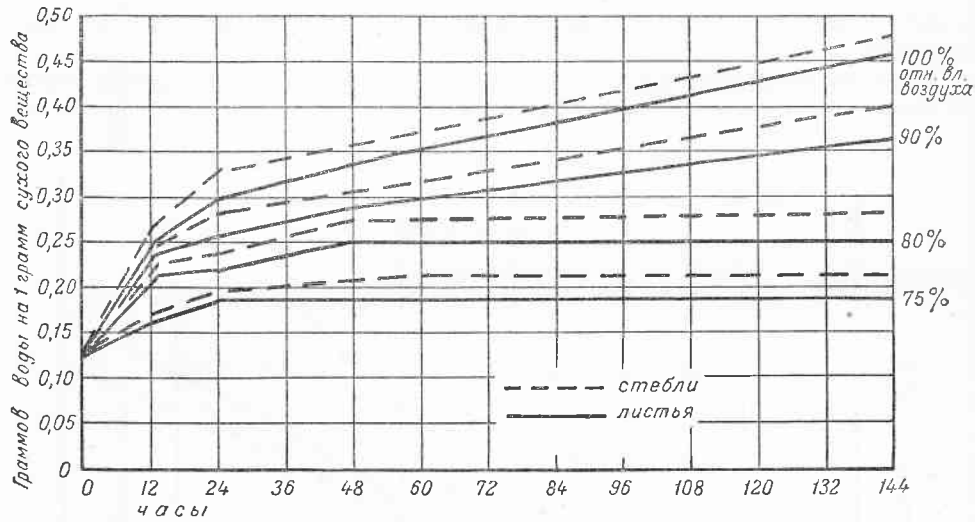


Рис. 46. Скорость поглощения клеверным сеном влаги воздуха (по В. А. Бориневичу и А. Ф. Плотникову).

различался незначительно, но коровы, получавшие нормального сена (сохранявшегося под навесом) вволю, съедали его почти в полтора раза больше, чем коровы, получавшие бурое сено из стога. В опыте по переваримости было найдено, что из нормального сена переваривалось 56% сухого вещества, а из бурого 38%.

Наконец, коровы, кормившиеся нормальным сеном, давали 11,5 *кг* молока, а бурым — только 7,5 *кг*. Таким образом, хранение сена с повышенной влажностью привело к потере части питательных веществ, падению поедаемости и к снижению надоя молока.

Сено, как и прочие сухие корма, гигроскопично. Его влажность зависит от относительной влажности воздуха (рис. 45, 46). Сено лучше сохраняется под навесами и в помещениях, чем под открытым небом.

Изменение качества и состава при хранении касается всех видов кормов — сена, зерна, корнеплодов, продуктов технической переработки и силоса.

В процессе технической переработки продуктов растениеводства также происходят изменения их состава. Иногда при переработке часть сырья отбирается в пищевой продукт, а остальное (отход) представляет собой продукт кормовой. Весьма часто пищевая часть отличается по своему составу от среднего состава сырья. Следовательно, состав отходов не будет походить ни на сырье, ни на пищевую часть. Так, например, при размоле зерна на муку в отходе получаются отруби; состав приведен в табл. 140.

Таблица 140

Сравнительный состав зерна, муки и отхода помола (отрубей) в процентах
(по Козьминой и Кретовичу) [1]

Продукт	Вода	Зола	P_2O_5	Жир	Клетчатка	Азот протеина
Зерно пшеницы	10,29	1,730	0,848	2,07	—	2,05
Мука пшеничная 1-го сорта . .	11,52	0,403	0,260	0,99	0,16	1,82
Отруби пшеничные	8,80	5,520	2,690	4,64	9,64	2,40

При переработке овса и ячменя на крупу, при приготовлении из ячменя солода и при варке пива, при экстрагировании или выжимке из масличных семян масла получаются кормовые отходы своеобразного состава и свойств, значительно отличающихся от исходного сырья. Заранее представить себе эти свойства возможно, только зная технологический процесс производства. Во всяком случае нельзя представлять, что пивная дробина по действию на животных сходна с действием ячменя, из которого в процессе варки пива удалена бо́льшая часть углеводов и некоторая часть прочих питательных веществ.

При подготовке кормов к скармливанию также происходят более или менее значительные изменения состава и свойств кормов. Так, например, при дрожжевании кормов за счет жизнедеятельности вносимой дрожжевой закваски уменьшается количество растворимых углеводов, изменяется характер протеина, возрастает количество некоторых витаминов и их предшественников.

Таким образом, средний химический состав кормов следует понимать как ориентировку. В конкретных условиях корма по составу могут довольно значительно отличаться от этих средних данных. В ряду причин, вызывающих такие изменения, могут быть место и условия произрастания, агротехника, селекция сортов, характер и сроки уборки, хранение, техническая переработка сырья и подготовка кормов к скармливанию.

К ВОПРОСУ О КОРМОВОЙ БАЗЕ ЖИВОТНОВОДСТВА

Создание прочной кормовой базы представляет собой важнейшую и первоочередную задачу, разрешение которой должно быть тесно увязано с плановым развитием животноводства.

В настоящем разделе приводится весьма краткий обзор мероприятий и работ, связанных с разрешением кормового вопроса.

По современным данным [2], для доведения производства продуктов животноводства до уровня научно обоснованных норм потребления необходимо производить корма в следующих пропорциях (в процентах по общей питательности):

концентратов	34,0
зеленых и пастбищных	31,5
картофеля кормового	5,0
силоса, корнеплодов и бахчевых	9,5
сена	15,0
прочих грубых кормов	5,0

[1] И. П. Козьмина и В. Л. Кретович. Химия зерна и продуктов его переработки. Заготзерно, 1944.

[2] Акад. В. Немчинов. Экономические вопросы развития животноводства. «Вопросы экономики», 1955, № 2, стр. 14—30.

Такая структура кормов необходима для содержания молочного скота, свиней, овец и кур с уровнями продуктивности, обеспечивающими рациональное, экономически выгодное ведение животноводства, опять-таки при рациональном составе стада. В концентрированные корма включается не только зерно, выращиваемое в хозяйствах, но и отходы технических производств — отруби, жмыхи, шроты и другие остатки от переработки продуктов в пищевом и техническом производствах.

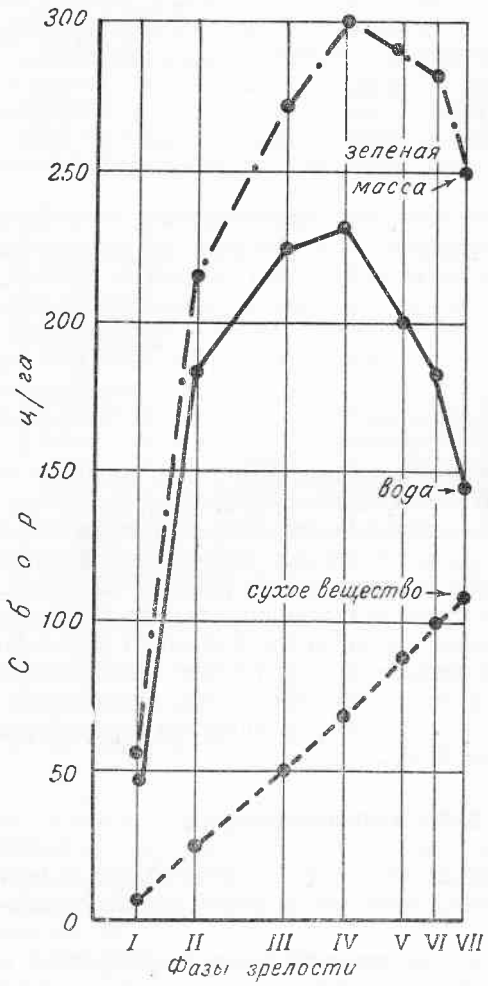


Рис. 47 Зеленая масса кукурузы по фазам зрелости, содержание в ней влаги и сухого вещества.

I — фаза стеблевания, растения достигли 1,2 *м* высоты, 24 июля; *II* — фаза появления первых початков, 6 августа; *III* — фаза подсыхания столбиков в кукурузных початках, 28 августа; *IV* — фаза молочной зрелости зерна, 10 сентября; *V* — фаза стекловидной зрелости зерна, 24 сентября; *VI* — фаза соответствует уборке кукурузы на силос в США, 1 октября; *VII* — фаза уборки в полной зрелости, 8 октября (по Ф. Моррисону)

В деле обеспечения скота и птицы сочными и концентрированными кормами ведущее место принадлежит кукурузе. Ее основным достоинством является то, что при благоприятных вегетационных условиях она дает наибольший выход сухого вещества и усвояемого органического вещества на единицу площади посева. Лучше всего кукуруза растет в соответствующих климатических и природных условиях, встречающихся в юго-западных областях СССР. Здесь может быть получено сухое зерно кукурузы, являющееся замечательным концентрированным кормом.

В последнее время рекомендуется выращивать кукурузу на корм до состояния молочно-восковой спелости початков, убирать раздельно початки и стебли и раздельно же их силосовать измельченными. Силосованные початки в молочно-восковой спелости по своему химическому составу и кормовым свойствам считаются приближающимися к концентрированным кормам.

Засилосованные стебли кукурузы представляют собой силос, пригодный на корм рогатому скоту, овцам и другим животным.

Пока еще небольшая практика силосования кукурузы целиком, раздельно стеблей и початков в фазе молочно-восковой спелости показывает, что силос хорошего качества можно получить при тщательном выполнении основных правил силосования. Фактором, снижающим поедаемость кукурузы, засилосованной в фазе неполной спелости, является резко кислый вкус корма. Кислый вкус объясняется высоким относительным количеством уксусной кислоты, образующейся при силосовании. Из-за кислого вкуса животные поедают такой силос менее охотно. Исправить этот недостаток можно, применяя при силосовании одной кукурузы закваски из чистых культур молочно-

кислых бактерий или добавляя при закладке силоса к кукурузе другие растения (подсолнечник, луговую траву, свеклу, бобовые). Такой способ использования кукурузы позволяет продвинуть ее посевы на восток и на север СССР при условии обеспечения новых районов кукурузосеяния семенами подходящих сортов. Наилучшие результаты от применения кормов из кукурузы получаются в тех случаях, когда они скармливаются в хорошо сбалансированных рационах. При кормлении молочных коров хорошие результаты дает введение в такие рационы сена из бобовых трав — люцерны и клевера.

Для решения проблемы концентрированных кормов одновременно необходимо увеличение производства зерновых злаковых, овса, ячменя и зерновых бобовых кормов. Эти культуры должны найти развитие (кроме кукурузы) в тех районах страны, где имеются благоприятные природные и климатические условия для их выращивания.

Существенное значение, особенно в нечерноземной полосе, получает производство кормового картофеля. При урожае 175—200 *ц/га* органическое вещество в картофеле обеспечивает производство около одной тонны живого веса свинины при условии, что картофель будет скармливаться в сбалансированном рационе. Картофель может найти применение при кормлении молочных коров, растущих животных и птицы.

Молочное и мясное скотоводство, свиноводство и овцеводство требуют больших количеств зеленых кормов в пастбищный период.

В кормовом балансе животноводства Советского Союза природные пастбища и сенокосы занимают большое место. До $^{9}/_{10}$ всей травы пастбищ и $^{4}/_{5}$ всего сена получаются с естественных сенокосов и пастбищ. Хотя по мере введения севооборотов, увеличения посева многолетних трав в полевом севообороте, создания сеяных пастбищ доля кормов, собираемых с природных угодий, будет уменьшаться, однако значение этих угодий останется все же большим. Интерес к изучению сенокосов и пастбищ возник с конца прошлого столетия, со времени работ А. М. Дмитриева и др. Исследования вначале носили эпизодический характер, позднее, под руководством В. Р. Вильямса и А. М. Дмитриева, были созданы научные организации по изучению кормовых растений и площадей, но только после Великой Октябрьской социалистической революции эти работы получили должный объем.

Были исследованы кормовые угодья с целью установления типов и классификации их. В частности, ряд экспедиций обследовал поймы, болота, материковые луга. При этом был накоплен материал, позволивший установить закономерность распределения растительности на сенокосах и пастбищах в зависимости от условий рельефа, почв, грунтовых вод и условий использования площадей. В последующем были накоплены материалы и выработаны приемы детальной инвентаризации пастбищ и сенокосов, разработаны методы определения урожайности и возобновления (отавности) травостоев.

Все это позволило выяснить состав главных видов сельскохозяйственных угодий СССР, указать их урожайность, основное направление использования и увязать с характером почв.

За последнее время много сделано в изучении биологии луговых трав. В этой области ранее не было глубоких и достаточных исследований. Изучение роли запасов питательных веществ в растениях, корневых систем, условий формирования вегетативного потомства, кущения и реакции растения на срезание позволило дать научное обоснование рационального использования трав на природных площадях. Было подтверждено исключительно отрицательное влияние непрерывного бессистемного использования луговых трав на пастбищах. В итоге намечается более рациональное использование площадей с чередованием загонной пастьбы, с последующим (через несколько лет)

сенокошением на участке. При этом для укрепления трав рекомендуют время от времени участки косить в более поздний срок (в фазе цветения и даже плодоношения), тогда как для получения высококачественного сена в другие годы следует косить в фазе колошения.

Выяснена возможность подкормки луговой растительности и ее сроки.

Большое практическое значение имеет установление факта старения многолетнего травостоя. Повышение его жизнеспособности оказалось возможным как обсеменением, так и вегетативным путем. Последний способ потребовал применения особых орудий (шиповых борон) для поверхностной обработки такого стареющего луга.

Разработана и обоснована система загонной пастьбы, сеноуборки, удобрений лугов и пастбищ. В ряде районов страны ощущается недостаток в естественных лугах и пастбищах. В этих районах проблема зеленых кормов разрешается через организацию искусственных пастбищ и зеленого конвейера. Последний при хорошем подборе культур обеспечивает подкормку скота зелеными кормами с ранней весны до поздней осени.

Силосование кормов как важнейший прием обеспечения животных заготовленными кормами возникло в широких масштабах только при Советской власти. Силосование явилось одним из звеньев укрепления кормовой базы и снабжения животных сочным кормом. Время силосования не зависит от условий погоды, позволяет расширить сырьевую базу и полнее сохранить питательные вещества сырья. В момент начала применения силосования в СССР мы не имели своих исследований в этой области. Заграничные теории оказались несостоятельными, что в первые годы широкого применения силосования привело к ряду неудач. Поэтому с 1929—1930 гг. началось развитие у нас научно-исследовательской работы, приведшей к созданию самостоятельных, отвечающих истинному положению вещей теории и техники силосования.

Было установлено преимущество холодного способа перед горячим. Были выяснены причины различной силосуемости растений. До недавнего прошлого считалось, что успех силосования зависит только от температур, в границах которых протекает процесс.

Советскими исследователями разработана теория «сахарного минимума». Сущность ее заключается в выяснении того минимального количества питательного материала для развития кислотообразующей микрофлоры, которого окажется достаточно для смещения активной реакции среды силосуемой массы до показателя pH 4,0—4,2. При такой кислотности прекращаются все биологические процессы в массе. Изучена причина колебания сахарного минимума различных растений. На основе сопоставления величины сахарного минимума и фактического содержания в растениях сахара дано представление о степени силосуемости сырья.

На основании этих представлений составлены таблицы силосуемости сырья и дан метод расчета смесей из сырья различной степени силосуемости. Правда, силосуемость растений определяется не только содержанием сахара в них, но и характером нормальной спонтанной микрофлоры, населяющей их поверхность. При неудовлетворительном составе микрофлоры теория сахарного минимума оправдывается в случае применения при силосовании заквасок чистых культур молочнокислых бактерий.

Вопрос о химическом консервировании разработан советскими исследователями заново и приведена его рецептура.

Для суждения об успешности процесса силосования А. И. Михин разработал прием оценки силоса по величине активной кислотности. Приему придана удобная форма. Вопрос разрешается изменением окраски индикатора.

Институт сельскохозяйственной микробиологии (Л. А. Гардер и сотрудники [1] нашел активную расу молочнокислых бактерий, с помощью которой можно получить силос хорошего качества из плохо силосующегося сырья. Техника использования этой закваски разработана и внедряется в производство.

Институт кормов разработал и дал теоретическое обоснование приема консервирования зеленых кормов с пониженной влажностью (Михин). Техника этого приема существенно не отличается от обычного силосования, но при

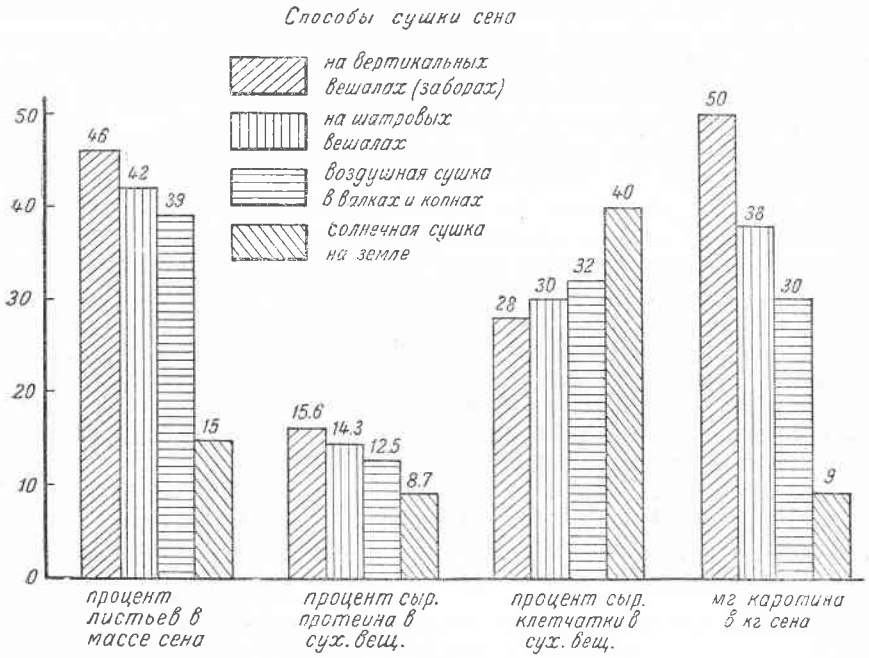


Рис. 48. Качество сена в зависимости от способов его сушки (по Д. А. Иванову).

нем необходимы более совершенные и герметически закрывающиеся сооружения.

Для нашего животноводства вопрос о производстве сена и его высоком качестве является исключительно актуальным. Выше неоднократно указывалось, что сено является основным кормом сельскохозяйственных животных в стойловый период. Качество основных кормов определяет размер интенсивности кормления, а следовательно, и размер допустимого развития производительности животных. Таким образом, получение высококачественного сена имеет значение первостепенной важности, и в обосновании усилий в этом направлении не нужно и даже неверно исходить из сравнения кормового достоинства высококачественного сена с концентратами.

Высококачественный кормовой продукт из травы получают путем искусственной сушки в специальных сушилках. При этом получается сильно отличающийся от сена корм, называемый или сеном искусственной сушки, или сушеной травой.

В районах с хорошей, устойчивой погодой в период сенокоса можно приготовить хорошее сено при сушке травы на земле. В противном случае сено нужно готовить на приспособлениях.

[1] Микробиологические процессы при силосовании кормов. Труды Института микробиологии ВАСХНИЛ, т. X, 1938.

Качество получающегося корма зависит от рода и качества сырья и от способа приготовления сена. Если условно за признак качества сена принять содержание в нем клетчатки, а в последней относительное количество лигнина и подобных ему веществ, то, как видно из рис. 49, качество сена из одного и того же сырья при сушке на земле и на шведских ределях примерно одинаково. Оно выше при искусственной сушке и ниже при сушке на пирамидах.

В данном случае сушка на земле производилась в отличную сухую погоду. Иначе обстоит дело в районах с неустойчивой погодой.

Чтобы получить в условиях северной части нечерноземной полосы хорошее сено из травы, скошенной во-время, нужно траву сушить на приспособлениях, а не на земле. При сушке на земле ценные питательные вещества теряются с листьями. В дождливую погоду при сушке на земле мы получаем почерневшее сено, состоящее обычно из одних стеблей без листьев.

Такое сено животные, особенно высокопродуктивные, получающие сочные корма и концентраты, не станут есть.

Ленинградская областная сельскохозяйственная опытная станция провела сравнительные испытания различных способов сушки сена. При этом оказалось, что из одной и той же травы было получено сено с таким соотношением частей растений, как указано в табл. 141.

Способ сушки сена сказывается и на химическом составе. Из-за потери наиболее ценных частей растений листьев и головок (у клевера) состав сена при сушке на земле получается неудовлетворительный (табл. 142).

В зависимости от способов сушки сена изменяется и содержание витаминов в сене. Изменения содержания каротина и витамина С в клеверном сене в зависимости от способа сушки по анализам М. И. Смирновой-Иконниковой показаны в табл. 143.

Данные табл. 143 получены при особо благоприятных условиях сушки, без дождя, при хорошем проветривании. Если трава попадает под дождь,

Таблица 141

Соотношение листьев и стеблей (в процентах по весу) при разных способах сушки сена из одной и той же травы

Способы сушки сена	Листьев и цветочных головок	Стеблей
На изгородях	46,4	53,6
На ределях, трава предварительно провяливалась	42,3	57,7
Воздушная сушка в валках и копнах	39,0	61,0
Солнечная сушка на земле в прокосах	14,5	85,5

Таблица 142

Химический состав травы клевера в период полного цветения и сена из нее при разных способах сушки

(в процентах на сухое вещество)

Корм и способ сушки сена	Протеин	Зола	Клетчатка	Безазот. экстракт. вещ. и жир
Трава клевера	16,0	8,56	28,61	46,83
Сено из нее, высушенное: на изгороди	15,63	8,37	27,99	48,01
на ределях	14,33	7,94	29,86	47,87
воздушной сушки	12,45	7,30	32,05	48,20
солнечной сушки на земле	8,70	6,75	39,69	44,86

Таблица 143

Содержание каротина и витамина С в клеверном сене
(в *мг* на 1 *кг* сухого вещества)

Корм и способы сушки	Каротин	Витамин С
Зеленая масса клевера	346,2	560,2
Сено при сушке: на ределях в тени	43,3	189,2
на ределях на солнце	39,6	172,8
на валках (воздушная) на солнце	50,0	234,6
в прокосах и тонким слоем на земле в тени	20,7	155,9
в прокосах на солнце	20,8	172,2

содержание каротина резко убывает. По нашим анализам, как луговое так и посевное сено, высушенное на земле, в ряде хозяйств в 1950 и 1951 гг. осенью содержало всего лишь 6—13 *мг* каротина на 1 *кг*.

В ряде областей нечерноземной полосы, особенно там, где в сенокос погода бывает неустойчивой, все виды трав, и прежде всего клевер, необходимо сушить на изгородях или ределях. При сушке травы на ределях и изгородях затраты труда меньше, чем при сушке на земле, а результат получается лучший, в частности по химическому составу и качеству сена (рис. 48 и 49).

Институт кормов провел значительную работу по изучению процессов сеноуборки и по выработке приемов получения высококачественного кормового продукта. В растении, после того как оно срезано, протекает голодный обмен, сопровождающийся расходом подвижных форм питательных веществ. Голодный обмен протекает до тех пор, пока клетка жива, пока в ней содержится достаточно воды. В фазе голодного обмена происходит изменение аминокислотного состава растений за счет реакции переаминирования, доказанное в этом случае Л. И. Николаевой [1]. Автором обнаружено, что в зависимости от режима сушки травы можно добиться большего или меньшего увеличения жизненно важных аминокислот в составе протеина. В частности, увеличивается содержание лизина.

Рис. 49. Влияние способов приготовления лугового сена на качество и состав сырой клетчатки.

1 — искусственная сушка, *2* — сушка на земле в хорошую погоду, *3* — сушка на шведских вешалах, проба из середины, *4* — то же, проба снаружи, *5* — сушка на пирамидах, проба из середины, *6* — то же, проба снаружи.

Значение этого факта велико, так как тем самым мы имеем средство, регулируя процесс сушки, получать протеин в сене повышенного качества. Данная работа представляет собой развитие открытия советских ученых А. Е. Браунштейна и М. Г. Крицман (1937) о явлении переаминирования аминокислот в тканях животного. Переаминирование, как видим, происходит, и в тканях растений. В зависимости от скорости высыхания травы характер перестройки протеинового комплекса может быть весьма различным. После потери некоторого количества влаги из травы клетки отмирают. Наступает фаза

[1] Л. И. Николаева. См. сноску к стр. 50.

автолиза, при котором синтез совершенно отсутствует, в то время как фаза голодного обмена характеризуется преобладанием распада над продолжающимся синтезом. Выяснены условия предотвращения окислительного распада веществ, в частности потерь каротина при сушке травы.

В результате подробного изучения биохимических процессов при сеноуборке установлено, что подбором приемов, соответствующих условиям, при которых убирается и сушится трава на сено, можно добиться получения высококачественного корма и, наоборот, при игнорировании тех процессов, которые протекают в траве при сеноуборке, можно получить плохое сено независимо от качества исходного сырья [1].

Одна из схем технологического процесса сушки травы заключается: 1) в слабом провяливании в прокосах, 2) в выдерживании травы в валках и 3) в разбрасывании валков для досушивания травы под прямым солнечным светом.

Как уже выше упоминалось, качество сена зависит не только от качества исходного сырья, но и от характера внутренних изменений, претерпеваемых скошенными растениями в период высыхания. Эти внутренние изменения сводятся к процессам превращения веществ под действием ферментов.

Вопросы получения сена хорошего качества исследуются в СССР довольно широко. Следует упомянуть работу В. А. Саакяна [2], в которой автор рассматривает один из важных вопросов — рациональное получение искусственно высушенного сена.

В работе автора освещена динамика и закономерности влагоотдачи скошенных красного клевера, посевной люцерны и травы природного луга, высушиваемых при различных способах сушки и различных климатических условиях. Влагоотдача происходит двумя путями — физиологическим (транспирация) и физическим.

Физиологическая влагоотдача интенсивно протекает 4—6 часов; влага удаляется через устьица в количестве до 45—50% общего ее содержания. Для этого процесса важно сохранить жизнедеятельность листьев. Физическая влагоотдача появляется после прекращения физиологической, интенсивность и успешность ее зависят только от условий внешней среды. Автор приводит данные о влиянии различных способов естественной и искусственной сушки на ценность сена как корма. Практически важной является рекомендация автора при проведении искусственной сушки травы закладывать ее в сушилку не сразу после срезания, а спустя 4—6 часов. Это дает экономию в топливе на сушку, так как используется интенсивная физиологическая влагоотдача.

В нашей стране большое внимание уделяется вопросам приготовления кормовых смесей (так называемых комбикормов). На значение смесей кормов для питания сельскохозяйственных животных указывалось выше. Поэтому при любых условиях подготовки кормов животному необходимо скармливать не один какой-либо корм, а смесь их, удовлетворяющую требованиям достаточного содержания необходимых питательных веществ (белков, углеводов, жиров, минеральных солей и витаминов) и правильного их соотношения (азотистых и безазотистых, минеральных и т. д.). При разработке рецептуры комбикормов должны быть учтены свойства основных кормов, в сочетании с которыми комбикорма будут скармливаться. Если этого не будет, то сбалансирование рационов окажется весьма затруднительным.

[1] И. П. Орлов, Л. И. Николаева, Е. И. Боровкова. Технологическая схема получения сена, обогащенного некоторыми незаменимыми аминокислотами. Сборник «Вопросы кормодобывания». Сельхозгиз, 1951, стр. 386.

[2] В. А. Саакян. Физико-биохимические основы процесса сушки зеленых кормов. Азербайджанский филиал АН СССР, 1939, стр. 76.

Применение комбикормов при заранее установленной, стандартной для данного вида продукции кормовой смеси упрощает задачу рационального кормления. Каждое крупное социалистическое хозяйство или ряд хозяйств могут иметь завод комбикормов, материалом для которых будут служить как употребляемые в отдельности, так и применимые только в смесях компоненты.

Конечно, состав комбикорма не может ограничиваться упомянутыми выше условиями. Прежде всего, под мало употребительными или неупотребительными кормами следует понимать не такие корма, которые приносят какой-либо вред животному, а главным образом те, которые без предварительной обработки были мало транспортабельными и обработка которых в условиях единоличного хозяйства обходилась дорого. Если изменившиеся формы животноводческих хозяйств эту обработку оправдают, конечно, такие отходы производства будут применены при изготовлении кормовых смесей.

Что же касается применения в качестве компонентов кормовых смесей грубых кормов, то в том случае, если это применение не имеет под собой достаточно серьезных оснований или если комбикорм не будет потребляться на месте его изготовления, такое решение вопроса следует отвергнуть. Действительно, представим себе, что в районе производства ряда интересных для животноводства концентрированных кормов построена фабрика комбикормов. При изготовлении последних ради использования запасов применяется в большем или меньшем размере мякина. В этом случае к такому комбикорму не может быть иного отношения как к фальсификации: одинаково невыгодно транспортировать мякину в районы потребления кормов, будет ли она в естественном виде или в смеси с другими, более ценными кормами.

В Советском Союзе заводское производство комбикормов начато с 1928 г. Разработка основ комбинирования кормов и выработка рецептов комбикормов производилась научным коллективом Пушкинской зоотехнической лаборатории под руководством и при непосредственном участии в научных работах акад. М. И. Дьякова [1].

Советские комбикормовые заводы вырабатывают комбикорма, которые должны соответствовать такому их определению [2]: комбикорм представляет собой готовую кормовую смесь, составленную по определенному рецепту на основе новейших биологических и биохимических знаний организма животных и свойств кормов таким образом, что животное в состоянии из этой смеси использовать максимум питательных веществ и дать наибольший эффект в производстве продукции. К этому определению комбикорма следовало бы добавлять — «и в сохранении здоровья животных».

Из заключений, к которым пришли сотрудники Пушкинской зоотехнической лаборатории при изучении проблемы комбинирования, укажем на следующие:

1) наличие в рационе злако-бобового сена значительно улучшает биологическую ценность и использование азотистых веществ кормов рациона крупным рогатым скотом;

2) биологическая ценность кормовых смесей значительно улучшается при введении в них кормовых дрожжей и рыбной муки;

3) продуктивная ценность кормовых смесей улучшается при введении в них разных по природе компонентов и не улучшается при введении в их состав вместо одного компонента нескольких той же природы;

4) сбалансированные по минеральному составу кормовые смеси обеспечивают более высокое использование свиньями азота, кальция и фосфора и повышают привесы;

---

[1] Записки Пушкинской зоотехнической лаборатории, в. 1—25, 1925—1943.
[2] Бюллетень ЦЕНИБПИ, № 6, 1931.

5) введение муки бобового сена в кормовые смеси обогащает их витаминами, повышает биологическую ценность белков и улучшает здоровье и привесы у свиней;

6) кормовые смеси, приготовленные из мелко размолотых кормов, повышают привесы у свиней и улучшают использование питательных веществ в рационах;

7) правильное брикетирование кормовых смесей в 2—3 раза увеличивает их транспортабельность, складоемкость, сохраняемость и не снижает их питательной ценности.

В результате обширных работ, главным образом Пушкинской зоотехнической лаборатории, были выработаны рецепты комбикормов, по которым наши заводы и изготовляют их. При каждой партии заводом высылается сертификат, в котором указывают ингредиенты в процентах веса.

В системе предприятий пищевой промышленности организовано заводское приготовление концентратов витаминов (Союзвитаминпром). Заводы изготовляют самые различные препараты витаминов, как для человеческого питания, так и для животных. Для последних наибольшим распространением пользуются препараты витаминов A и D, а также E, B_1, B_2 и др.

ЧАСТЬ СЕДЬМАЯ

ОСНОВЫ ТЕХНИКИ КОРМЛЕНИЯ ЖИВОТНЫХ

ГЛАВА XXVIII

ТИПЫ, НОРМЫ И ПРАВИЛА КОРМЛЕНИЯ ЖИВОТНЫХ

ПОНЯТИЕ О ТИПАХ КОРМЛЕНИЯ ЖИВОТНЫХ

Плановое ведение животноводства требует применения комплекса мероприятий, включающего в себя производство кормов, разведение, племенную работу, кормление, содержание животных и уход за ними.

Содержание мероприятий комплекса зависит от направления животноводства и будет в молочном скотоводстве — одно, в свиноводстве — другое и т. д.

Касаясь только кормления животных, необходимо иметь в виду и прочие элементы комплекса мероприятий. Планомерное кормление по определенному типу достижимо в условиях социалистического хозяйства, подчиняющегося заранее выработанному плану, если не допускать бессистемного кормления животных с произвольной сменой кормов. Бессистемное кормление оправдывается некоторыми теориями, разработанными в условиях капиталистического производства. Это обусловливается представлениями, что качества животных являются природными, не зависящими ни от условий среды, ни от воли человека, и неотъемлемо принадлежащими животным. Эти качества проявляются в той мере, в которой животному предоставляются условия существования, в частности условия кормления. При недостаточном кормлении качества животного проявляются не полностью, с увеличением же и улучшением кормления они проявляются в большей степени до тех пор, пока не будут исчерпаны природные возможности, выше которых от животных ничего нельзя получить. Поэтому с позиций подобных теорий животное с определенными задатками можно кормить так, как это в данный момент выгодно. Изменится конъюнктура, можно изменить в соответствии с ней и кормление, и животные «обязаны» изменить проявление своих качеств в пределах унаследованных границ.

Проповедуемая независимость качеств животных от условий их существования и допускает бессистемность кормления, поскольку считается, что кормление не влияет на «природные» качества животных.

Наша биологическая теория рассматривает организм в единстве с условиями его жизни. Пища и питание, по акад. И. П. Павлову, представляет собой «ту древнейшую связь, которая соединяет все живые существа, в том числе и человека, со всей остальной окружающей их природой». Для качеств животных, для их наследственности и для проявления этой наследственности условия существования, условия развития и функционирования животных небезразличны; между животными и условиями их жизни существует теснейшая связь. Чтобы создать необходимые свойства животных и вызвать их проявление, необходимо обеспечить соответствующие условия существования

и кормления. Условия кормления определяются как свойствами рационов, так и режимом, устанавливаемым человеком. Свойства рационов тесно связаны с видом кормов и их качеством и, как правило, не исчерпываются только питательностью рационов. Поэтому в отечественной зоотехнической науке получает все большее развитие учение о типах кормления животных, а в практике получает распространение типовое кормление.

Из того, что в животноводстве капиталистических стран допускается бессистемное кормление, не следует, что в этих странах не встречается его типизация. В этих странах типизация кормления вызывается выгодным для владельца скота производством продуктов животноводства, и принятые там типы кормления существуют до тех пор, пока сохраняется такая выгода.

Типизация кормления животных в нашей стране обусловливается решением задач повышения материального благосостояния всего народа, облегчения и повышения эффективности его труда и одновременно усовершенствованием отечественного животноводства.

Типовым кормлением называют кормление, имеющее характерные качественные и количественные особенности, в частности систематическое применение определенных кормов. Типы кормления характеризуются известным действием на животных, на их продуктивные и племенные качества.

Влияние типового кормления на животное определяется не только набором кормов, но и уровнем кормления и сменой его по сезонам, на протяжении производственного цикла и т. д.

Типы кормления обозначаются по характеризующим их признакам. Так, например, тип кормления называют картофельным, если в рационах или в годовом расходе кормов картофель занимает высокий удельный вес. Тип кормления коров, при котором концентратов в годовом расходе кормов задается около 500 *г* на каждый литр полученного удоя, называют концентратным.

Типы кормления должны быть прогрессивными, мобилизующими хозяйство на достижение более высокой продуктивности, на улучшение качества животных и их продукции. В то же время тип кормления должен быть доступным для хозяйства, увязанным с его кормовой базой и с мероприятиями по расширению и улучшению кормовой базы.

Суточные кормовые рационы при каждом типе кормления имеют определенное, отвечающее типу сочетание кормов. Такие рационы следует называть типовыми рационами.

Совокупность типовых кормовых рационов, объединенных общей целью, направлением кормления, взаимоувязанных в последовательности смен уровня кормления, набора кормов и т. п., представляет собой систему кормовых рационов.

В каждом хозяйстве нужно приступить к разработке типов кормления и систем рационов для животных разного вида, возраста и направления продуктивности прежде всего в связи с повышением культуры сельского хозяйства. При разработке типов кормления и типовых кормовых рационов следует учесть все известное из научных работ, передовой практики животноводства и использовать то, что может быть полезным в условиях данного хозяйства.

ТИПЫ КОРМЛЕНИЯ МОЛОЧНЫХ КОРОВ

Типы кормления молочных коров, встречающиеся в практике, разнообразны. Не существует еще пока и общепринятых обозначений для типов кормления. Излагаемая ниже классификация типов кормления молочных коров представляет собой попытку привести имеющийся опыт в систему.

Довольно широко принято называть тип кормления концентратным, если на 1 *кг* удоя с содержанием в молоке 40 *г* жира в 1 *л* расходуется в среднем за год 400—500 *г* концентратов и более. Если коровы кормятся только на объемистых кормах, то такое кормление можно назвать бесконцентратным. Н. И. Захарьев [1] назвал тип кормления, при котором расход концентратов на 1 *кг* удоя составлял 250—300 *г*, малоконцентратным кормлением. Однако это название вряд ли удачно, так как 250—300 *г* концентратов во многих случаях являются оптимальными, а не малыми.

Удобны следующие обозначения типов кормления молочных коров в зависимости от количества скармливаемых концентратов:

1) концентратный — с расходом 400 *г* и более концентратов на 1 *кг* годового удоя;

2) полуконцентратный — с расходом 250—360 *г* концентратов на 1 *кг* годового удоя;

3) малоконцентратный — с расходом 110—220 *г* концентратов на 1 *кг* годового удоя молока;

4) объемистый тип кормления, при котором расход концентратов составляет от 0 до 100 *г* на 1 *кг* годового удоя.

Помимо соотношения между концентрированными и объемистыми кормами, для хозяйств, имеющих продолжительный период стойлового зимнего кормления, важной особенностью типа кормления является должное количество и род сочных кормов.

В связи с этим типу кормления, в котором обеспечено достаточное количество сочных кормов с одновременным введением в рацион как силоса, так и корне-клубнеплодов, следует давать определение «сочный». Если же сочные корма однообразны (вводится либо только силос, либо только корне-клубнеплоды, а другого сочного корма в рационе нет или он входит в количестве менее 10% сухого вещества от всех сочных кормов), то такие типы обозначаются либо как силосный, либо как корнеплодный.

Тип кормления без сочных кормов в зимний период или такой, в котором сочные корма занимают менее 10% всего сухого вещества рационов зимнего периода, следует называть сухим.

Во всех случаях считается обязательным присутствие в рационах зимнего периода оптимальных или в крайнем случае минимальных количеств доброкачественных грубых кормов — сена одного или сена вместе с кормовой соломой.

Таким образом, возможны различные сочетания обозначений, определяющие состав и свойства типов кормления. Например: 1) полуконцентратный — сочный; это значит, что за год скармливается около 1 *кг* концентратов на 3 *кг* удоя и что в зимнее время 30% или более сухого вещества рационов задается в силосе и корне-клубнеплодах; 2) полуконцентратный силосный или полуконцентратный корнеплодный; в этом случае сочный зимний корм один и задается в допустимых количествах; 3) концентратный, сухой — это значит, что животные зимой получают 1 *кг* концентратов на 2—2,5 *кг* удоя, а остальное до нормы либо только в грубых кормах, либо с небольшим количеством сочных (последних не более 10% сухого вещества всего рациона).

Каждый из типов кормления характеризуется влиянием на животных, на обмен веществ у них, воспроизводство и на качество продукции.

По имеющимся данным, лучшие показатели получаются при некоторых вариантах полуконцентратного и малоконцентратного типов, а объемистый и концентратный значительно уступают первым. Концентратный тип также менее удовлетворителен, особенно при длительном применении.

[1] Н. И. Захарьев. См. сноску на стр. 432.

Экономическая эффективность типов кормления зависит от интенсивности ведения хозяйства и, в частности, кормопроизводства, а также от прочих организационных и экономических факторов.

Указанные типы кормления довольно тесно связаны с высотой продуктивности, хотя зависимость здесь не прямая. Если типы применяются продолжительное время, несколько лет подряд, то наивысшей продуктивности можно добиться на типе, названном выше полуконцентратным, т. е. типе смешанного кормления. Типы концентратный и бесконцентратный обеспечивают получение более низкой продуктивности, даже при высоком качестве кормов.

Если же типы сменяются, причем животное переводится, допустим, на концентратный тип на короткое время (на 1—2 лактации или только на период раздоя в каждую лактацию) с другого какого-либо типа, возможно получить значительное повышение удоя за счет контрастной смены условий кормления. Однако такое повышение необходимо закреплять разумными последующими сменами кормления, так как оставление стада бессменно на типе, вызвавшем повышение удоя, в последующем может повести к снижению удоев и к ухудшению физиологического состояния животных.

Помимо названных основных типов кормления молочных коров, имеются и разновидности их, обусловленные различными сочетаниями летнего и зимнего кормления, а также и родом кормов, применяемых в зимний стойловый период содержания.

С типами кормления тесно увязываются и условия содержания животных. В некоторых зонах, там, где позволяют климат и наличие пастбищ, животных содержат круглый год на пастбище, и при этом подножный корм является основным, хотя качественно и меняющимся по сезонам года. Дополнительно к пастбищному корму могут применяться подкормки. Этот тип представляет собой крайний случай объемистого типа кормления и является типом экстенсивным. Там, где он еще применяется для молочных коров, продуктивность их крайне низкая. В хозяйствах областей нечерноземной полосы он неприменим по климатическим условиям.

В различных странах и даже зонах одной страны типы кормления неодинаковы. Так, например, в Дании в качестве стандартного типа зимнего кормового рациона дойной коровы в разгаре лактации распространен рацион [1] из 4—5 *кг* яровой соломы (вместо половины которой иногда дают столько же сена), 30—50 *кг* кормовой свеклы или брюквы (или вместо того до 30 *кг* кормовой сахарной свеклы) и около 300—350 *г* смеси разнообразных концентратов, главным образом жмыхов, на каждый килограмм удоя молока. Этот стандартный рацион нельзя считать удовлетворяющим современным требованиям к сбалансированному кормлению. Он не содержит достаточного количества каротина и витамина D, иногда и кальция, хотя, как правило, достаточен по органическому веществу и протеину для удоя в 14—17 *кг* молока.

Применение такого рациона можно считать допустимым, только считаясь с особенностями кормления коров в Дании в течение года, с одной стороны, и с климатическими условиями этой страны, с другой. В Дании период кормления скота травой имеет большую продолжительность. Среднегодовая температура по стране около 7,5°, т. е. на 4° с лишним выше, чем в Ленинградской области. Поэтому период пастбищного кормления травой в Дании значительно продолжительнее, а период зимнего стойлового кормления короче, чем в районах СССР, расположенных на одной и той же с Данией географической широте или севернее ее. Созданных за период пастбищного содержания запасов в теле хватит на относительно короткую зиму. Однако в последнее время указанный датский стандартный рацион подвергся критике. Найдено, что при увеличе-

[1] I. Nielsen. См. сноску на стр. 406.

нии количества объемистых кормов примерно в полтора раза против содержавшегося в стандартном рационе, т. е. до 75% общей питательности всего рациона, коровы удерживают свой удой лучше, чем на стандартном рационе. Изменение состава рациона приводит к тому, что на 1 *кг* удоя достаточно бывает давать около 180 *г* концентратов, состав смеси которых зависит от того, за счет каких кормов увеличивается дача объемистых — за счет сена, травяного или клеверного силоса или за счет большего количества корнеплодов. Увеличенные дачи сена и силоса улучшают снабжение животных каротином, витамином D и кальцием.

В некоторых из датских работ указывается также, что стандартный рацион с корнеплодами дефектен в связи с малым содержанием в нем клетчатки. Последнее является одной из причин замены корнеплодов в зимнем рационе кукурузным силосом.

На необходимость снабжения зимой высокоудойных коров кормами, содержащими достаточное количество витамина D, в климатических условиях зимы, сходных с датскими, обращено внимание в Голландии [1].

В США состав типовых рационов зимнего периода для молочных коров строят примерно по такой схеме [2]: грубого корма (сена) от 1,5 до 2,5 *кг* на 100 *кг* живого веса, причем 1,5 *кг* дают при невысоком, а 2,5 *кг* при высоком качестве сена. Силос назначается взамен части сена из расчета 3 *кг* силоса, обычно кукурузного, взамен 1 *кг* сена. Практически на 100 *кг* живого веса дают 1 *кг* сена и 3 *кг* силоса. Дополнительно назначаются концентраты по расчету на 1 *кг* молока с содержанием 40 *г* жира, как это указано в табл. 144, в количестве, зависящем от количества и качества объемистого корма.

Из таблицы видно, что количество концентратов зависит и от количества объемистых кормов и от величины удоя. Только при низком качестве сена и малом его количестве количество концентратов практически остается одинаковым при разных удоях.

Состав рекомендуемых концентратных смесей зависит исключительно от качества сена. При хорошем люцерновом, клеверном, соевом или гороховом

Таблица 144

Добавка концентратов к основным кормам рациона при стойловом кормлении

Условия применения концентратов при удое молока, содержащего 40 *г* жира в 1 *л*	Сено хорошее по 2,5 *кг* на 100 *кг* живого веса	Сено хорошее 2 *кг* на 100 *кг* живого веса или соответствующее количество сена и силоса хорошего качества	Сено хорошего или низкого качества 1,5 *кг* на 100 *кг* живого веса
Вводить концентраты нужно при удое не менее (*кг*)	9,0	5,0	4,0
Дача концентратов в граммах на 1 *кг* молока при суточном удое: 5 *кг* . .	0,0	130	400
10 » . .	140	270	400
20 » . .	290	350	420
30 » . .	330	390	420

сене и наивысшей даче его в смесь концентратов могут войти на 85% злаковые зерновые, главным образом кукуруза и овес, а в остальные 15% — отруби и жмыхи. Наоборот, при плохом, бедном сене, при сене злаковом как хоро-

[1] J. Wetts. Landbauwkundig Tijdschrift. 1953, 65, 10, 592.
[2] Ф. Моррисон. Корма и кормление. Сельхозгиз, 1948.

шего, так и плохого качества — на зерновые злаковые концентраты — на те же кукурузу и овес приходится 30% веса, а остальные 70% на отруби, разнообразные жмыхи и на поваренную соль. Поваренной соли независимо от состава смесей вводится один процент. При сене низкого качества, бедном кальцием, в смесь концентратов добавляется один процент молотого известняка. Каротином коровы снабжаются с сеном и силосом, повидимому в достаточном количестве. Широко распространенное в США кормление малым количеством сена (1 *кг* на 100 *кг* живого веса) в зимний период означает недостаточное снабжение коров с кормами витамином D. Однако этот недостаток, повидимому, там неощутим. Основная территория США расположена между 30 и 50° северной широты. Это значит, что северная граница США проходит вдоль параллели Харькова и Киева. Продолжительность дня у северной границы США изменяется от 9 часов в январе — декабре до 15 часов в июне — июле, а у южной границы день приближается к одинаковой 12-часовой продолжительности и зимой и летом. Поэтому скот в США может получать при прогулках и пастьбе достаточное ультрафиолетовое облучение на протяжении всего года, что и обеспечивает образование витамина D в его коже. В то же время на 55-й параллели Москвы и тем более в районах на север от Ленинграда продолжительность зимнего дня резко уменьшается (рис. 50), почему в этих условиях необходимо заботиться о специальном снабжении коров зимой витамином D. Этим объясняется требование специалистов (проф. А. С. Солун, А. П. Бегучев и др.) вводить в рационы коров, особенно в северной части СССР, не менее 10 *кг* сена хорошего качества, что составляет 1,8—2,0 *кг* на 100 *кг* живого веса.

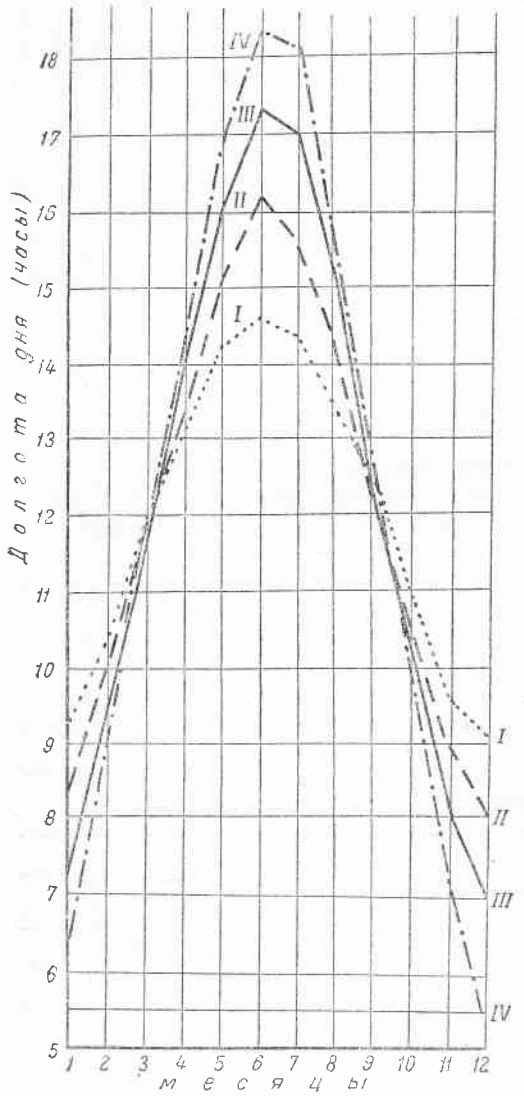


Рис. 50. Продолжительность дня в разных географических широтах.

I — 40° с. ш. (Баку), *II* — 50° с. ш. (Киев, Харьков, Комсомольск), *III* — 55° с. ш. (Москва), *IV* — 60° с. ш. (Ленинград, Вологда, Таллин).

Достаточное снабжение коров хорошим сеном с целью обеспечения их витамином D является одним из важных, но не единственным обоснованием этой нормы. Оптимальное количество сена необходимо для обеспечения нормальных процессов брожения в рубце, необходимо оно и как источник протеина и минеральных веществ.

В среднем по Советскому Союзу рекомендуется принять для ориентировочных расчетов такое распределение в процентах кормовых единиц годового расхода кормов для молочных коров[1]: пастбищных и зеленых кормов 40, силоса и корне-клубнеплодов 22, сена и других грубых кормов 18 и концентратов 20.

ЛЕТНЕЕ КОРМЛЕНИЕ КОРОВ ПРИ РАЗНЫХ ЕГО ТИПАХ

Основной задачей летнего кормления является максимальное использование травы. В тех случаях, когда в траве не доставляются необходимые питательные вещества, а больше травы коровы не поедают, коров подкармливают концентратами.

При больших дачах концентратов, особенно если при этом трава низкого качества, наблюдается снижение поедаемости травы коровами и в связи с этим изменение соотношения кормов в рационе в сторону концентратного типа.

В исследовании, проведенном в июне, при скармливании коровам молодой травы из клеверо-злаковой смеси хорошего качества наблюдали результаты, приведенные в табл. 145.

Таблица 145

Поедание коровами травы в среднем за 10-дневный учетный период
(после 6-дневного такого же кормления)

Концентратов в подкормке *(кг)*	Поедаемость травы *(кг)*	Число животных
0	71	5
3—6	65	5
8—10	53	4

Поедаемость травы меньше зависела от размера удоя и в большей степени была связана с количеством концентратов. Так, например, коровы с удоем 15 и 21 *кг* молока съедали одной травы примерно одинаковое количество (73 и 74 *кг*). С другой же стороны, из 2 коров с одинаковым удоем 30 *кг* одна при 6 *кг* концентратов съедала 64 *кг* травы, а другая при 10 *кг* концентратов — 53 *кг* травы.

Снижение поедания травы коровами, усиленно подкармливаемыми концентратами, особенно если норма концентратов составит около 500 *г* на 1 *кг* удоя, приводит к тому, что коровы, дающие летом высокие удои, мало поедают травы, а это отрицательно сказывается на их состоянии в последующий стойловый период содержания. С такими последствиями летнего кормления пришлось встретиться в отдельные годы в нескольких хозяйствах. Во всех случаях имело место крайне ограниченное потребление зеленого корма на почве чрезмерного кормления концентратами, прежде всего высокоудойных коров. В некоторых из хозяйств коровы так обильно подкармливались концентратами, что паслись очень мало, чаще на пастбище лежали.

Основным принципом летнего кормления, независимо от принятого типа, должно быть обильное кормление коров травой. Высокоудойным коровам надо давать траву лучшего качества, которую они охотнее поедают. Задавая концентраты в подкормку, нельзя допускать значительного снижения поедаемости травы.

Если отдельные коровы в летний период не получают достаточного количества травы, их приходится кормить в стойловый период особо, чтобы исправить дефекты летнего кормления.

[1] Акад. В. Немчинов. См. сноску на стр. 493.

Полезно удлинять срок кормления зеленым кормом. Эту задачу успешно разрешают, применяя ранние весенние и поздние осенние подкормки зеленой массой из ржи и многолетних трав (весной) и кормовой капусты (осенью), на Вологодской опытной станции А. С. Емельянов и на Ленинградской опытной станции Н. В. Шмаков.

Таким образом, при объемистом типе кормления летом коров следует кормить одной травой. При концентратном и малоконцентратном типе желательно также максимальное скармливание травы. Опыт показывает, что коровы с годовым удоем в 4—6 тыс. *кг* молока должны в пастбищный период съесть 60—100 *ц* зеленой массы и что 30 *ц* травы для них недостаточно.

ТИПЫ КОРМЛЕНИЯ ПРИ ОТКОРМЕ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Как и всякий откорм, откорм крупного рогатого скота проводится в короткий период (100—120 дней), во время которого у животных откладываются значительные запасы жира и увеличивается содержание в теле белка.

У молодых откармливаемых животных наряду с отложением запасов в теле продолжается их рост.

Для откорма необходимо обильное кормление, причем по составу и свойствам кормов рациона оно должно быть таким, чтобы поступление усвояемых питательных веществ значительно превосходило потребности, связанные с существованием животного и с переработкой в организме поедаемой пищи.

Для этого должны быть либо подобраны в рацион соответствующие корма, либо при неподходящих по свойствам кормах они должны быть обработаны с целью повысить их использование.

Проф. Е. А. Богданов [1] указывает, что одним сеном откормить крупный рогатый скот трудно и даже при исключительно высоком качестве сена на откорм требуется около 200 дней. Хотя сена животные могут съесть до 5 *кг* (около 4 *кг* сухого вещества) на 1 *ц* живого веса, переработка корма требует таких больших затрат из организма, что откорм затягивается вдвое против обычных сроков. В то же время травой откормить животных можно как из-под ноги (нагулом), так и в стойлах, задавая скошенную не огрубевшую и не очень молодую траву. И. М. Захарченко [2] сообщил об удачном опыте откорма крупного рогатого скота обработанной соломой. При обработке разрушалась связь целлюлозы соломы с лигнином, питательные вещества становились более доступными для животных.

На откорм поступает либо специально выращенный молодняк, либо взрослый выбракованный из племенного или молочного стада скот, достаточно развитый, здоровый, с нормально функционирующим пищеварительным трактом, но слабо упитанный.

При этих условиях быстрое откармливание достигается при достаточно обильном кормлении, при котором, однако, функционирование пищеварительной, обменных и выделительных систем и органов животных должно поддерживаться в норме.

Этим последним требованиям кормление животных одними концентратами или одними сочными кормами (кроме зеленой травы) не удовлетворяет. Оптимальных результатов при откорме на высококачественном сене в смеси с концентратами, богатыми легко переваримыми углеводами, достигают при соотношениях между сухим веществом сена и концентратов — у молодняка

---

[1] Е. А. Богданов. Техника откорма крупного рогатого скота. Сельхозгиз, 1933.

[2] И. Захарченко. Щелочно-кислотный способ повышения питательной ценности соломы. Сталинское областное издательство, 1950.

одной части сена к двум частям концентратов, а у более взрослого скота — одной части сена к полутора частям концентратов. [1] При откорме сухими концентратами часть или все сено может быть заменено эквивалентным количеством сухого вещества силоса. Содержание клетчатки в оптимальных откормочных рационах должно быть 15—20% сухого вещества всего рациона.

Здесь следует отметить резкую разницу в структуре оптимального откормочного рациона от структуры рациона дойной коровы. Если у дойной коровы, дающей 20 *кг* молока, в типовом рационе на единицу веса сухого вещества в объемистых кормах приходится около 0,3 веса сухого вещества в концентратах, то в откормочных рационах относительные количества концентратов в 2—3 раза больше. С увеличением содержания в рационе концентратов поедаемость сухого вещества рациона на 1 *ц* живого веса снижается и, несмотря на это, скорость откорма и прирост веса возрастают.

При оптимальном соотношении сухого вещества объемистых кормов и концентратов 1 к 2 поедаемость сухого вещества на 1 *ц* живого веса составляет около 1,9—2,0 *кг*.

В хозяйствах, не имеющих технических отходов, но производящих достаточное количество концентратов: зерна кукурузы, ячменя, овса — основным типом кормления при откорме явится рацион из одной части хорошего бобового сена или из трех-четырех частей хорошего кукурузного или иного силоса и двух весовых частей зерновых концентратов, которые при недостатке протеина должны дополняться небольшим количеством белкового корма (например, жмыха или шрота). Замена части или всего зернового корма корнеклубнеплодами, увеличенные дачи силоса и другие изменения рациона возможны, но они требуют соответствующих добавок для балансирования рационов.

Так, примеры откорма на корнеплодах и картофеле имеют такой вид: в сухом веществе сена 1 часть и в сухом веществе прочих кормов (сочных и концентратов) также 1 часть. В качестве «прочих» кормов скармливают корнеплоды с концентратами, один картофель, картофель с концентратами.

В опыте Г. С. Бусева и В. П. Уткина [2] по откорму молодняка крупного рогатого скота на сочных кормах при минимуме концентратов соотношение между сухим веществом сена и силоса, с одной стороны, и свеклы и концентратов, с другой, было около 1 к 0,5 [3]. При довольно удовлетворительных суточных привесах живого веса (666 *г*) авторы констатировали, что откорм не был закончен в 90 дней, так как в тушах было мало внутреннего сала и мало жира в мясе.

Добиться лучших результатов можно было или удлинением срока откорма, или изменением соотношений кормов в рационе.

В литературе имеется описание типов кормления рогатого скота при откорме с применением технических отходов — свекольного жома, винокуренной (зерновой, картофельной и смешанной) барды и картофельной мезги. В свекольном жоме по сравнению с зерновыми концентратами недостаточно легко переваримых углеводов и много клетчатки. Кроме того, он беден минеральными веществами и витаминами. Барда, как правило, содержит много протеина, клетчатки и бедна легко переваримыми углеводами. С учетом этих особенностей состава отходов, как основных кормов при откорме, и строятся рационы. Но принципиально рационы и с техническими отходами должны удовлетворять указанным выше условиям — они должны содержать корма

[1] По американским данным, рацион с отношением грубых кормов к концентратам 1 : 3, особенно при быстром переходе на него с объемистого кормления, вызывает у рогатого скота воспаление рубца и перерождение печени (стр. 380).

[2] Г. С. Бусев и В. П. Уткин. Откорм молодняка крупного рогатого скота на сочных кормах при минимуме концентратов. Труды ВИЖ, т. 18, 1950, стр. 47.

[3] Соотношение приблизительное. Авторы силос указали вместе с корнеплодами и одновременно отметили, что силос поедался неохотно.

в таких соотношениях, чтобы при нормальном функционировании животные извлекали из них достаточное для откармливания количество питательных веществ.

Так, например, проф. М. Н. Яковлев [1] сообщает об откорме молодняка старше года на рационах с кислым жомом. Помимо жома, в рацион входил грубый корм (сечка яровой пшеничной соломы), патока, жмых, отруби, соль и мел. Соотношение сухого вещества грубого корма к сухому веществу прочих кормов здесь составило 1 к 1,7, однако при высоком содержании в рационе клетчатки. Все же результаты откорма были хорошими. Таким образом, тип кормления при откорме крупного рогатого скота должен характеризоваться следующим признаком: содержание сухого вещества в грубых кормах и силосе желательно от 35 до 50% от сухого вещества при 15—25% клетчатки во всем рационе. Содержание питательных веществ по норме.

При нагуле возможно кормление одной травой или с дополнением небольших количеств концентратов.

ТИПЫ КОРМЛЕНИЯ СВИНЕЙ

За последние годы проведено много сравнений кормления племенных свиней, особенно свиноматок, рационами различной структуры. Из этих сравнений выяснилась довольно единодушная положительная оценка рационов полуконцентратного типа сравнительно с рационами концентратного типа. Под рационами полуконцентратного типа понимаются такие, в которых значительную часть общего содержания сухого вещества составляют корма сочные (корнеплоды и картофель, трава, силос) и грубые (сенная мука).

Полуконцентратные рационы отличаются от концентратных химическим составом. Первые, особенно если они содержат траву, сено, силос, доставляют свиньям каротин, кальций и полноценный протеин в бо́льших количествах, чем вторые. Полуконцентратные рационы содержат значительно больше клетчатки. В ряде зарубежных опытов показано [2], что добавление препаратов клетчатки и кормов, богатых клетчаткой, к рациону свиней приводит к снижению переваримости питательных веществ рациона.

Физиологические исследования Б. П. Утехина и Е. Н. Бакеевой [3], с одной стороны, и З. И. Евсеевой [4], с другой, показали, что включение в рацион свиней взамен части концентратов картофеля, свеклы, зеленого клевера изменяет характер пищеварительных процессов. Прежде всего объемистые корма создают усиленное механическое раздражение слизистой оболочки желудка, в связи с чем ускоряется эвакуация пищи из желудка в кишечник, увеличивается выделение пищеварительных соков в желудке и увеличивается процент расщепляемого в желудке белка пищи. Однако эта картина не является общей для всех случаев. Действие ферментов желудочного сока требует доведения желудочного содержимого до определенного pH (2,5). Оказывается, что для этого потребуется животным разное количество соляной кислоты. Наименьшее количество кислоты требуют картофель и свекла, в два раза большее количество требуют зерновые злаковые корма. Белковые корма (вика, горох, мясо)

---

[1] М. Н. Яковлев. См. сноску на стр. 204.

[2] P. Forbes & T. Hamilton. Journ. Anim. Sci, Vol. II, № 3, 1952, p. 480 & H. Teague and L. Hanson, там же, Vol. 13, № 1, 1954, p. 206.

[3] Б. П. Утехин и Е. Н. Бакеева. Процессы пищеварения у свиней при скармливании грубых и сочных кормов. Сборник «Вопросы кормления и разведения свиней». Сельхозгиз, 1953, стр. 25.

[4] З. И. Евсеева. Динамика секреции поджелудочной железы и общего пищеварения в области двенадцатиперстной кишки у свиней при скармливании им различных рационов. Сб. «Физиология питания с.-х. животных». Сельхозгиз, 1953, стр. 158.

требуют еще бо́льших количеств кислоты. Наконец, сухое сено бобовых требует для снижения кислотности до pH 2,5 максимального количества соляной кислоты, примерно в 6 раз большее (на единицу веса корма), чем картофель и свекла. Таким образом, разные корма требуют различного напряжения секреторной работы пищеварительных желез желудка. Повышение работы желудочных желез приводит к тому, что при скармливании рациона из концентратов с травой из желудка эвакуируется гораздо больше химуса в кишечник, чем при скармливании рациона только из концентрированных кормов. Химус при рационе из концентратов с травой проходит через тонкий кишечник гораздо быстрее, чем химус при рационе из одних концентратов. Аналогичные явления наблюдались при сравнении пищеварительных процессов на рационах из концентратов с картофелем и со свеклой с процессами при кормлении одними концентратами.

Таким образом, введение в рацион свиней объемистых сочных и грубых кормов усиливает напряженность работы пищеварительного тракта и ведет к ускорению процессов пищеварения. К этому выводу гораздо раньше пришел зоотехник П. Д. Пластинин, который в годы Великой Отечественной войны на фермах Череповецкого ГПР установил, что при переводе с концентратного типа кормления на объемистый свиней необходимо было кормить чаще, чем при концентратном кормлении [1].

Усиление функций пищеварительного аппарата для племенных свиней желательно, так как оно активизирует обменные функции, и, наоборот, оно не нужно при откармливании.

К. С. Обенко наблюдал, что для племенных свиней кормление вареным кормом вредно, в то время как для откармливаемых оно необходимо [2].

С этой точки зрения при кормлении племенных свиней возможно допустить содержание в рационах большего количества клетчатки. По опытам, на которые сделана ссылка выше, содержание клетчатки в рационе незначительно отражается на переваримости питательных веществ рациона. Но увеличение клетчатки молодняку при выращивании выше 7% (Аксельсон, стр. 400) и взрослым выше 10% приводит к снижению приростов, веса и уменьшению переваримости питательных веществ. Поэтому в рационах племенных свиней должно содержаться по меньшей мере 10% клетчатки от сухого вещества, но может быть допущено и большее ее количество. Наконец, и данные зоотехнических опытов И. А. Тревоги [3], П. С. Попехиной [4], Т. Н. Селезневой и др. показывают, что поросята, полученные от маток, которые выращивались на рационах с объемистыми кормами или которые получали такие рационы до покрытия и в супоросный период или, наконец, которые переведены были на объемистые рационы по крайней мере за 2 месяца до опороса, приносили более жизнеспособных поросят, были более многоплодными и более молочными сравнительно с подобными животными, получавшими концентратные рационы.

Поэтому для племенных свиней, хотя бы в период супоросности, необходимо кормление полуконцентратного типа, при котором около 50% сухого вещества рационов (45—55% единиц общей питательности) приходится на корнеплоды, картофель, бахчевые, траву, сенную муку или резку сена.

---

[1] П. Д. Пластинин. К вопросу о замене концентратов грубыми и сочными кормами в рационах растущего молодняка свиней. Череповец, 1946.

[2] К. С. Обенко. См. сноску на стр. 251.

[3] И. А. Тревога. К изучению влияния типа кормления на развитие продуктивности свиней при воспитании их. Сб. работ по кормлению с.-х. животных. Сельхозгиз, 1954, стр. 320.

[4] П. С. Попехина. Полноценное кормление высокопродуктивных племенных свиноматок. Реферативно-библиографический справочник по животноводству за 1951 г. Сельхозгиз, 1953, стр. 566.

И. А. Тревога перед первым опоросом скармливал ремонтным свинкам рационы с еще меньшим содержанием концентратов. В этих рационах задавалось сена 1,6 *кг*, корнеплодов до 17 *кг* и концентратов около 1,5 *кг*. На концентраты по сухому веществу приходилось около 30%.

П. А. Наумов (Ленинградский с.-х. институт) предлагает следующую классификацию основных типов кормления свиней (табл. 146).

При откорме свиней, наоборот, преследуется цель в возможно короткий срок добиться отложения в теле либо преимущественно мяса, либо мяса и сала, либо преимущественно сала. При откорме свиней в основном различают два типа кормления — на концентратных рационах и на рационах из концентратов и сочных кормов. В зависимости от вида сочного корма различают откормы картофельный и корнеплодный (табл. 147). Кроме того, иногда ведут откорм на пищевых отходах.

Таблица 146

Основные типы кормления свиней

(соотношение групп кормов указано в процентах по питательности)

Тип кормления	Взрослые свиньи и молодняк старше 5—6 месяцев		Молодняк от 2,5 до 5—6 месяцев	
	объемистые корма	концентрированные корма	объемистые корма	концентрированные корма
Объемистый	60—70	до 40	45—60	55—40
Умеренно-объемистый	35—50	50—65	25—40	75—60
Концентратный	до 25	от 75 и выше	не более 20	80—85 и выше

Таблица 147

Примерное соотношение кормов в процентах по сухому веществу при разных типах откорма свиней

Типы откорма	Концентратов			Сочных			Сена и сенной муки
	зерновых	белковых животных и растительных	всего	картофеля	корнеплодов	силоса	
Концентратный I вариант	80	15	95	—	—	—	5
II »	—	—	75	15	—	5	5
Картофельный I вариант	—	—	40—70	50—30	—	—	10—0
II »	—	—	46—50	32	—	12—8	10
Корнеплодный I вариант	—	—	46—50	—	32	12—8	10
II »	—	—	65	—	20	10	5

НОРМЫ КОРМЛЕНИЯ

Количество кормов и питательных веществ в них, необходимое для получения в конкретных условиях хозяйства намеченной планом продукции хорошего качества, сохранения здоровья и поддержания жизненных функций, является нормой кормления животных.

Нормы для животных разных видов, возраста и направления продуктивности различны.

Различаются нормы и в зависимости от природно-хозяйственных условий ведения животноводства. По мере развития и усовершенствования знаний о потребностях животных нормы детализируются и уточняются.

В нормах до недавнего прошлого указывалось количество необходимых единиц общей питательности и переваримого белка, а иногда еще и количества сухого вещества кормов, но с тех пор как был выяснен размер потребностей в аминокислотах, минеральных веществах, витаминах и т. д., число нормируемых показателей питания увеличилось если не для всех, то для некоторых видов животных и для птицы. Увеличение числа нормируемых показателей оказывается необходимым условием организации правильного кормления, так как с возрастанием продуктивности животных, с одной стороны, и с расширением ассортимента кормов, с другой, вероятность ошибок при организации кормления из-за недоучета тех или иных элементов питания возрастает.

Нормы кормления иногда изменяются и в связи с экономическими условиями. Так, например, после первой мировой войны завоз концентратов в скандинавские страны уменьшился, в связи с чем изменился характер кормления животных. Не стало хватать белка для кормления скота по действовавшим до того нормам, снизилось снабжение фосфором, состав концентратных смесей не был столь разнообразным, как это было раньше, несколько снизился и уровень кормления. Нормы были перестроены, в частности было сильно снижено количество белка. Снижение норм и перестройка кормления привели к снижению продуктивности животных. В последующем Л. Фредериксен [1] исследовал влияние уровня нормирования доставки органического вещества (скандинавских кормовых единиц) и переваримого белка на продуктивность коров. Результаты его исследований поучительны и приведены на рис. 51. На рисунке приведены результаты трех серий опытов. Во всех трех сериях подопытные коровы получали полную норму питательных веществ на поддержание жизни. В первой серии продуктивная часть корма рассчитывалась по 0,45 скандинавской (0,525 овсяной продуктивной) кормовой единицы на 1 *кг* молока с содержанием 40 *г* жира. Количество переваримого белка на тот же 1 *кг* молока менялось от 50 до 85 *г*.

Во второй серии количество переваримого белка было постоянным — 66 *г* на 1 *кг* молока, но менялось количество кормовых единиц от 0,37 до 0,58 скандинавской (от 0,432 до 0,677 овсяной продуктивной) кормовой единицы.

В третьей серии менялись параллельно кормовые единицы, как во второй, а переваримый белок, как в первой серии опытов.

Изменение снабжения белком (первая серия) отразилось на величине удоя и на расходе кормов. Оптимум был найден примерно при 65 *г* переваримого белка на 1 *кг* молока. Животные прибывали в весе примерно одинаково независимо от притока белка.

Изменение снабжения одним органическим веществом и изменение снабжения обоими — органическим веществом и белком — оказало более заметное влияние на все показатели: прибавку живого веса, удой и расход корма. Наибольший удой во второй серии был получен при 0,58, а наименьший расход кормов при 0,43 кормовой единицы на 1 *кг* удоя. В третьей серии наибольший удой был при 0,49, а наименьший расход кормов, как и во второй серии, при 0,43 кормовой единицы. Из обзора данных этого опыта вытекает, что балансирование доставки органического вещества и протеина позволяет добиться увеличенной продуктивности, но в относительно ограниченных пределах. Однако это в общем важное заключение нельзя принимать как имеющее абсолютное значение. Во-первых, в этих опытах не были исчерпаны все средства балансирования кормления, а во-вторых, в повышении продуктивности животных, помимо кормления, большую роль играет также функциональное состояние животных, обусловливаемое прежде всего породными свойствами и

[1] Л. Фредериксен. Опыты с меняющимся количеством кормовых единиц и белка для молокопродукции. 163-й отчет Датской опытной лаборатории. Копенгаген, 1931.

подготовкой животных к раздаиванию. Что балансирование кормления нельзя ограничивать учетом доставки органического вещества и протеина, видно из опытов, проведенных в скандинавских же странах. В качестве примера сошлемся на опыт Сванберга и Карлсона [1], из которого следует, что недостаток

Продуктивный корм на кг удоя

Сер I	количество к.е.	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,44
	г перевар. прот.	50	55	60	65	70	75	80	85
Сер II	количество к.е.	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,52	0,55	0,58
	г перевар. прот.	66	66	66	66	66	66	66	66
Сер III	количество к.е.	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,52	0,55	0,58
	г перевар. прот.	50	55	60	65	70	75	80	85

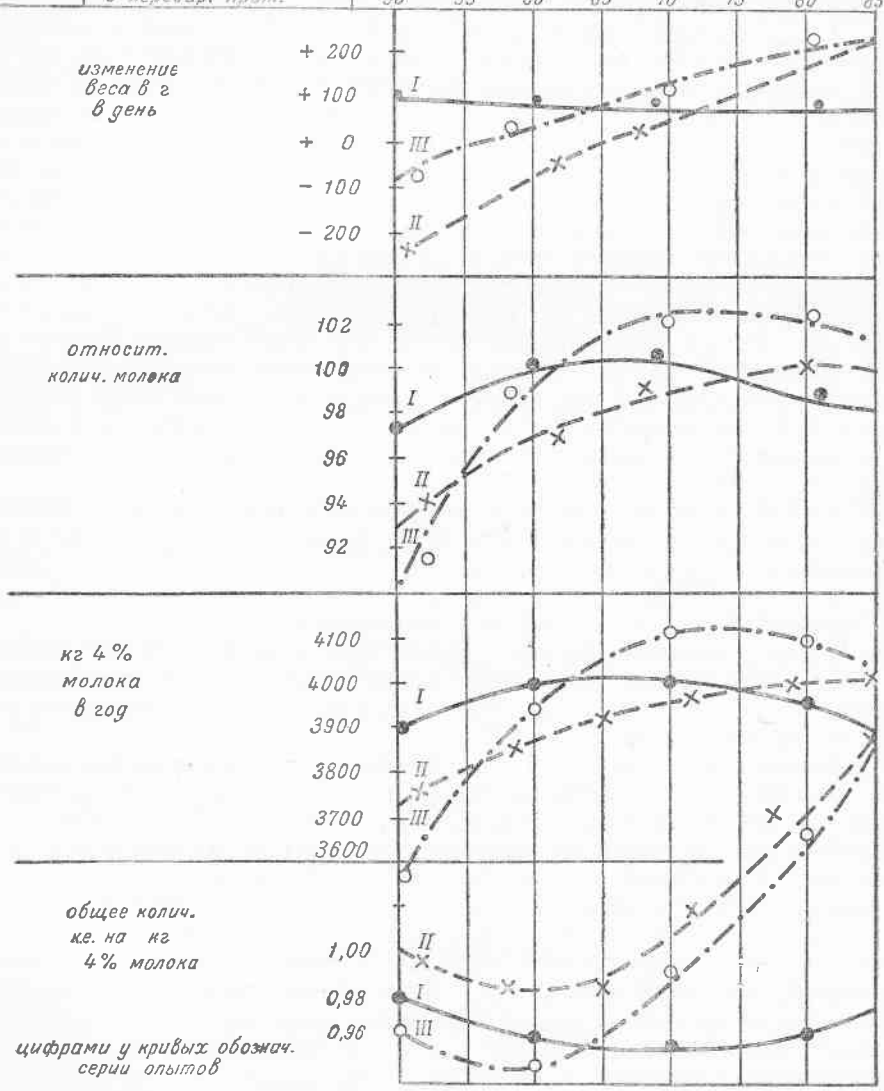


Рис. 51. Исследование влияния доставки кормовых единиц и доставки протеина в продуктивной части рациона на годовой удой, изменение живого веса и на оплату корма, по данным опытов Л. Фредериксена.

[1] Труды высшей с.-х. школы, т. II, стр. 71—81. Швеция, Упсала, 1943 (на нем. яз.).

фосфора в корме коров, вызванный ухудшением качества сена, привел к недобору за стойловый период примерно 25% удоя молока. Что здесь имел место именно недостаток фосфора, было доказано введением подкормки двунатрийфосфатом.

В Советском Союзе нормы кормления изменялись по мере развития социалистического животноводства. До 1930 г. были распространены минимальные нормы, теперь они стали гораздо ближе к оптимальным.

В табл. 148 приведены данные для коров как средней, так и высокой продуктивности, но отнесенные к одному и тому же примеру для коровы с удоем 3000 *кг*. Это условное сравнение приведено только в качестве примера.

Таблица 148

Нормы расхода продуктивных кормовых единиц и переваримого белка на производство 1 *кг* молока с 40 *г* жира коровой при живом весе 500 *кг* и годовом удое 3000 *кг*

Нормы	В продуктивном корме за лактацию		В поддерживающем и продуктивном корме за лактацию		Во всем корме за лактацию и сухостой	
	кормовых единиц	переваримого белка (*г*)	кормовых единиц	переваримого белка (*г*)	кормовых единиц	переваримого белка (*г*)
До 1930 г., все коровы	0,45	47	0,90	72	1,00	80
1935 г., все коровы	0,48	48	0,94	74	1,04	82
1948 г., коровы средней продуктивности	0,48	48	0,94	74	1,09	84
1948 г., коровы высокоудойные	0,48	60	0,94	89	1,13	106

Нормы различаются и по странам, что объясняется, с одной стороны, социально-экономическими условиями, а с другой, естественно-историческими. Например, нормы кальция и фосфора для молочных коров в ряде стран сильно различаются (стр. 260).

Вероятной причиной значительного отличия норм Норвегии является крайняя бедность почв, а следовательно, и растений, по кальцию и фосфору. Но раз приведенные количества вошли в нормы, это означает, что местные животные приспособились к таким малым количествам кальция и фосфора в корме. Разница в содержании минеральных веществ возможна и по районам страны; если животные приспособились к высокому или низкому содержанию того или другого элемента, это содержание становится для них нормой.

По районам одной и той же страны в связи с разницей в климатических условиях меняются нормы потребности в органических питательных веществах. Так, по исследованиям С. С. Кудрявцева [1] на курах, требовалось в среднем за год на 1 птицу в день в средней зоне европейской части СССР 0,141 овсяной продуктивной кормовой единицы, а в южной зоне 0,128 кормовой единицы, т. е. на 9% меньше. Исследованиями автора показано, что эта разница объясняется различием температурных условий содержания птицы и повышенной потребностью на севере в тепле для поддержания температуры тела.

В связи с разницей в климатических факторах зимой и летом нормы по сезонам года также меняются. Это изменение наиболее подробно изучено на

[1] С. С. Кудрявцев. Теоретические основы расчета кормовых норм для кур и детализация существующих норм в зональном разрезе. Труды НИИ птицеводства, т. 21, 1950, стр. 150.

курах, свиньях и овцах [1]. Сошлемся на только что цитированную работу С. С. Кудрявцева. В ней показано, что в зимний период птица лучше использует питательные вещества кормов, свободно переносит большее количество клетчатки в рационе и лучше ее использует, чем в летний период. На этих основаниях в руководствах по кормлению птицы на лето и на зиму даются различные нормы кормления и рекомендуются рационы разного состава.

А. В. Модянов [1 и 2] исследовал обмен веществ и энергии у овец разных пород и пришел к заключению, что нормы кормления следует дифференцировать по породам. В соответствии с этим заключением предложены и внедряются нормы для овец с учетом породности. Имеются нормы, дифференцированные по направлению продуктивности, что соответствует определенным типам и группам пород животных. Такие нормы имеются для лошадей, крупного рогатого скота и кур. Более подробной дифференцировки по породам для этих животных пока нет.

Теоретическую разработку норм обычно ведут в соответствии с теми факторами, которые влияют на величину потребности животных в данном питательном веществе. Так, например, считается на основании имеющегося опыта, что потребность в сумме органических питательных веществ (или в энергии пищи) дойной коровы зависит от ее живого веса, с одной стороны, и от содержания органических веществ (энергии) в удое. Живой вес и удой коровы могут варьировать в широких пределах и притом независимо один от другого. Поэтому потребности в органическом веществе, зависящие от величины коровы и от количества производимого молока, исследовали раздельно и разработали раздельные нормы пропорционально живому весу на «поддержание жизни» и пропорционально удою на «производство молока». Вернее сказать, исследование этих потребностей не было абсолютно раздельным. Потребность на образование продукции определялась по разности между общим расходом пищи животным и заранее определенным расходом на «поддержание жизни».

Такой аналитический путь исследования вряд ли может вызвать возражения, тем более что его результаты с некоторой степенью приближения удовлетворяли практике кормления животных.

Но когда эти результаты исследования стали применять в качестве руководства к практическим действиям, допустив при этом обобщения, не подтвержденные фактами, то эти приемы вызвали законные возражения.

Допустим, было выяснено, что непродуцирующей корове весом 500 *кг*, для того чтобы удовлетворить ее потребности, зависящие от живого веса, необходимо задать количество органических веществ, эквивалентное 4,6 овсяной продуктивной кормовой единицы. На 1 *кг* молока, содержащего 40 *г* жира, нужно задать дополнительно (пропорционально удою) органические вещества, эквивалентные 0,48 такой же кормовой единицы.

Представим себе, что имеются две коровы одинакового веса — 500 *кг*. Одна из них дает 10 *кг*, а другая 30 *кг* молока. Зная, что раздельные потребности определялись путем вычитания из общей потребности части ее, относимой к поддержанию жизни, мы очевидно имеем право определить общую, суммируя отдельные потребности. Норма для первой коровы будет равна в сумме 9,4 кормовой единицы, а для второй коровы 19,0 кормовой единицы.

Против этого результата также нельзя возражать, если, конечно, каждая из отдельных потребностей была определена верно. Этот аналитический прием некоторыми специалистами был использован так, что поддержание жизни животных одинакового вида и одинакового веса можно обеспечить

[1] А. В. Модянов. Сезонные изменения в обмене веществ у овец разных пород. Доклады ВАСХНИЛ, 1950, № 3, 39—44.

[2] А. В. Модянов. Породные различия в обмене веществ и в использовании корма у овец. Труды ВИЖ, т. 20, 1952, стр. 363.

одними и теми же кормами независимо от общего размера их питания и продуктивности.

Производство молока или другой какой-либо продукции неотделимо от прочих жизненных отправлений. Представление, что последние в организме обособлены от продуктивных функций, ошибочно, так как противоречит фактической целостности организма и целостности его потребностей, зависящих прежде всего от общего уровня физиологической работы, общего уровня питания и продуктивности.

Поддержание благополучия интенсивно работающего высокопродуктивного животного требует иных условий кормления, качественно лучших, чем поддержание существования низкопродуктивного животного, хотя оба этих животных могут быть одинакового живого веса.

Вред представлений об обособленности функций поддержания жизни от продуктивных функций выразился в том, что высокопродуктивные животные во многих случаях оказывались в условиях недостаточного кормления. Все внимание направлялось на обеспечение кормлением их продуктивности, так как казалось, что потребности, связанные с их существованием, удовлетворяются легко и просто.

Отдельные практические работники уже давно поняли, что выделение поддерживающей потребности в обособленный показатель является только приемом более удобного расчета суммарной потребности животных, а не руководством к практическим действиям.

Сошлемся хотя бы на Р. Гейслера [1], который считал совершенно необходимым назначать коровам корма различного качества в зависимости от их общего уровня питания. Качество кормов всего рациона должно быть тем выше, чем продуктивнее корова. Эти предложения вносились Р. Гейслером как результат его практической деятельности, в которой он руководствовался нормами Кельнера.

Еще тогда, когда норм кормления не существовало, Н. Н. Муравьев [2], представлявший собой просвещенного практика-животновода начала прошлого века, успешно применял те же, что и Р. Гейслер, положения при кормлении коров разной продуктивности.

Представлялось необходимым предотвратить часто повторявшиеся ошибки в организации кормления, когда считалось допустимым вводить в рационы высокопродуктивных животных солому взамен сена или другие корма невысокого кормового качества только потому, что было известно о возможности при этих кормах «поддерживать жизнь» непродуцирующих животных.

Поэтому 35-й пленум секции животноводства ВАСХНИЛ (1951 г.) указал, что разделение норм кормления сельскохозяйственных животных на поддерживающую и продуктивную часть является методологически неправильным. Тем самым практике должны быть рекомендованы суммарные нормы, содержащие в себе общие потребности животных.

В ответ на это появилось несколько форм суммарных норм. Так, проф. А. П. Дмитроченко предложил нормы, в которых указаны суммарные количества питательных веществ на корову в зависимости от ея веса, продуктивности и фазы лактации (стр. 534). Проф. И. С. Попов [3] предложил нормы, связанные с весом, месяцами лактации и годовым удоем. По последним нормам, общая потребность определяется по величине фактического удоя — количества кормовых единиц на 1 *кг* удоя, умноженного на число килограммов удоя. Для многих других животных нормы и ранее давались суммарные.

---

[1] Р. Гейслер. Продуктивное кормление молочных коров. Сельхозгиз, 1931.
[2] Н. Н. Муравьев. См. сноску на стр. 269.
[3] И. С. Попов. Кормовые нормы и таблицы. Сельхозгиз, 1954, стр. 27 и 33.

ПРАВИЛА КОРМЛЕНИЯ

Выбор типа и нормирование суточного кормления не исчерпывают всех приемов воздействия на животное.

Если в типе и нормах кормления решаются вопросы, каких кормов и сколько должно быть скормлено, то следующие вопросы, когда и как скормить эти корма, указываются в правилах кормления.

В качестве примера приведем правила, рекомендуемые для кормления и содержания высокопродуктивных коров в Дании [1]. Корову необходимо подготовлять к будущей высокой продуктивности во время сухостойного периода. К моменту отела ее необходимо довести до хорошего состояния упитанности и в то же время в период сухостоя кормить объемистыми рационами.

Рацион будущей высокоудойной коровы зимой должен содержать: 20 *кг* кормовой сахарной свеклы, 15 *кг* травяного или люцернового силоса, 5 *кг* отличного сена, 3—5 *кг* концентратов с содержанием около 15% переваримого белка.

В последние 2 дня перед отелом концентраты должны быть снижены до 1—2 *кг*.

После отела при условии, что здоровье коровы хорошее, концентраты можно прибавлять ежедневно по 0,5 *кг* до тех пор, пока аппетит остается хорошим. Но дачу концентратов не следует увеличивать, как только появятся признаки наступающего перекорма.

Лучше всего кормить корову 4 раза в сутки, каждые 6 часов, из них 3 раза грубыми и сочными кормами и все 4 раза концентратами. При каждом кормлении концентраты нужно задавать маленькими порциями и следующую давать после того, как будет съедена предыдущая.

Высокоудойным коровам следует давать примерно такой рацион: 23—30 *кг* кормовой сахарной свеклы, около 15 *кг* хорошего травяного или клеверного силоса, около 5 *кг* хорошего сена, 14—18 *кг* смеси высококачественных концентратов.

Некоторые коровы не в состоянии съесть такой объемистый рацион. Тогда нужно давать корма меньше. Необходимо считаться с индивидуальным аппетитом каждого животного. Концентратную смесь рекомендуется давать примерно следующего состава: 30% смеси жмыхов, 16% плющеного овса, 7% плющеного ячменя, 7% солодовых ростков, 7% пшеничных отрубей, 18% кокосового жмыха, 15% меласированных отрубей.

Смесь жмыхов составляется из 10% дробленых, обезжиренных бобов сои, 25% жмыха из ошелушенных семян хлопчатника, 20% жмыха из ошелушенных семян подсолнечника, 20% кокосового жмыха, 20% льняного жмыха и 5% патоки. За исключением соевой дробины, которая может быть экстрагированной и содержать жира около 1%, остальные жмыхи должны быть прессованные с содержанием жира 4—6%. Высокоудойные коровы должны выдаиваться полностью. Лучшим временем отела для них является осень, возможно — октябрь. Коровы, отелившиеся осенью, будут давать наивысшую продуктивность в зимнее время в период их содержания в прохладной температуре. Летняя жара угнетает этих коров в меньшей степени, чем коров, отелившихся весной.

КРАТНОСТЬ КОРМЛЕНИЯ

При организации кормления может возникнуть вопрос, сколько раз кормить животных в сутки и через какие промежутки времени. Разрешая этот вопрос, приходится учитывать разнообразные обстоятельства. Прежде всего

[1] Л. Ларсен и Г. Эскедаль. См. сноску на стр. 351.

следует представлять себе, идет ли речь о числе кормлений или о числе раздач кормов. При употреблении самокормушек для свиней, содержимых в лагерях, в самокормушку корм может быть заложен один раз в сутки, однако эту операцию нельзя отожествлять с однократным кормлением, так как животные будут поедать корм из самокормушки по мере необходимости по нескольку раз в день.

При желании скормить возможно больше кормов кормить животных нужно чаще, чем при ограниченном, а тем более при недостаточном количестве кормов. По исследованиям А. Д. Слонима с сотрудниками [1], многократное скармливание по частям за сутки ограниченного количества пищи, которую животное могло бы съесть за один прием, приводило к значительному повышению потерь энергии из организма по сравнению с однократным кормлением.

Молодые животные, особенно если у них слабо развиты пищеварительные органы, требуют более частого кормления, чем взрослые, хорошо развившиеся. П. А. Наумов провел хронометрический учет поедания кормов молодняком свиней разного возраста, перед которым непрерывно находилась свежая пища. Оказалось, что подходы и поедание кормов из кормушек происходили через довольно равномерные промежутки времени. В то время как отъемыши поедали корм 5—7 раз в сутки, подсвинки 80—100 *кг* веса уравновешенного типа довольствовались двукратным поеданием кормов. Легко возбудимые животные подходили к кормушкам чаще и несмотря на это прирастали в весе меньше, чем более спокойные.

Для достижения определенного хозяйственного результата (прироста веса, работоспособности и т. д.) приходится животных кормить разное число раз в сутки в зависимости от рода кормов, включенных в рацион.

Если свиней или лошадей кормить рационами, содержащими требуемое количество концентратов, то их можно кормить реже, чем тогда, когда в рацион входят быстро проходящие по пищеварительному тракту и переваривающиеся объемистые сочные и высококачественные грубые корма. В годы Великой Отечественной войны удавалось производить на лошадях тяжелую работу (Институт коневодства; Г. Г. Карлсен) и от свиноматок получать тонно-пометы (Череповецкий ГПР; П. Д. Пластинин, стр. 513) в обоих случаях на объемистых кормах только при условии увеличения против обычного кратности кормления. Вместе с тем необходимо создавать условия питания животных, при которых требуемый хозяйственный результат достигается с возможно меньшим числом кормлений. Уменьшенное число кормлений в сутки позволяет значительно экономить труд обслуживающего персонала и снижать затраты на уход за животными.

В молочном скотоводстве при средней и низкой продуктивности и при правильно подобранных рационах с успехом применяется двукратное кормление и двукратное доение коров.

---

[1] А. Д. Слоним. Животная теплота и ее регуляция в организме млекопитающих. Изд. АН СССР, 1952, стр. 56.

ГЛАВА XXIX

НОРМИРОВАНИЕ КОРМЛЕНИЯ ЖИВОТНЫХ

КОРМОВОЙ РАЦИОН И СИСТЕМА КОРМЛЕНИЯ

Каждый корм может быть эффективно использован в кормлении данного вида животных при условии, что он является частью рациона, разностороннего и полного по качеству и достаточного по количеству питательных веществ.

Кормовым рационом называют суточную дачу кормов, составленную с учетом цели кормления. Цель кормления может быть разной, например получить от коровы наибольшее количество молока, откормить свинью в кратчайший срок, откормить свинью при меньшем отложении жира.

При любой хозяйственной цели кормления при составлении кормовых рационов преследуют общефизиологическую цель удовлетворить потребности животного в питательных веществах, причем в таких комбинациях кормовых средств, которые отвечают виду, направлению, продуктивности и вкусу животных. Должны быть учтены уже известные опыты по скармливанию кормовых средств, возможность влияния последних на здоровье и продуктивность, а также и то, в какой мере это влияние проявляется на животных разного вида, в каких комбинациях или при какой подготовке и технике кормления получаются наиболее благоприятные результаты. В качестве примера укажем на неблагоприятное действие на коров отрубей при скармливании силоса и травы и на благоприятное использование больших дач отрубей при одновременном скармливании хорошего грубого корма. Некоторые сведения по этим вопросам можно найти в табл. 127.

Дача должна быть удовлетворительной по объему и содержанию сухих веществ, так как недогрузка и перегрузка вредно отзываются на работе пищеварительного аппарата.

Неравноценность протеинов отдельных кормов можно исправить в практике кормления введением в рационы разнообразных кормов.

К тому же разнообразно составленные дачи гораздо охотнее поедаются, что особенно важно для поддержания на должной высоте аппетита высокопродуктивных животных.

Рационы нужно проверить на содержание в них минеральных веществ и витаминов и в соответствующих случаях (при явном отклонении от норм) исправить их частичной заменой кормов или включением дополнительных подкормок и препаратов.

Недостаток или избыток любой из необходимых составляющих частей пищи влечет за собой риск потерь из-за нерационального использования кормов или из-за заболеваний животных. Избыток некоторых веществ пищи может мешать наиболее эффективному использованию других частей пищи или рациона в целом.

Поэтому основной принцип составления рациона — сочетание всех его составляющих элементов в наилучших пропорциях или, иначе говоря, составление хорошо сбалансированного рациона.

Понятие о сбалансированности чаще всего относят к суточному рациону. Но так как животные способны откладывать в организме запасы некоторых веществ и могут не нуждаться в их систематическом поступлении с пищей, необходимо при балансировании рационов иметь это в виду.

Последнее позволяет, применяя сбалансированное кормление в общем за длительное время (за календарный год, производственный цикл, сезон), на некоторый проверенный опытом период допускать применение рационов и не вполне сбалансированных.

Таким образом, кормовой рацион является результатом научных представлений о средствах и путях удовлетворения потребностей животных. Через кормовой рацион человек получает возможность управлять существованием и производительностью животного, насколько это представляется возможным осуществить через кормление.

Как сказано выше, кормовой рацион представляет собой суточную дачу кормов. На протяжении производственного цикла животного (или сельскохозяйственного года) кормовой рацион не остается постоянным. Изменяется состояние и продуктивность животного, а в связи с тем изменяется и потребность в питательных веществах. С другой стороны, подвергается изменению род, количество и качество кормов как в связи с возможностями их сохранения, так и, особенно, в связи с временами года. В вегетационный период имеется возможность скармливать животным корма «на корню» или свежеубранными в натуральном состоянии, а в зимнее время приходится кормить животных законсервированными продуктами — высушенными, засилосованными или сохраняемыми в условиях подавления или полного прекращения их жизнедеятельности. Кормление в вегетационный период значительно проще, требует меньше труда, чем в период зимнего стойлового содержания. В соответствии с этим возможны различные формы организации кормления. Например, может быть такая, при которой летнее кормление избыточно, животные восстанавливают запасы в организме, нагуливают тело, дают высокую сезонную производительность, а зимой содержатся в условиях, приближающихся к поддержанию жизни и даже к частичному существованию за счет расходования созданных за лето запасов, конечно при весьма осторожном позаимствовании из них. Такая система питания представляется экстенсивной, тесно связанной с природными условиями и их колебаниями. В подавляющем числе случаев при экстенсивной системе кормления производственный цикл нужно приспособлять к отдельным кормовым сезонам. Так, например, при этой системе коровы оказываются способными к оплодотворению только после обильного весенне-летнего кормления, и их расплоды приходятся на весну. Период восстановления запасов тела совпадает с летом или несколько отодвигается на осень, когда хозяйство располагает обилием только что убранных кормовых продуктов. После весенних расплодов на период летнего обильного кормления приходится и наибольшая молочная продуктивность. За период летнего содержания проходят первые месяцы роста и развития родившегося весной молодняка.

При интенсивной системе зимнее кормление должно быть полноценным, чтобы погасить действие внешних условий, отличных от условий лета. Зимнее содержание при недостатке прогулок, малой мышечной деятельности, слабом освещении может и должно быть компенсировано соответствующим изменением качества питания.

Интенсивное кормление вполне осуществимо, что доказано на курах, содержимых в батареях наших птицефабрик. Однако из этого же примера из-

вестно, что такое кормление должно осуществляться с исключительной тщательностью.

При таком кормлении животные оказываются весьма чувствительными ко всяким, даже кратковременным недостаткам в питании.

Однако интенсивное кормление позволяет совершенно освободиться от сезонности в животноводческой отрасли и служит твердой основой к достижению высоких уровней производительности и получению потомства в любые сроки.

Интенсивное кормление должно сочетаться и с соответственно организованными условиями содержания, требующими более совершенного устройства помещений для животных, обслуживания их, удлинения периода освещения помещений и т. д.

Между двумя крайними системами возможно большое число промежуточных вариантов, приближающихся как к одной, так и к другой из рассмотренных систем.

Интенсивную систему кормления, характеризующуюся прежде всего набором кормов в рационе требуемого качества и состава, иногда смешивают с обильностью кормления. Существуют указания, что наиболее эффективно и рационально равномерное, достаточно обильное кормление. Такие указания приводятся как по отношению к взрослым продуктивным животным, так и, особенно, по отношению к растущему молодняку.

Полезность равномерного до монотонности, постоянно обильного кормления и его преимущества перед какой-либо иной системой, не приводящей к угнетению функций, насколько это нам известно, не доказана. Наоборот, имеются доказательства преимуществ неравномерного, как его называют «зигзагообразного» питания, играющего иногда профилактическую роль. Перемежающиеся нагрузки и разгрузки органов, особенно молодых животных, тренируют организм, в связи с чем даже случайное дефицитное питание проявляется медленнее и не столь резко, чем в тех случаях, если организм приучен к равномерному питанию. Конечно, в данном случае речь идет о целесообразном, сознательном изменении пищевого режима, а не о непредвиденных и часто в этих случаях несвоевременных его колебаниях.

Колебания кормового режима применяются с успехом в откармливании подсвинков, о чем уже упоминалось в связи с работами Лысогорова и Фердинандова.

Наконец, кормление различают по типам (стр. 503).

Особенности кормления на протяжении срока эксплуатации животного, периода его воспитания или производственного цикла, выраженные в основных положениях, представляют собой систему кормления.

Так, например, в применении к воспитанию телок А. И. Круглов рекомендует весь цикл развития телок от рождения до 2-летнего возраста делить на несколько обособленных периодов, различающихся между собой по характеру кормления и по интенсивности роста телят.

Выращивание следует базировать в основном на высококачественных грубых (хорошее сено) и сочных кормах (силос, корнеплоды, пастбище). Привес может быть значительно увеличен и без дополнительного введения концентратов, за счет высокого качества скармливаемых грубых и сочных кормов. В возрасте 1 года 10 месяцев при живом весе 385—400 *кг* производится первое покрытие телок.

Таким образом, в систему кормления входит последовательный комплекс изменений рода, качества и количества пищи. Кормовой рацион представляет собой только частный элемент принятой системы кормления, и за какой бы период он ни был взят, он не может характеризовать систему в целом. Кормовой рацион не представляет собой обособленной характеристики питания. Его размер и набор кормов в нем зависят от условий предшествующего питания и оказывают большое влияние на последующее.

ПРИНЦИПЫ НОРМИРОВАНИЯ КОРМЛЕНИЯ

Нормировать кормление — это значит назначать рационы в соответствии с принятыми правилами и нормами кормления.

Представляется необходимым показать, чем различаются принципы нормирования, основанные на прежних теоретических положениях, которые могут быть определены как учение о продуктивном действии кормов, и на современных теоретических положениях, которые можно определить как учение о полноценном продуктивном кормлении животных.

Кормовые рационы, отвечающие кельнеровскому принципу продуктивного действия, строятся на основе следующих положений.

1. Жизнеспособное состояние животного обеспечивается через удовлетворение его потребности на поддержание жизни. Пища сверх поддерживающей потребности представляет собой отдельную продуктивную часть рациона.

2. Общий уровень нормированного кормления (включающий поддерживающую и продуктивную части) определяется весом животного и его способностью давать продукцию.

3. В пределах общей потребности замещение одних кормов другими не ограничивается. Требуется, чтобы питательность дачи соответствовала потребностям по содержанию единиц общей питательности и переваримому белку (О. Кельнер, 1905; Х. Мельгор, 1954 и др.).

Принимается во внимание экономичность кормления, необходимость доставки в рационе грубого корма, сухого вещества и ограничение введения некоторых кормов, избыток которых может повредить качеству продукции. В последнее время рекомендуется принимать во внимание доставку в рационе кальция, фосфора и каротина (Мельгор, 1954).

Кормовые рационы, отвечающие принципам полноценного продуктивного кормления, строятся на основе иных положений.

1. Жизнеспособное состояние животных обеспечивается кормлением в целом, которое должно быть полноценным.

2. Полноценность кормления при разных видах и разной величине продуктивности обеспечивается не одинаковыми средствами. Поэтому допустимый уровень продуктивности и обусловливаемая им обильность полноценного кормления определяются в пределах продуктивной способности животных в зависимости от качества кормов, от их соотношения в рационах и с учетом экономической эффективности кормления.

3. Замещение одного корма другим в сбалансированном рационе, обеспечивающем полноценность кормления, ограничено условием сохранения сбалансированности по всем показателям комплексной питательности.

При пользовании принципом продуктивного действия рацион составляется при следующей последовательности приемов.

1. По известному живому весу животного найти из таблиц потребность его в корме вообще (для овец и свиней) или только в поддерживающем корме (молочный скот, лошади, молочные овцы).

2. По суточному удою и проценту жира для коров, характеру и продолжительности работы для лошадей и пр. найти величину продуктивного корма.

3. Сложить найденные величины кормовых единиц и белка в поддерживающем и продуктивном кормах и прибавить к ним добавки (если это по условиям необходимо) на стельность, температуру помещений, рост, упитанность и раздаивание.

4. После определения потребности животного в питательных веществах подбирать кормовую дачу из имеющихся в хозяйстве кормов следует так, чтобы в ней содержалось потребное животному количество кормовых единиц. При этом не следует переходить границ рекомендованных дач кормов

5. После того проверить, достаточно ли в даче переваримого протеина или белка и правилен ли рацион в других отношениях.

6. Если рацион окажется неудовлетворительным по содержанию протеина, его следует исправить. Заменяя один корм другим или изменяя количество уже входящих в рацион кормов, следить за тем, чтобы общее количество кормовых единиц не изменялось по сравнению с нормой.

7. В условиях усиленного производства цельного молока бывает рационально назначать животному норму более высокую, чем это определяется его молочной продуктивностью, т. е. животное несколько перекармливать. Если корма имеются в избытке, излишек продукта (молока) оправдывает излишек корма (при перекорме), и если животное, по наблюдениям, не жиреет, такого рода меру принять можно.

8. Кормить животных необходимо доброкачественными (неиспорченными) кормами независимо от их питательной ценности.

Итак, по этому принципу кормить можно любыми сочетаниями кормов, лишь бы характеризующие их обобщенные показатели общей питательности и белка совпадали с нормой.

В качестве примера рационов молочных коров при различной величине их удоя может быть приведена схема кормления, применявшаяся на Бутырском хуторе [1].

Все коровы получали ежесуточно одинаковый основной корм, состоявший из 5 *кг* клеверного сена, 3 *кг* овсяной соломы и 2 *кг* яровой мякины, независимо от размера удоя. Сверх того они получали питание, приведенное в табл. 149.

Таблица 149

Дополнительное питание коров (в сутки)

При удое (*кг*)	Свеклы (*кг*)	Смеси концкормов (*кг*)
16 и выше	25	4
12—16	20	3
8—12	15	1,5
4—8	5	1
Ниже 4 и сухостойные	0	0,5

Подобный порядок изменения рационов применялся и применяется очень широко. Так, в одном из совхозов назначалось всем коровам 5 *кг* сена разного качества и 3 *кг* соломы.

Прочие корма вводились в самых различных дозах, до весьма больших, так как в стаде имелись коровы с удоем 30 *кг* молока и выше.

Такую схему нормирования рекомендовал в качестве примера Г. Е. Овсянников, и ее применяли всем коровам вплоть до коров рекордной производительности.

Примерные рационы для коров разной производительности, по Г. Е. Овсянникову [2], приводятся в табл. 150.

Принципиально по той же схеме кормились и коровы рекордной производительности. В табл. 151 приведены рационы для 45-го дня от отела [3].

Как видно из приведенных примеров, все изменения рационов производились за счет сочных кормов и концентратов. Дача грубых кормов оставалась

---

[1] Е. Л. Синицкий. Работа по улучшению молочного скота. Сельхозгиз, 1932.

[2] Г. Е. Овсянников. См. сноску на стр. 414.

[3] А. П. Юрмалиат и Г. Е. Овсянников. Опыт передовиков по массовому раздою коров. Сельхозгиз, 1940.

Таблица 150

Суточные кормовые дачи коровам по кормовым классам

Кормовой класс	Число кормовых единиц	Ожидаемый удой с 42 *г* жира в 1 *л*	Задавать в сутки *(кг)*			
			соломы	сена	силоса	смеси концентратов
1	4,7	2,0	3	6	6	0,2
2	5,7	4,0	3	6	12	0,6
3	6,7	6,0	3	6	16	1,2
4	7,7	8,0	3	6	20	1,6
5	8,7	10,0	3	6	20	2,5
6	9,7	12,0	3	6	20	3,5
7	10,7	14,0	3	6	20	4,5

постоянной, так как им отводилась роль снабжать животных веществами, необходимыми для поддержания жизни.

Достаточность и правильность рационов при кормлении на основе указанных принципов контролируется по продуктивности. Два рациона, при

Таблица 151

Суточные кормовые дачи коровам рекордных удоев

Корова	Сена *(кг)*	Концентратов *(кг)*	Сочных кормов *(кг)*
Лента	5,0	23,8	60,0
Дора	6,0	23,9	65,0

которых животное давало одинаковую продукцию, признавались равноценными.

Интересно сравнить между собой три таких зарегистрированных рациона для коров одинаковой высокой продуктивности (табл. 152).

В приведенных рационах видно существенное различие. 16 *кг* сена, заданного в третьем рационе вместо 6 *кг* в двух других, привели к уменьшению дачи на 6 *кг* концентратов и на 29 *кг* сочных кормов. Однако, несмотря на равенство продуктивности, эти рационы не могут считаться равнозначными. На рационах, подобных первому и второму, неоднократно наблюдались серьезные расстройства здоровья.

При кормлении, удовлетворительном по получаемой продуктивности, часто наблюдается ухудшение состояния животных, их здоровья и жизнеспособности.

Коровы непрерывно давали высокие удои молока и совершенно неожиданно погибали при условиях, исключавших инфекцию [1].

В других случаях молочные коровы показывали замечательную продуктивность, но теряли способность к воспроизводству.

Приведенные примеры не исчерпывают ни количества случаев, ни их разнообразия.

Поэтому теперь уже широко признается, что кормление должно быть организовано достаточно хорошо и для получения продукции и для сохранения жизнеспособности животных. Этому условию отвечает рацион третий в табл. 152.

[1] И. С. Попов. Кормление высокопродуктивных коров. Сельхозгиз, 1941, стр. 196.

Таблица 152

Сравнение рационов высокоудойных коров

Показатели	Рационы (кг)		
	первый [1]	второй [1]	третий [2]
Суточный удой	60,75	60,0	62,0
Жмых льняной	6,5	7,0	—
Отруби пшеничные	8,0	8,0	—
Овсяная дерть	6,0	7,0	—
Прочие концентраты	2,0	2,0	—
Всего концентратов	22,5	24,0	18,0
Сено вико-овсяное	6,0	6,0	—
Всего грубых	6,0	6,0	16,0
Морковь кормовая	10,0	10,0	—
Свекла: кормовая	30,0	30,0	—
сахарная	—	—	18,0
Жом свекловичный свежий	20,0	20,0	—
Силос кукурузный	—	—	9,0
Кормовая капуста или выращенная зелень	—	—	4,0
Всего сочных	60,0	60,0	31,0
Кормовая патока	0,3	0,3	—
Минеральная подкормка	0,370	0,370	—
Всего в рационе: кормовых единиц	32,5	33,8	34,0
переваримого белка (кг)	4,5	4,8	4,8

Чтобы удовлетворить требованиям полноценного продуктивного кормления, нужно при организации нормированного кормления исходить из следующих положений.

1. Размер допустимого кормления продуцирующего животного определяется не его продуктивной способностью, а полноценностью питания, которую обеспечивают имеющиеся условия, если сознательно мы не идем на нарушение каких-либо жизненно важных функций животного.

2. Определителями полноценного питания являются конкретные корма, включаемые в состав рациона. Корма, в которых доставляются основные важные питательные вещества, могут быть названы главными кормами рациона. К таковым прежде всего относятся трава пастбища и подкормки, сено, силос и корне-клубнеплоды. Они являются основными источниками жизненно необходимых факторов питания, возбуждающих и обеспечивающих течение физиологических процессов.

3. Полноценность питания определяется не только наличием этих кормов в рационе, но и их достаточным количеством, качеством и правильным соотношением.

4. Возможно временное существование животных, а также получение некоторой части их продуктивности за счет запасов отдельных элементов питания, ранее накопленных животным.

5. При кормлении животных с несозданными запасами (например, растущих) несоответствие состава и свойств пищи с потребностями проявляется быстрее, а последствия таких несоответствий бывают более тяжелыми.

[1] Д. С. Бондаренко и А. Н. Поляков. «Проблемы животноводства», № 3, 1937, стр. 108.

[2] А. П. Дмитроченко. Вестник животноводства, № 4, 1946.

В таких случаях общий размер питания должен определяться только в соответствии со степенью его полноценности.

6. Кормовую базу хозяйства нужно приспособлять к продуктивным способностям животных не только по сбору питательных веществ, но, что особенно важно, по набору кормов соответствующего рода и качества, обеспечивающих полноценное и экономически эффективное кормление.

Принципы нормирования, основанные на учении о полноценном продуктивном кормлении, заключаются в следующем.

1. В учете начального функционального состояния животного, его приспособленности к данного рода пище, подготовленности к освоению, переработке назначаемого рациона и в учете наличия в теле запасов или необходимости их создавать.

2. В обеспечении основных физиологических функций животных подбором кормов требуемого рода и качества. Имеются в виду работа пищеварительного тракта и его отдельных участков (рубца, железистого желудка, тонкого и толстого отделов кишечника), нормальная деятельность микрофлоры пищеварительного тракта (у жвачных), выделительные функции (теплоотдача, дефекация, диурез), функции воспроизводства, продуктивности и т. д.

3. В назначении такого количества питательных веществ, которое животное может освоить при условии оптимального течения физиологических процессов и при условии сбалансированной доставки необходимых питательных веществ.

СВЯЗЬ СОСТАВА РАЦИОНА С СОСТОЯНИЕМ ЖИВОТНОГО И ЕГО ПРОДУКТИВНОСТЬЮ

Приведенные выше положения имеют принципиально важное значение. В соответствии с физиологическим состоянием животного, родом и размером его продуктивности нужно изменять не только количество (а иногда и соотношение) питательных веществ, но соответственным закономерным образом изменять и состав кормов рациона.

Прежде всего в рацион летнего периода сельскохозяйственных животных обязательно должна входить трава, пригодная для них и в подходящей фазе зрелости. Сорт и количество травы находятся в зависимости от вида животного, рода и размера производительности.

В период стойлового содержания животные всех видов должны получать сено и силос опять-таки в зависимости от видовой их приспособленности к данному роду пищи в количествах и по качеству не ниже установленных норм.

Игнорирование этих двух основных положений должно рассматриваться как нарушение правильного кормления животных.

В отдельных случаях, особенно при кормлении высокопродуктивных животных, обязательно включение корне-клубнеплодов.

Концентраты должны также входить в состав рациона, но не как основное средство повышения уровня питания или как заменители недостающих кормов, а как необходимые компоненты отдельных рационов сельскохозяйственных животных.

Представим себе, что хозяйство в стойловый период может скармливать корове весом около 500 *кг* 3 *кг* плохого лугового сена, 2 *кг* ржаной соломы, 4 *кг* овсяной соломы, 2 *кг* овсяной мякины, 15 *кг* кормовой свеклы. На таком основном рационе коровы продуцируют, но значительно поднимать удой коров не следует даже при обильном введении концентратов. Если этот рацион будет дополнен 3 *кг* пшеничных отрубей, то окажется, что в нем достаточно органических веществ на получение удоя (4-процентного молока) в 10—12 *кг*, протеина на удой в 6—7 *кг*, кальция на удой в 5 *кг* и фосфора на удой в 12 *кг*.

Рацион исключительно беден по каротину, избыточен по сырой клетчатке (сырой клетчатки по расчету на сухое вещество содержится около 30%). Исправлять рацион заменой отрубей жмыхами с целью увеличения доставки протеина не имеет смысла, так как это не изменит основных дефектов недостатка кальция, каротина и избытка клетчатки [1]. Если путем белкового перекорма и удается поднять удой, то это не поправит дела, а только ухудшит, так как при более высокой молочности в большей мере и быстрее истощаются из запасов тела вещества, недостаточные в рационе. Но низкий (4—6 *кг*) удой получать на таком основном корме можно с расчетом восстановления запасов в период пастбищного кормления. Здесь ясно видна зависимость возможного побуждения животного к повышению продуктивности от характера основного рациона и невозможность его исправления концентратами.

Кормовые рационы молочных коров, исследованные Мельгором и помещенные в его книге, имеющейся в русском переводе [2], чаще всего содержат 2—4 *кг* ячменной соломы, около 30 *кг* кормовой свеклы и 4—5 *кг* концентратов. При таких рационах коровы давали 10—17 *кг* молока в сутки. Несомненно, в этих рационах избытка клетчатки не было, кальция и каротина и ряда других важных питательных веществ недоставало. Получение указанных удоев шло с одновременным сдаиванием с тела, которое в условиях опытов Мельгора было не опасным, так как в Дании зима весьма коротка и в практике скотоводства там принято коров большую часть года содержать на обильных и высококачественных пастбищах. Таким образом, рационы упоминаемой работы в качестве примерных непригодны.

Представим себе другой пример. Такая же корова 500 *кг* живого веса получает в основных кормах 6 *кг* хорошего лугового сена, 3 *кг* овсяной соломы, 20 *кг* кормовой свеклы и 10 *кг* силоса из травы. Следует отметить, что эти дачи кормов взяты из практики. На таком рационе с большим количеством и лучшего качества сена, да еще в присутствии хорошо приготовленного силоса можно быстрее поднять удой, удерживать его на высоком уровне, сохранить здоровье животного и экономить концентраты. Если к такому основному корму добавить 4—5 *кг* концентратов (смеси из 2 частей отрубей, 2 частей ячменя и 1 части льняного жмыха), то в таком рационе окажется органического вещества, кальция и фосфора достаточно на 14—16 *кг* удоя, протеина на 16—18 *кг* удоя, каротина и существенных аминокислот достаточно, а клетчатка будет содержаться на уровне, близком к оптимальному, — около 25%. Более усиленное концентратное кормление создает дефицит в важных аминокислотах и кальции, если не касаться некоторых других составляющих.

Дальнейший подъем продуктивности требует особого внимания к качеству основных объемистых кормов. Животные должны быть приучены к поеданию больших количеств питательного, высокопереваримого, но объемистого основного корма.

Представим себе, что корове весом 560 *кг* может быть предоставлен рацион из 15 *кг* молодого бобового, злако-бобового или отличного лугового сена, 10 *кг* отличного силоса из кукурузы, овса или подсолнечника, 15 *кг* корнеплодов (сахарной или полусахарной свеклы) и 12 *кг* разнообразных концентратов (из отрубей, зерна злаковых, смеси жмыхов и т. д.). В таком рационе окажется достаточно органического вещества, кальция и фосфора на 40—45 *кг* удоя, переваримого протеина на 47—52 *кг* удоя, рацион будет хорош по доставке важнейших аминокислот, легко переваримых углеводов и жира, до-

[1] Следует иметь в виду, что избыток клетчатки (лигнина) ведет к снижению переваримости рациона и поэтому переваримых органических веществ может оказаться фактически меньше, чем по расчету.

[2] Мельгор. Учение о кормлении молочных коров. Сельхозгиз, 1931, стр. 190—206.

статочен по каротину, а по содержанию клетчатки он будет находиться в пределах оптимума (содержит около 21% от сухого вещества).

Как видно из примеров, повышенная производительность животных должна достигаться не за счет одностороннего увеличения концентратов в рационе при неизменном основном корме (стр. 498), а путем увеличения количества и улучшения качества основных кормов. Изменение состояния животных должно отразиться на требовании к составу рационов. Исключительно важно, например, для успешного воспроизводства свиноматок включение в их рацион перед случкой и в начале супоросности хорошего бобового сена, чего, однако, можно не делать при кормлении холостых и даже подсосных маток.

ТЕХНИКА НОРМИРОВАННОГО КОРМЛЕНИЯ

В задачу нормированного кормления входит распределение кормов на основе текущих потребностей учета предшествующих условий кормления и перспектив последующего использования животных. Для такого распределения нужно иметь план расходования кормов по месяцам и суточные кормовые дачи или кормовые рационы для отдельных производственных групп или даже для индивидуальных животных.

Техника и правила составления суточных кормовых рационов широко известны. Они заключаются в определении условий сбалансированного полноценного кормления, в определении нормы питательных веществ и в подборе кормов в рационе так, чтобы содержание питательных веществ совпадало с нормой. При подборе кормов необходимо руководствоваться указаниями в литературе и опытом кормления и обеспечивать необходимый оптимум введения кормов различных групп (см. также стр. 534, 562 и др.).

При наличии устойчивой кормовой базы, позволяющей придерживаться определенного типа кормления, составленные рационы могут применяться длительное время без изменений и перерасчетов. В этом случае изменение кормления индивидуальных животных будет заключаться в переводе их с одного рациона на другой, заранее рассчитанный, соответствующий изменившемуся состоянию животного. Сезонные изменения кормления также могут быть заранее учтены в системе рационов.

Кроме распределения кормов по рассчитанным рационам, в нормирование кормления входит проверка правильности назначенных рационов и введение в них поправок на основе учета продуктивности и состояния животных, получающих назначенное кормление. На это указывалось на стр. 406—428. Рационы, проверенные и исправленные, представляют собой более надежную основу нормированного кормления, чем рассчитанные.

ГЛАВА XXX

ОСОБЕННОСТИ КОРМЛЕНИЯ ЖИВОТНЫХ РАЗНЫХ ВИДОВ

ОСОБЕННОСТИ КОРМЛЕНИЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Молочная корова с годовой продуктивностью 6—7 тыс. *кг* молока съедает за год 5—7 тыс. *кг* сухого вещества кормов с содержанием в них 23—30 млн. *ккал*.

При среднем живом весе 600—650 *кг* ей приходится поедать 2 *кг* сухого вещества кормов на 1 *ц* живого веса, если корма высокого качества, и до 3 *кг* и более сухого вещества в кормах среднего и посредственного качества. Из этого количества на сухое вещество объемистых кормов приходится 65—75% и остальные 35—25% на сухое вещество концентрированных кормов.

В огромной работе по переработке пищи участвует организм коровы совместно с симбиотирующей с ним микрофлорой пищеварительного тракта.

При кормлении животных, особенно высокоудойных коров, первой задачей является обеспечение нормального пищеварения. Для жвачных нормальное пищеварение означает прежде всего обеспечение оптимальных микробных синтетических процессов в пищеварительном тракте и особенно в рубце. У жвачных в верхних отделах пищеварительного тракта переваривается около $^1/_2$ питательных веществ рациона. Доказательства необходимости микробных процессов и микробного синтеза для организма животного-хозяина приведены в X главе. У жвачных и особенно у интенсивно питающейся молочной коровы микробные процессы обеспечивают:

1) снабжение животного витаминами комплекса В, синтезирующимися в пищеварительном тракте микрофлорой [1];

2) синтез и переаминирование аминокислот и в связи с тем повышение биологической ценности протеинов кормов;

3) образование при брожении органических кислот, из которых уксусная кислота является, повидимому, обязательным предшественником молочного жира, синтезируемого в вымени коровы; переработку клетчатки кормов.

Доказательством синтеза витаминов комплекса В у коров является то, что витамина B_1 было найдено в содержимом рубца в 10 раз больше, чем в заданной пище; ежедневное выделение витамина B_2 (рибофлавина) только с молоком оказалось в 10 раз больше его потребления с пищей [2]; доказан синтез пантотеновой кислоты в рубце коров и выделение ее в молоке в количестве, вдвое превышающем поступление, и т. д. [3]

Сводка данных о синтезе витаминов жвачными приведена в табл. 40. Из этих данных видно, что все жирорастворимые витамины, кроме витамина К,

[1] Исключения указаны на стр. 183.

[2] Л. Мак-Элрой и Г. Госс. Журнал питания (американский, 1940, 20, 527).

[3] В. Наджар и Р. Баррет. Синтез витаминов группы В кишечными бактериями. Сборник «Биохимия и физиология витаминов», в. 3, 1951.

коровы должны получать с пищей либо в готовом виде, либо в виде предшественников.

Витамины комплекса В синтезируются в рубце, и, как правило, доставка их взрослым животным не нужна. Витамин С в рубце разрушается, но жвачные животные снабжаются за счет синтеза этого витамина в своих тканях.

Синтез и переаминирование аминокислот, происходящие при участии микрофлоры, были рассмотрены в связи с питательностью амидов.

Что касается необходимости бродильных процессов, при которых образуется уксусная кислота, то эта необходимость была показана в опытах кормления коров почти одной смесью концентратов. При таком кормлении брожение нарушается. Нарушение брожения привело к снижению содержания в молоке жира. Продолжая кормить концентратами, содержание жира в молоке удалось поднять вновь, введя в рацион большое количество натриевой соли уксусной кислоты.[1]

Перечисленные важнейшие для нормального питания процессы протекают в пищеварительном тракте не сами по себе. Для их нормального течения требуются соответствующие условия. Как только что было указано, брожение в рубце и образование необходимой уксусной кислоты нарушаются при недостатке в рационе грубого корма.

Для развития микрофлоры, синтезирующей аминокислоты, необходимы легко переваримые углеводы, амиды и минеральные вещества (стр. 53).

Наконец, для бактериального синтеза витаминов требуются также соответствующие условия питания животного-хозяина. Уже неоднократно было показано, что при изменении состава рационов сильно меняется состав микрофлоры, меняются продукты обмена микрофлоры и образование витаминов.

Синтез витаминов B_1 и B_2 идет интенсивнее при поступлении с пищей крахмала зерновых кормов и картофеля и угнетается сахарами[2]. Синтез витамина B_2 в рубце заметно угнетался при избытке содержания протеина в рационе. Наконец, для стимуляции синтетической деятельности микрофлоры необходимо хотя бы минимальное поступление витаминов В с пищей. Так, например, Вегнер и др. показали, что добавка к пище теленка витамина B_1 заметно стимулировала усиленное образование в пищеварительном тракте витаминов B_2, пиридоксина, пантотеновой кислоты и биотина. Таким образом, кормовой рацион коровы должен обеспечить нормальную работу пищеварительного тракта и населяющей его микрофлоры.

Продуктивное животное производит большую работу по освобождению организма от продуктов обмена. Давно уже было подмечено, что у коров, получающих зимой сухие и бедные по составу корма, затрудняется выделение кала. Введение небольших количеств корнеплодов сильно облегчает пищеварение и выделение кала. Наоборот, коровы, получающие большие количества очень сочной молодой травы, страдают от недостатка сухого вещества и чувствуют себя гораздо лучше при добавке к такой зелени сена и даже соломы. Некоторое представление о нагрузке пищеварительного тракта дает учет содержания балласта в кормах (стр. 120).

Большие осложнения создаются у обильно кормимых высокопродуктивных коров в связи со значительным теплопроизводством. Освобождение организма от излишков тепла требует создания соответствующих температурных условий среды. На стр. 520 указывалось, что считается более целесообразным раздаивать коров зимой, так как в прохладной атмосфере они легче освобождаются от образующегося в теле тепла. При высоких температуре и влажности воздуха у коров учащается дыхание и пульс и повышается температура тела. При

[1] P. J. Van Soest. Journ. Dairy Sci, Vol. 37, № 6, 660, 1954.
[2] В. А. Наджар и Р. Баррет. См. сноску на стр. 532.

этом снижается потребление кормов и продуктивность. Производство тепла особенно увеличивается при несбалансированном кормлении и при плохом качестве кормов.

Сильное влияние кормления на диурез отмечено было К. Л. Минаковым (Вологодская опытная станция) при скармливании коровам больших дач кормовой капусты.

Выделение мочи в этом случае возрастало против обычного в $1^1/_2$—2 раза, несмотря на то что коровы почти не потребляли питьевой воды.

Таким образом, кормление коров должно быть прежде всего направлено на обеспечение нормальных условий питания, к каковым относятся — достаточное потребление корма, его высокая переваримость, обеспечение синтетических процессов в пищеварительном тракте, нормальное освобождение тракта от каловых масс, нормальные условия теплообмена и нормальное мочеотделение. Обеспечение удовлетворительного течения физиологических процессов необходимо для достижения высокой эффективности использования кормов и получения от коров хороших удоев. При организации рационального кормления продуктивного скота должны быть учтены основные теоретические положения и практические результаты, полученные в подходящих условиях. Так, при выборе кормов нужно считаться с известными данными о том, что некоторые из них являются специфическими поставщиками необходимых питательных веществ, а другие, наоборот, по тем или иным причинам нежелательны или потребуют изменения нормирования.

Например, пшеничные отруби являются лучшим источником непредельных жирных кислот, необходимых в больших количествах для дойных коров [1]. Скармливание силоса из свекольной ботвы, содержащей щавелевую кислоту, требует повышения норм кальция [2].

Высокие дачи концентрированных кормов, помимо уже указанного, неблагоприятно отражаются на оплодотворяемости коров [3] и т. д.

Взрослому крупному рогатому скоту должно быть предоставлено летом достаточное количество травы на пастбище и в подкормке. Зимой животных нужно снабжать соответствующим количеством грубых кормов (сена и соломы), сочных (силоса и корнеплодов) и дополнительно, в некоторых случаях, концентратами (зерном, отрубями, жмыхами и т. д.).

Поедаемость кормов зависит от их качества. Так, коровы некоторых районов Московской области, получающие хорошее приокское сено, при кормлении только одним сеном, без добавки других кормов, съедали такого сена 3,5—4,0 *кг* на 100 *кг* живого веса [4].

Сена среднего качества коровы съедают в количестве 2,5—3,0 *кг* на 100 *кг* живого веса.

Если коровы кормятся одной соломой, даже яровой, без какой-либо подготовки, то ее поедаемость значительно меньше: 1,5—2,2 *кг* на 100 *кг* живого веса.

Коровам и быкам следует скармливать максимально поедаемое количество сена, причем силосом можно заменять часть сена из расчета: вместо 1 *кг* сена — 3,0—6 *кг* силоса: 3—3,5 *кг* кукурузного, 4 *кг* травяного, 5—6 *кг* из капусты и ботвы.

Введение корнеплодов, особенно богатых сахаром, может привести к уменьшению поедания сена и силоса. Дача корнеплодов, как корма, бедного протеином, требует обязательной добавки протеиновых концентратов — дробины, зерна

[1] K. Richter und M. Becker, Arch. f. Tierernährung, 1955, B. 4, H. 5, S. 282—292.

[2] Там же, стр. 265—281, см. также стр. 483.

[3] K. Rottensten og H. Andersen, 280 beretning København, 1955.

[4] Работа передовых зоотехников. Сельхозгиз, 1945, стр. 29.

или отходов зернобобовых и жмыхов или богатых протеином объемистых кормов — сена и силоса.

При организации надлежащего контроля за животными и их продуктивностью и при наличии зернофуража и концентратов следует вводить их в рацион коров, особенно новодойных, в количествах около 1 *кг* сухих концентратов на 2,5—4,0 *кг* надаиваемого молока. Достигаемый при этом суточный удой является хорошим показателем качества основных кормов (грубых, сочных, травы пастбища). Так, при хорошем качестве основных кормов можно получить довольно высокие удои с одновременным сохранением живого веса, а возможно даже с его увеличением.

При назначении концентратов следует учитывать качество грубых и сочных кормов. В частности, возможен недостаток протеина и белка; чтобы его избегнуть, можно составлять кормовые смеси концентратов по примерной рецептуре, приводимой в табл. 153.

Таблица 153

Состав смеси концкормов

Характер основного корма	Состав смеси концентратов (в процентах по весу)	
	зерновые, злаковые и их отходы	зерновые, бобовые и жмыхи
Сено и силос бобовых, пастбище из бобовых трав	100	—
Сено бобовых, силос из травы и посевных злаковых или естественных трав, или луговое сено и силос, пастбище из луговых трав	90	10
Смешанное сено, силос из злаковых, пастбище из злаковых и лесное разнотравье	70	30
Смешанное сено, силос из травы и корнеплоды	60	40

При назначении смеси концентратов не следует превышать допустимые нормы скармливания их. Необходимо прежде всего обеспечить животных высококачественным сеном, силосом и травой со сроком скармливания последней не менее 6 месяцев в году; только при этих условиях введение концентратов обеспечивает эффективное повышение продуктивности при высокой полноценности кормления.

В опытах А. А. Александровой, М. Е. Гончаровой, В. И. Калпокаса (Ленинградский ветеринарный институт) было показано, что при относительно бедных по составу кормах зимнего периода обильное летнее кормление травой необходимо для поддержания зимних удоев на высоком уровне. Особенно благотворным оказалось летнее кормление травой с высоким содержанием бобовых растений (В. И. Калпокас).

Схема кормового рациона молочной коровы такова:

грубого корма — сена, соломы, мякины — в день на каждые 100 *кг* живого веса коровы . . . . . 3—4 *кг*
силоса из посевных или дикорастущих растений взамен 1 *кг* грубого корма . . . . 3—6 »
корне-клубнеплодов в зависимости от наличия и допустимых дач взамен 1 *кг* грубого корма . . . . . 3—5 »
концентратов при сенно-силосном кормлении хорошего качества на каждые 3,0—5,0 *кг* надаиваемого молока сверх 8—10 *кг* удоя . . . . . 1 »
при наличии в рационе соломы или выщелоченных технических отходов (дробины, жома, мезги) корнеплодов на каждые 3,0—5,0 *кг* молока . . . . . 1 »

Пользование данной схемой поясним на примере. Корова с живым весом 450 *кг* дает 18 *кг* молока. Хозяйство располагает сеном хорошего качества,

силосом из кукурузы, которого можно скармливать по 15 *кг* на голову, и концкормами.

Такой корове надо было бы назначить около 16 *кг* сена, но наличие 15 *кг* силоса позволяет ограничить дачу сена 11 *кг*. На 8 *кг* молока, надаиваемого сверх 10 *кг*, надо дать около 2,5 *кг* концентратов. Таким образом, суточная кормовая дача будет состоять из:

сена хорошего качества	11,0 *кг*
кукурузного силоса	15,0 »
концентратов	2,5 »
поваренной соли	50—60 *г*

Известно, что высокоудойные коровы легко отзываются повышением удоя на усиление кормления концентратами. Чтобы предохранить таких коров от некоторых заболеваний и нарушений в воспроизводстве, рекомендуется кормить их концентратами в такой мере, в какой это позволяют объемистые корма или чередование периодов объемистого и концентратного кормления. В объемистых кормах и в траве должны доставляться многие ценные питательные вещества, отсутствующие в концентратах. Так, например, при низкокачественных сене и силосе, скармливаемых наполовину с соломой, вдобавок при невысокой ценности пастбища, возможно получать в среднем до 1500—2000 *кг* годового удоя. В этом случае раздаивание выше 2000 *кг* вполне достижимо за счет концентратов, но ввиду необеспеченности питания важными веществами, доставляемыми в траве и грубых кормах зимнего периода, такое раздаивание приведет к истощению животных, яловости, рождению слабого потомства и к заболеваниям. Повышение продуктивности требует не только усиления кормления концентратами, но и улучшения качества объемистых кормов, улучшения качества пастбищ и, наконец, требует животных с иным функциональным состоянием организма и с бóльшим живым весом. Все эти изменения, вызываемые повышением продуктивности, должны производиться совместно и одновременно. Если завести в хозяйстве только лучший скот, но оставить имевшуюся неудовлетворительную кормовую базу, то рано или поздно придется столкнуться с неудовлетворительной продуктивностью и с указанными выше расстройствами.

Новотельные коровы, особенно плохо подготовленные к отелу, отвечают на усиленное кормление повышением удоя. Как правило, с новотела корове дают полный рацион не сразу. Повышая кормление, обязательно следят за живым весом и удоем коровы. Нельзя допускать быстрого повышения веса сразу с отела, особенно если корова не была истощенной. Это указывает на одностороннее перекармливание углеводными кормами.

Не следует добавлять кормов и тогда, когда удой остановился, но можно попробовать изменить корма, например ввести лучшего качества сено или белковые концентраты. Следует иметь в виду, что повышенные дачи концентратов снижают поедаемость основных кормов и в тем большей степени, чем хуже качество последних.

Недостаточное кормление в первые 2—3 месяца лактации довольно быстро отражается на удое, который может быстро снизиться. Наоборот, усиленное кормление после достижения максимума удоев, например переход от 200 *г* концентратов на 1 *кг* молока к 300—350 *г* концентратов, позволяет удерживать удой на более постоянном уровне, хотя и влечет за собой перерасход концентратов. Если корова покрыта на 1—2-м месяце лактации и стельна, то с 5—6-го месяца стельности начинается не связанное с кормлением естественное снижение удоя. В это время следует снижать и кормление, если нет надобности восстанавливать запасы в теле коровы. Вообще следует иметь в виду, что кратковременные колебания кормления во вторую половину стельности у коров нормальной упитанности не оказывают заметного влияния на удой, независимо от того, в какую сторону эти колебания: в сторону увеличения или уменьше-

ния уровня кормления. Изменение кормления в соответствии с изменением удоя прежде всего должно касаться концентратов, количество которых уменьшать легко, так как они даны в схемах рационов в зависимости от удоя коров.

Указания кормить коров в сухостой обильнее, чем это требуется для поддержания их жизни и развития плода, следует понимать так, что это полезно и уместно тогда, когда корова в сухостой приходит сдоившейся и истощенной. Хорошо и правильно питающиеся коровы в течение лактации не дают последующего увеличения удоя от обильного кормления в сухостой сравнительно с коровами, питающимися нормально.

Если корова за предыдущую лактацию сдоилась с тела, истощила свои запасы, то в период сухостоя такую корову полезно подкормить более обильно и разносторонне. Восстановление запасов полезно для раздоя в последующую лактацию. В то же время хорошо упитанную корову обильно кормить в сухостой или в лактацию не следует, так как это может привести к осложнениям. Зоотехники, сообразуясь с обстоятельствами, применяют различные режимы кормления в одни и те же периоды производственного цикла коров. Зоотехник А. Е. Логвиненко (УССР) применяет обильное кормление стельных сухостойных коров [1].

В середине сухостойного периода коровам назначается так много кормов, что их хватило бы на 15—18 *кг* удоя. Такое обильное кормление приводит к значительному повышению упитанности коров.

Однако такие обильно кормимые в сухостой коровы после отела легко заболевают родильным парезом и ацетонемией. Чтобы избежать этого, зоотехник А. Е. Логвиненко после отела кормит коров умеренно, постепенно повышая кормовую дачу, и доводит ее до полной нормы только к 12-му дню после отела.

А. В. Кузьмичев установил, что у высокоудойных коров, кормившихся в сухостой обильно, после отела деятельность сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а также функции молочной железы уклоняются от нормы и восстанавливаются очень медленно. С целью ускорения процесса восстановления, по предложению проф. П. Д. Пшеничного, следует применять регулирование доения таких коров. В первые 2—3 дня после отела количество выдаиваемого молока нужно ограничивать нормой, необходимой для кормления теленка. Это мероприятие предохраняет против родильного пареза. Оно применялось и ранее в ряде хозяйств.

Зоотехник Э. И. Кеваллик (ЭССР) при кормлении стельных коров поступает иначе, чем А. Е. Логвиненко. Располагая богатыми искусственными пастбищами и хорошими кормами в стойловый период, он кормит стельных сухостойных коров, весящих 600—700 *кг*, летом только пастбищной травой, а зимой рационом из 10 *кг* полевого сена и 16 *кг* силоса или из 10 *кг* сена, 8 *кг* силоса и 9—10 *кг* брюквы. Эти рационы не являются обильными. В то же время они обеспечивают полноценное кормление стельных сухостойных коров, которые, как правило, за лактацию не истощают своих запасов. После такого кормления в сухостой Э. И. Кеваллик с первых же дней лактации применяет обильное кормление коров, и это не приводит к каким-либо расстройствам и заболеваниям.

Разница в приемах Логвиненко и Кеваллика объясняется тем, что в первом случае подразумевается истощение запасов тела, а во втором такого истощения нет в связи с высоким качеством кормов и полноценным кормлением коров на протяжении всего года.

При пастбищном кормлении необходимо следить, чтобы коровы получали максимально возможное количество хорошей травы и притом непрерывно в течение всего лета. Часто наблюдается постановка в стойло, особенно высокопродуктивных коров, в неокрепшем состоянии. Это бывает из-за ухудшения

[1] А. П. Дмитроченко. Кормление молочных коров. Сельхозгиз, 1955.

пастбищного травостоя в июле и августе, даже в том случае, если в мае — июне, с одной стороны, и в сентябре — октябре, с другой, коровы пользовались богатой сочной растительностью. Недостаток пастбищной травы отрицательно сказывается на размножении и последующей продуктивности коров.

В течение лактации коров надо кормить по следующей схеме (в зависимости от состояния коровы).

Первые 3—4 дня после отела	Сено и тепловатое пойло с 1 *кг* муки или отрубей. Пойло задается первый раз через 2—3 часа после отела
С 4-го по 10—20-й день после отела	Постепенное увеличение кормления каждые 2 дня на 1 *кг* сена, или на 2 *кг* сочных, или 0,5—1 *кг* концкормов с доведением до полного рациона к 10—20-му дню
С 15-го дня до конца 2 месяцев после отела	Кормление с прибавкой на раздой. С целью экономии кормов следует следить, возрастает ли у коров удой за счет прибавки. Если удой возрастает, то прибавка также увеличивается. Так поступают до прекращения повышения удоя. Продержав корову некоторое время на таком рационе, прибавку на раздой постепенно отнимают
С 2 месяцев до запуска	Коров кормят равномерно, сбавляя концентраты по мере естественного снижения удоя
В запуск	Маломолочные и скудно кормимые коровы перестают доиться сами. Высокоудойных при хорошем кормлении необходимо запускать. За 15 дней до намеченного срока запуска постепенно уменьшают дачу сильных и сочных кормов независимо от удоя. Возможно на 3—4 дня дачу сена заменять яровой соломой. После прекращения выделения молока корову дней 7 кормят скудно. Летом от запускаемых коров постепенно отнимают все виды подкормки
В сухостой	Кормят сеном и сочными по норме с прибавкой на повышение упитанности и заправкой к новой лактации концентратами; травой — без ограничения
Перед отелом	За 3—5 дней до ожидаемого отела корову лишают сильных и сочных кормов, оставляют на одном сене, а за 1—3 дня до отела сбавляют питьевую воду. При пастбищном содержании за несколько дней до отела перестают пасти, переводят на сено и мало поят
При яловости	Кормят сеном, соломой и сочными кормами, следя за поддержанием живого веса. При тощем состоянии допускают повышение веса

А. С. Емельянов (Вологодская опытная станция) разработал и проверил на практике системы кормления молочных коров разной продуктивности [1]. Его рекомендации полезны для практики при организации кормления.

Рекомендуемые системы рационов дадут положительный эффект в том случае, если они будут выполняться в деталях. Особенно должна быть подчеркнута необходимость обеспечения достаточного летнего пастбищного кормления и соответственного кормления сеном и силосом в стойловый период.

В системе кормовых рационов А. С. Емельянова во всех случаях имеется в виду трава и сено выше среднего качества. Между тем, годовой удой в 2—3 тыс. *кг* можно с успехом получать на траве и сене среднего качества при условии дополнительного скармливания небольшого количества концентратов.

Для коров с годовыми удоями в 4—6 тыс. *кг* следует назначать сено, силос и траву высокого и отличного качества. В этом случае количество концентратов может быть несколько снижено. Чтобы скармливать рационы с высокими дачами грубых кормов, животных нужно приучить к таким дачам смолоду или при сдаивании и в период сухостоя. Успех кормления зависит от правильного распределения кормов в году и в течение суток. Хозяйство должно быть обеспечено кормами на период отелов и раздоя, а также для подкормки стельных коров и нетелей доброкачественными кормами.

---

[1] А. С. Емельянов. Система кормовых рационов для кормления молочных коров. Вологда, 1948.

Использование кормов улучшается подготовкой их. Гуменные корма надо скармливать измельченными, запаренными и подготовленными химическими способами, а концентраты измельченными.

Необходимо достаточное поение коров.

Недостаток питьевой воды влечет снижение удоя и процента жира в молоке. Коровы нуждаются в 4—5 *л* воды на 1 *л* надаиваемого молока. Наименьшая их потребность в воде 3—4 ведра в день.

Недостаток витамина D легко исключается при достаточном количестве высококачественного сена, при систематических прогулках коров зимой на юге и в средней полосе и при содержании их летом на пастбище.

Систематическое наблюдение за состоянием и поведением коров дает возможность судить о достаточности их кормления. Правильно и достаточно питающаяся корова не теряет аппетита, имеет здоровый вид, гладкий блестящий волос, не убывает в весе, не снижает резко удоя и процента жира в молоке.

Недостаточное и неправильное кормление может быть причиной снижения продуктивности, ухудшения использования кормов, предрасположения к заболеваниям животных и приводит к некоторым болезням.

Появление таких признаков, как замедление роста молодых коров, падение веса взрослых, истощение, неестественное и несвоевременное снижение молокопродукции, изменение и извращение аппетита, кожные заболевания, жесткость суставов и походки, огрубение волосяного покрова и кожи, общее ухудшение внешнего вида, задержка течек и неудачи в оплодотворении, рождение мертвого и нежизнеспособного потомства, рахит, поносы и пневмонии у новорожденных телят, дают основание подозревать нарушения в питании коров.

Для контроля кормления коров, кроме отсутствия признаков нарушения состояния и продуктивности животных, может быть использована проверка рационов по нормам и определение полноценности кормления. Определение полноценности кормления по использованию корма может быть произведено при определении питательности в ЕОВ (стр. 428).

Если этот же принцип применить и к нормированию по кормовым единицам, то в этом случае можно использовать понятие о продуктивном эквиваленте (стр. 322).

На рис. 52 приведен график для определения продуктивного эквивалента кормовой единицы. Пользование им поясним на примере.

Пример. В результате тщательного производственного учета по группе коров найдено, что за период исследуемого кормления они имели средний живой вес 500 *кг*, дали среднесуточный прирост живого веса 125 *г* и удой по 14,4 *кг* молока с содержанием жира 40 *г/л*. При этом в их суточном рационе содержалось 13,5 продуктивных кормовых единиц. Принимая 1 *кг* прироста веса эквивалентным 5 *кг* молока с 40 *г/л* жира, находим, что общая продукция коров равна в среднем 15 *кг* молока. Уровень продуктивности будет равен 3 *кг* молока на 1 *ц* живого веса. Фактический продуктивный эквивалент, полученный путем деления общей продукции (15,0) на число кормовых единиц в рационе (13,5), составит 1,11 *кг* молока. Пользуясь графиком, по нижней его части находим линию для 3 *кг* уровня продуктивности и передвигаемся вдоль нее до горизонтали 500 *кг* веса. От этой точки проводим вертикаль вверх до наклонной, соответствующей 100% использования корма. Слева от этой точки на шкале видим, что при совпадении использования корма с теоретическим продуктивный эквивалент должен бы быть равным 1,27 *кг* молока на 1 к. е. во всем рационе. Фактический продуктивный эквивалент был найден 1,11 *кг*. Если точку 1,11 перенести с левой шкалы на вертикаль, которую мы проводили, отыскивая теоретический продуктивный эквивалент, то она расположится между наклонными для 80 и 90% использования. На глаз можно определить, что точка займет положение около 87%. Значит в данном случае использование корма не совпадает с теоретическим, составляет от него 87%, и это может означать либо его неполноценность, либо следствие других причин, рассмотренных на стр. 313—322.

Нормируют кормление коров по некоторым показателям, приведенным в табл. 154—156.

При кормлении быков нужно учитывать, что молодые племенные бычки, воспитанные на хорошем пастбище, хорошем сене и силосе, отстают в росте и развитии от своих сверстников, получавших концентраты, но зато коровы

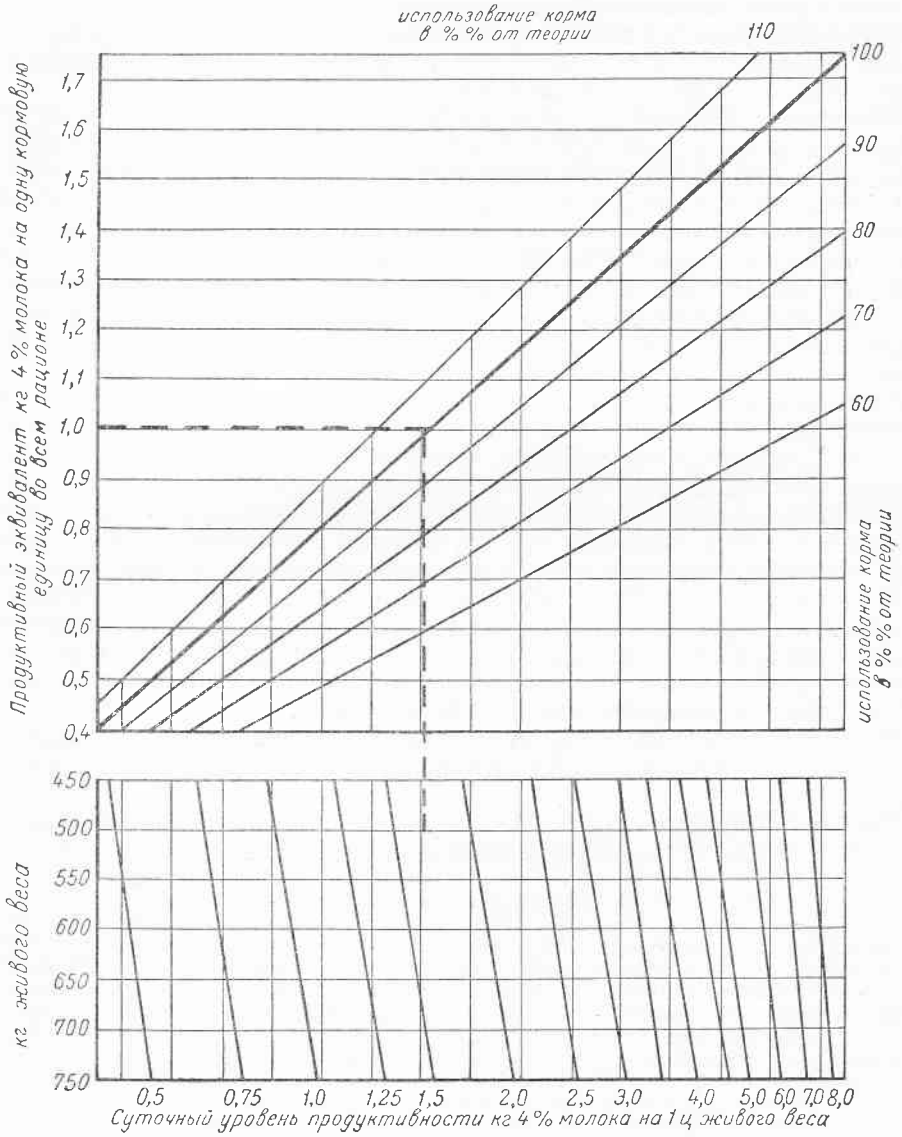


Рис. 52. Расчет продуктивного эквивалента овсяной кормовой единицы всего рациона лактирующих коров в килограммах молока с содержанием жира 40 г/л.

покрывающиеся первыми, имеют большее число зачатий на 100 покрытий, чем коровы, покрывавшиеся вторыми. В рацион быков зимой необходимо вводить силос и корнеплоды и летом траву. Перекармливание так же негодно для племенных быков, как и недокармливание, поэтому кормление со строгим предотвращением ожирения и значительного увеличения в весе, прогулки и умеренная физическая работа — необходимые условия для сохранения кондиций и хорошего нрава быка.

В соответствии с потребностями быку следует назначать не более 1,5—2,0 *кг* сена на каждые 100 *кг* живого веса. Если вводится в рацион силос, то его следует давать по тому же расчету, что и молочным коровам, т. е. взамен 1 *кг* сена 3—4 *кг* силоса; всего же силоса дается не более 5—6 *кг*. Полезно давать до 6—8 *кг* корнеплодов взамен 3—4 *кг* силоса. Наконец, быку необходимы и концентраты, которых не следует назначать более 0,5 *кг* на 100 *кг* живого веса.

Концентраты следует давать в виде смеси из зерна злаковых и их отходов (в измельченном виде) вместе со жмыхом, которого задают тем больше, чем беднее по белку сено и чем больше вводится в рацион корнеплодов. Жмыхи дают до 25% по весу от количества концентратов.

Обильное сенное кормление, иногда с придачей овса, соломы и некоторых сочных кормов, оказалось вредным для племенной работы быков, особенно если быки содержатся без движения, на одном и том же рационе, независимо от сезона и их племенного использования.

Для быков пригодны следующие корма: горох, льняные жмыхи, пшеничные отруби, трава, овес и высококачественное сено; им необходима добавка в рацион мела, костяной муки и поваренной соли.

Нормы для контроля кормления быков разработаны в меньшей степени, чем для коров (табл. 157).

Таблица 154

Нормы питательных веществ для молочных коров

(в сутки на животное при раздельном нормировании поддерживающего и продуктивного корма в продуктивных овсяных кормовых единицах)

Показатели	Органическое вещество		Азотистые вещества		Балласт (*кг*)	Кальций (*г*)	Фосфор (*г*)	Поваренная соль (*г*)	Каротин (*мг*)
	кормовых единиц	переваримых веществ (*кг*)	переваримого белка (*г*)	переваримого протеина (*г*)					
На поддержание жизни при живом весе:									
300 *кг*	3,3	3,0	190	230	5,0	15	8	15	60
400 »	4,0	3,7	230	270	6,0	20	10	20	80
500 »	4,6	4,2	260	310	6,8	25	13	25	100
600 »	5,1	4,8	300	360	7,5	30	15	30	120
700 »	5,6	5,4	320	380	8,1	35	18	35	140
На 1 *кг* удоя с содержанием жира (в процентах):									
3,0—3,2	0,42	0,36	42	50	—	4	3,2	2	8
3,5—3,7	0,46	0,41	46	55	—	4	3,2	2	10
4,1—4,3	0,50	0,45	50	60	—	4	3,2	2	10
4,8—5,1	0,56	0,51	56	67	—	4	3,2	2	11
5,7—6,1	0,63	0,59	63	75	—	4	3,2	2	12
На 1 *кг* прироста молодых и истощенных коров	5,0	4,7	500	600	—	40	30	10	—
Стельным сухостойным дополнительно к поддерживающей норме .	1,5—3,0	—	150—400	200—500	—	30—60	15—30	—	50—60

Примечание. При появлении признаков недостаточности витамина D давать его препарат (Союзвитаминпрома) в количестве 1,0—2,0 *мл* в неделю.

Таблица 155

Нормы содержания основных питательных веществ в суточных рационах и кормов в годовых рационах для молочных коров живого веса 400 *кг*

Состояние коров	Суточный удой (*кг* молока с 40 г жира)	В суточном рационе питательных веществ при полноценном кормлении [1]							
		сухого вещества (*кг*)	ЕОВ	переваримого протеина (*г*)	сырой клетчатки (*кг*)	кальция (*г*)	фосфора (*г*)	каротина (*мг*)	поваренной соли (*г*)
Яловые	0,0	8,0	4,0	350	2,4	26	18	60	25
Стельные сухостойные	0,8	8,0	5,6	500	2,4	48	40	160	40
	5,0	8,6	6,2	590	2,5	36	26	100	40
Дойные нестельные и в 1-ю половину стельности	0,0	10,0	8,5	900	2,7	45	36	220	55
	15,0	11,2	10,6	1200	2,8	60	48	280	70
	20,0	12,8	12,8	1510	3,0	75	60	340	85
	25,0	14,3	15,0	1815	3,2	90	70	400	100
	30,0	16,0	17,2	2240	3,3	105	80	460	120
	5,0	9,0	7,0	670	2,6	47	40	180	45
	10,0	10,3	9,3	970	2,9	56	46	240	60
	15,0	11,5	11,4	1270	3,0	71	58	300	75
	20,0	13,0	13,6	1350	3,2	86	70	360	90

Примечание. Соотношение кормов в годовом кормовом рационе (в процентах ЕОВ) при удое 3000—4000 *кг* в год:

травы пастбища и зеленой подкормки	35
грубых	20
силоса и корне-клубнеплодов	30
концентратов	15

При кормлении телят преследуется цель получить животных племенной, молочной или мясной продуктивности. Кормлению в разрешении задач выращивания принадлежит едва ли не самая главная роль. Телята рождаются неприспособленными к потреблению пищи взрослых, их пищеварительные и обменные системы бывают неразвиты или недоразвиты как анатомически, так и функционально. Пока еще нет достаточно подробных данных о необходимых и достаточных условиях направленного формирования растущих организмов, и этим вопросам посвящено немного работ. Следует указать на недавно опубликованную работу проф. П. Д. Пшеничного [2], в которой нашли освещение и некоторые проблемы питания молодняка. Для нормального развития теленка совершенно необходима закономерная смена питания. Это доказывается прежде всего неудачами попыток кормить телят неопределенно долго одним молоком или молоком, дополненным некоторыми солями и витаминами, не допуская телят к каким-либо предметам, которые они могли бы съесть при извращении аппетита, и исключая возможность копрофагии. В таких условиях телята погибали после 5—12 месяцев кормления.

Дополнительное подтверждение дали опыты по скармливанию больших доз цельного молока и обрата, проведенные в довоенные годы. Бычок Наследник II, получивший за год 9,2 *т* цельного молока и обрата при малых количествах растительных кормов, вырос в очень крупное животное, но оказался совершенно неразвитым.

[1] При неполноценном кормлении расход единиц органического вещества обязательно возрастает, а прочие питательные вещества, все или некоторые, могут отличаться от норм в сторону как снижения, так и увеличения.

[2] П. Д. Пшеничный. Основы учения о воспитании сельскохозяйственных животных. Киев, 1955.

Таблица 156

Нормы содержания основных питательных веществ в суточных рационах и кормов в годовых рационах для молочных коров живого веса 600 *кг*

Состояние коров	Уровень кормления (ЕОВ на 1 *ц* живого веса)	Суточный удой (*кг* молока с 4% жира)	В суточном рационе питательных веществ при полноценном кормлении [1]							
			сухого вещества (*кг*)	ЕОВ	переваримого протеина (*г*)	сырой клетчатки (*кг*) [2]	кальция (*г*)	фосфора (*г*)	каротина (*мг*)	поваренной соли (*г*)
Яловые	1,0	0,0	12,0	6,0	530	3,24	40	28	100	30
Стельные сухостойные:										
нормально питавшиеся в лактацию	1,5	0,0	12,5	8,0	800	3,5	78	60	200	60
при подготовке к раздою и истощенные за лактацию	2,5	0,0	16,0	14,8	1020	3,6	90	75	300	80
Дойные нестельные	1,5	5,0	12,6	8,8	800	3,4	56	40	250	50
	1,8	10,0	13,2	10,9	1070	3,5	72	51	320	70
	2,2	15,0	15,0	13,0	1340	3,5	88	62	390	90
	2,5	20,0	15,6	15,2	1625	3,7	94	70	460	110
	2,9	25,0	17,1	17,4	1950	3,8	102	82	530	130
	3,2	30,0	19,2	19,6	2290	3,9	114	90	600	150
	3,6	35,0	21,0	21,8	2660	4,2	130	105	670	170
	4,0	40,0	22,8	24,0	3100	4,3	146	117	740	190
	4,4	45,0	24,0	26,1	3400	4,5	163	130	810	210
	4,7	50,0	25,2	28,2	3800	4,5	180	142	880	230
Дойные во вторую половину стельности	2,0	10,0	14,0	12,0	1200	3,6	80	60	370	75
	2,7	20,0	16,5	16,4	1750	3,8	102	80	510	115
	3,5	30,0	20,0	20,8	2420	4,0	122	100	650	155

Примечание. Соотношение кормов в годовом кормовом рационе (в процентах ЕОВ) при удое 6000—8000 *кг* в год:

травы пастбища и зеленой подкормки	30
грубых (хорошего сена)	20—22
силоса	14—12
корне-клубнеплодов	10—12
концентратов (всего)	34

Также неудачны попытки перевода телят на пищу взрослых, до того как их пищеварительный тракт достигнет необходимого развития. Последнее как раз и достигается при своевременном включении в рацион растительных кормов с постепенным переводом их с молочной на растительную пищу.

Общий уровень и качество питания телят сказываются на скорости их роста, а в некоторой степени на весе во взрослом состоянии. С тех пор как было выяснено, что коровы большего живого веса бывают и более продуктивными, появилось стремление получать высокие привесы у телят.

Однако с высокой продуктивностью согласуется не большой живой вес, а хорошее развитие внутренних органов. Поэтому, выращивая высокопродуктивных коров, нужно подбирать кормление, при котором нормально развивается животное и его пищеварительная, сердечно-сосудистая, дыхательная и другие системы (рис. 53). Скармливание очень больших количеств цельного молока

[1] См. сноску к табл. 155.

[2] При высоком качестве кормов животным, приученным к объемистым рационам, дача клетчатки может быть увеличена на 15% выше указанной нормы.

Таблица 157

Суточные кормовые нормы для быков

Состояние	Показатели	Нормы при живом весе (кг)					
		500	600	700	800	900	1000
Неслучной период	Кормовых единиц	5,5	6,1	6,8	7,3	7,9	8,4
	Переваримого белка (г)	390	430	480	510	550	590
	Переваримого протеина (г)	470	520	580	610	660	610
Случной период; одна садка в сутки	Кормовых единиц	6,0	6,7	7,3	7,9	8,6	9,1
	Переваримого белка (г)	510	570	620	670	730	790
	Переваримого протеина (г)	610	680	740	800	830	950
Случной период; две и более садок в сутки	Кормовых единиц	6,4	7,2	7,9	8 5	9,2	9,8
	Переваримого белка (г)	640	720	790	850	920	980
	Переваримого протеина (г)	770	860	950	1020	1100	1170

(700—1000 кг) и обрата (1000—700 кг), по данным Э. Кеевалика, хотя и привело к большим приростам живого веса, но из этих животных выросли коровы, большую часть которых пришлось выбраковать из-за низкого удоя.

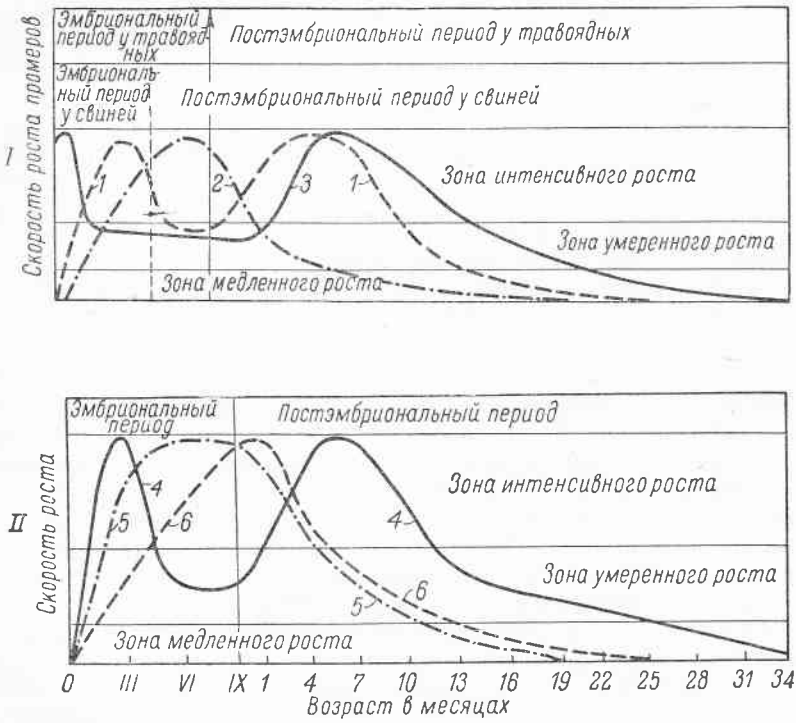


Рис. 53. Схема интенсивности роста различных частей тела сельскохозяйственных животных от зачатия до окончания роста.

Кривые обозначают: *I* — у разных животных: *1* — рост в длину, *2* — рост в высоту, *3* — объемный рост; *II* — у теленка *4* — рост относительной емкости преджелудков, *5* — рост емкости и длины кишечника, *6* — рост относительной емкости сычуга (по П. Д. Пшеничному).

Скармливание большого количества цельного молока, растянутое на 4—5 месяцев, даже при введении во второй месяц растительных кормов приводит к слабому поеданию последних, к задержке развития пищеварительных органов и, видимо, задевает некоторые важные органы, имеющие отношение к дальнейшему развитию молочной продуктивности.

Пища первого периода жизни телят должна иметь определенный состав. Элементы питания в этой пище играют, повидимому, в развитии молодняка активную роль.

В первые недели жизни большое значение имеет дача молока с достаточным количеством жира, так как это положительно отражается на снижении потребности в части витаминов, на улучшении использования некоторых из них, на скорости переваривания молока телятами, на формировании у телят микробных процессов, связанных с синтезом необходимых жирных кислот. Молоко, лишенное жира и с недостаточным количеством жира, причиняет телятам вред. Телятам необходимы также белок и минеральные вещества в достаточном количестве, а несколько позднее необходимы доброкачественные грубые, сочные и концентрированные корма.

Развитие телят достигается скорее через понуждение и активное отношение к факторам питания, а не через угождение их потребностям. Этим общим предпосылкам удовлетворяют многие, но не все предложенные схемы их кормления.

Получившие широкое распространение рекомендации добиваться высоких привесов при выращивании молодняка пока еще не имеют обоснования.

А. С. Храмов сравнил умеренное и интенсивное выращивание телят и пришел к заключению, что в последующем животные давали сходную продуктивность. Возможно, что нужно различать, каким путем достигаются привесы телят. Если они получены за счет молочных и концентрированных кормов, то такой результат, повидимому, нельзя считать за достижение при выращивании молочных коров.

Суточный прирост за первые полгода в 700—750 *г*, видимо, следует считать для молочных телок хорошим.

В первый месяц после рождения телят поят молоком и только начинают приучать к растительным кормам. Суточная дача молока зависит от величины теленка. В среднем же она варьирует от 5 до 9 *кг*.

Для телят среднего размера и при наличии соответствующих условий кормления можно пользоваться схемами для выпойки телят.

При даче указанных количеств молока, начиная с 1—$1^1/_2$-месячного возраста, нужно переходить на нормированное кормление с включением растительных кормов, причем рацион надо составлять на декаду. Реже чем каждую декаду в первые месяцы жизни и каждые $1^1/_2$—2 декады в последующие рацион менять не следует.

Порядок составления рациона ничем не отличается от принятого для молочных коров.

Вводить в рацион новый корм или увеличивать количество корма нужно постепенно, иначе у телят наступает расстройство пищеварения. При расстройствах пищеварения дневную дачу доводят до минимума и оставляют в ней только легко переваримые и заведомо хорошие корма (преимущественно молоко, если оно еще есть в рационе).

Цельное молоко следует давать, по крайней мере, до $1^1/_2$, а лучше до 3 месяцев. При малом количестве цельного молока одним им следует поить во всяком случае не менее как до 2—3-декадного возраста при условии последующего переходного кормления с введением снятого молока. Снятое молоко дается не менее как до 3-месячного возраста. В исключительных случаях можно вместо снятого молока давать пойла, рыбные отвары или в смеси концентратов рыбную муку.

Концентраты в виде овсянки, отрубей или жмыха следует начинать задавать со 2—3-й декады. При недостатке органических веществ в суточной даче вследствие замены цельного молока снятым к снятому молоку можно прибавлять просеянной овсяной муки.

Сено следует начать задавать с того же примерно времени, что и концентраты. Пускать на пастбище, как и кормить зеленой травой, лучше не ранее 2-месячного возраста. При кормлении на пастбище до 5—6-месячного возраста не рекомендуется убавлять дачу сильных кормов.

Современная система кормления телят построена на стремлении получить различные по величине приросты веса, что достигается скармливанием им в рационах большего или меньшего количества питательных веществ. Такое направление выращивания определялось с момента перехода к расчету потребных питательных веществ раздельно для «поддержания» жизни и прироста веса. С этого времени был предан забвению довольно обширный опыт влияния на развитие форм и функций через воспитание.

В последнее время появились работы, вновь выдвигающие эту проблему. Так, проф. П. Д. Пшеничный [1] показал, что приучение телят в первые 3 месяца жизни к более трудно переваримым и объемистым кормам привело к заметной разнице в развитии органов пищеварения, к разнице в поедании растительных кормов, в переваримости, обмене веществ и даже к разнице в развитии черепа сравнительно с животными, дольше содержавшимися на молочных кормах. Эти выводы в большей части совпадают с результатами наших наблюдений [2].

Не только структура кормовых рационов, но и их состав и техника кормления телят в раннем возрасте накладывают отпечаток на функции органов животных.

Таким образом, необходимо не только доставлять суммарно питательные вещества, но и обращать внимание на род кормов и способы их применения. Корма и приемы их скармливания, оказывая специфическое влияние на организм, позволяют направленно воспитать нужных животных.

Как указывает Е. А. Богданов [3] в своих работах по воспитанию телят, для успешного выращивания особенно важен правильный выбор кормов. Судя по многочисленным примерам, приводимым автором, последовательность введения кормов телятам должна быть такова: молоко коровье цельное, молоко снятое, овсянка, жмых льняной, отруби, сено, зеленая трава, корнеплоды и т. д.

В сводках по выращиванию молодняка отсутствует конкретное указание принципов кормления телят различного производственного назначения. В данное время их пока что можно только наметить.

Для воспитания животных мясных форм необходимо интенсивное кормление смолоду достаточным количеством молока, в частности и снятым. Повидимому, исключительна роль белка животного происхождения в сочетании с другими факторами. Вместо обрата возможно обильное скармливание белковых кормов растительного происхождения с небольшой добавкой животных кормов, хотя бы рыбной муки. Если животных мясных форм не имеется в виду использовать для племенных целей, а назначать рано на забой, можно пренебречь доставкой высококачественного, богатого кальцием сена, но необходим оптимальный

---

[1] П. Д. Пшеничный. Годівля і від годівля великої рогатої худоби. Київ, 1948.

[2] А. П. Дмитроченко. Изв. ГИОА, т. V, № 6, 1927, стр. 471 и Техника молочного животноводства, Сельхозгиз, 1932.

[3] Е. А. Богданов. Техника и организация выращивания и подбора крупного рогатого скота. Гостехиздат, 1925 и Обоснование принципов выращивания молодняка крупного рогатого скота, Сельхозгиз, 1947. В этих работах автор обсуждал главным образом условия воспитания животных отдельных пород различного производственного направления.

приток фосфора. Откармливаемому молодняку надо давать минимум клетчатки. Для животных с хорошо развитой мясностью, но предназначаемых для длительного племенного использования, помимо интенсивной выпойки обрата или обильного снабжения белком, необходима доставка травы и сена с высоким содержанием кальция при оптимальном притоке прочих минеральных солей, витаминов и клетчатки.

Для воспитания телок молочного направления в прежние годы рекомендовалось после первого года обильного кормления более скудное кормление во второй год жизни, вплоть до предотельного периода по первому отелу, когда кормление опять-таки следовало усиливать. Такая система укладывается в следующую формулу: «жирные телята, тощие нетели, ранняя случка». Против такой системы кормления имеются возражения. Ранняя задержка роста телят вследствие большого снижения доставки питательных веществ после 8-месячного возраста приводила к получению коров нежного молочного склада, часто узкогрудых, склонных к легочным заболеваниям. Передовые хозяйства молочного направления воспитывают хороших по удойности животных при содержании телят в послемолочный период на богатых травостоем заливных лугах. Есть

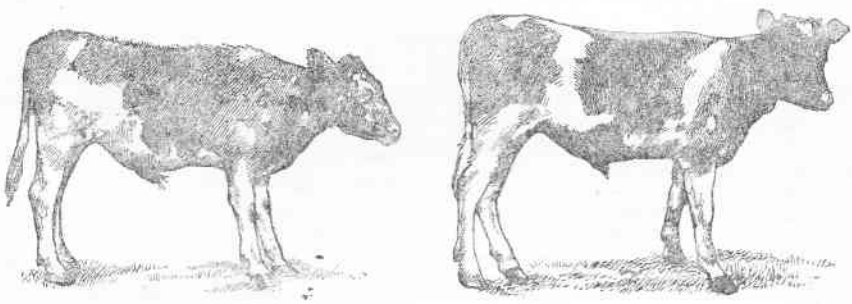


Рис. 54. Влияние условий кормления на развитие телят.

Теленок слева получал много концентрированных кормов и мало сена. Живой вес его в $6^1/_2$-месячном возрасте 128 *кг*. Теленок справа выпоен на малом количестве молока, получал рационы с оптимальным соотношением концентрированных и грубых кормов. Вес в $5^1/_2$ месяцев — 136 *кг*. Оба кормились по одной и той же норме питательных веществ. Оба теленка сняты в один и тот же день и в одном масштабе (А. П. Дмитроченко, 1926).

основания думать, что одним из существенных факторов в выращивании высокомолочных животных является достаточное снабжение их кормами, богатыми каротином.

В наших совместно с А. М. Балабановой и Р. И. Кунаковой опытах было уже два раза показано, что чередующееся по обильности кормление в возрасте 1—2 лет сказывается более благоприятно на последующей молочности коров, чем монотонно благополучное.

Для выращивания хорошо раздаивающихся коров имеет значение оптимальная доставка протеина, минеральных веществ и витаминов, достаточное по доставке жира питание в ранних возрастах и кормление зигзагообразное по доставке органических веществ во второй год жизни.

А. С. Емельянов [1] разработал и проверил на практике кормовые рационы для выращивания телок от рождения до первого отела в возрасте около 30 месяцев. Первые шесть месяцев телок в его опытах кормили по двум вариантам: с выпойкой либо только на цельном молоке (385 *кг*), либо на цельном (270 *кг*) и на обрате (400 *кг*). Кроме того, телки получили за 6 месяцев выращивания

[1] А. С. Емельянов. Система кормовых рационов для кормления молочных коров. Изд. Вологодской областной опытной станции по животноводству, 1948.

при обеих выпойках: концентратов 242 *кг*, сена 240 *кг* и силоса 270 *кг*. Если часть периода выращивания приходилась на летний сезон, то сено и силос заменялись травой, а молоко и концентраты скармливались в указанных выше количествах. При этих условиях телята, имевшие при рождении 30—40 *кг* живого веса, к 6-месячному возрасту вырастали до веса 150—160 *кг*. Дальнейшее выращивание велось по одной из трех схем, приведенных в табл. 158.

После молочного периода подбор кормов и их распределение в рационе должны соответствовать условиям кормления взрослого животного в будущем. За основу кормления молодняка полезно принять хорошее сено, силос и траву пастбища. Достаточно сослаться на то, что таков характер выращивания основной массы молодняка холмогорского, тагильского, эстонского и ряда других отечественных пород скота на их родине.

Таблица 158

Кормовые рационы для выращивания телок от 6- до 30-месячного возраста
(по А. С. Емельянову)

Схемы	Название кормов	Кормов в сутки в возрасте (месяцев)			
		6—12	12—18	18—24	24—30
	В зимний период				
I	Рационы с преобладанием концентратов:				
	сено (*кг*)	2	2	3	3
	солома яровая (*кг*)	2	3	3	5
	силос (*кг*)	5	6	8	10
	жмых (*кг*)	0,7	1	1	1,5
	овсяная мука (*кг*)	2	2	1,5	1,5
	костяная мука (*г*)	20	20	50	100
	соль поваренная (*г*)	40	40	50	50
II	Рационы с преобладанием объемистых кормов:				
	сено (*кг*)	3	4	4	6
	солома яровая (*кг*)	2	2	3	5
	силос (*кг*)	10	12	15	15
	жмых (*кг*)	0,7	0,7	0,7	1
	овсяная мука (*кг*)	0,3	—	—	—
	костяная мука (*г*)	25	25	50	50
	соль поваренная (*г*)	50	50	50	50
III	Рационы без концентратов:				
	сено (*кг*)	4	5	6	8
	солома яровая (*кг*)	1	1	2	2
	силос (*кг*)	10	12	15	15
	костяная мука (*г*)	50	50	50	50
	соль поваренная (*г*)	50	50	100	100
	В летний период				
I и II	Рационы с концентратами:				
	зеленый корм (*кг*)	20	25	30	35
	жмых (*кг*)	0,5	0,5	—	—
	овсяная мука (*кг*)	0,5	—	—	—
	костяная мука (*г*)	25	50	50	50
	соль поваренная (*г*)	60	70	70	70
III	Рационы без концентратов:				
	зеленый корм (*кг*)	20	30	35	40
	костяная мука (*г*)	50	50	50	50
	соль поваренная (*г*)	50	50	100	100
	Живые веса (кг) молодняка к концу возрастных периодов:				
I и II	При рационах с концентратами	270	270	470	500—540
II	При рационах без концентратов	200	250	300	400

В среднем можно принять такое распределение кормов для молодняка старше 6 месяцев: 1) летом пастбище: 2) зимой на 100 *кг* живого веса грубого корма, главным образом хорошего сена, около 2,0—1,5 *кг* и овсяной соломы

Таблица 159

Примерный расход кормов *(кг)* на выращивание телят до 6 месяцев
(по схемам Всесоюзного института животноводства)

Корма	Среднесуточный прирост *(г)* за время от рождения до 6 месяцев		
	450—500	650—700	950—1000
Молоко цельное:			
при выпойке без обрата	270	485	—
при выпойке с обратом	177	250	452
Молоко снятое (обрат)	200	600	1200
Концентраты	177	200	187
Корнеплоды	100	100	105
Силос	185	185	190
Сено	225	260	270

0,5—1,0 *кг*, сочных кормов — силоса 3,0 или корнеплодов 6,0 *кг* и, наконец, концентратов от 1,5 вначале до 0,4 *кг* к 20-месячному возрасту на каждые 100 *кг* живого веса.

В связи со стремлением выращивать телят на минимальных дачах концентратов предложены схемы воспитания со значительным введением сочных кормов и силоса. При постепенном введении кормов помесячное распределение их будет таким, как это дано в табл. 160.

В табл. 162—163 приведены нормы кормления молодняка молочного направления. Табл. 162 содержит в себе нормативы, составленные на основании норм и рационов рядом авторов и Всесоюзным институтом животноводства Питательность органического вещества в этой таблице дана в продуктивных овсяных кормовых единицах, а питательность азотистых веществ в переваримом белке. Табл. 163 составлена на основании обменных опытов ряда авторов и отчасти на основании данных, вошедших в предыдущую таблицу. Здесь питательность дана в ЕОВ и в переваримом протеине.

Таблица 160

План роста и схема кормления молодняка в послемолочный период выращивания
(по А. П. Юрмалиату)

Показатели	Возраст (в месяцах)					
	3—4	6—7	9—10	12—13	16—17	20—21
Живой вес *(кг)*	104	167	228	283	353	413
Среднесуточный привес *(г)*	700	700	600	600	500	500
Задается в сутки *(кг)*:						
клеверного сена	2,5	4,5	6,0	7,0	7,0	7,0
яровой соломы	—	—	—	1,0	2,0	2,0
концентратов (смесь)	2,0	1,7	1,3	1,0	1,0	1,4
свеклы кормовой	2,0	5,0	7,0	8,0	10,0	12,0
Поваренной соли *(г)*	10	17	2,3	28	35	40
В день на 100 *кг* живого веса *(кг)*:						
грубых	2,5	2,6	2,6	2,6	2,5	2,2
сочных	2,0	3,0	3,0	2.8	2,8	3.0
концентратов	2,0	1,0	0,57	0.35	0,23	0,34

Обе таблицы построены по одному и тому же принципу, принятому в СССР. Доставка питательных веществ изменяется по возрастам. При этом как бы предполагается, что возраст является фактором, определяющим характер потребности в питательных веществах.

Табл. 164, основанная на данных Гильберта и Лозли, приведена для сведения.

Потребность в питательных веществах авторы поставили в зависимость от веса молодняка; следовательно, предполагается, что развитие тожественно величине живого веса. Очевидно, что как первый, так и второй принцип, взятые порознь, недостаточны. В то же время не предложено иных приемов или приема, в котором комплексировались бы оба указанных принципа.

Таблица 161

Помесячное распределение кормов при воспитании телят с расчетом получения 650—700 *г* в сутки

За срок	Живой вес (*кг*) в конце срока	Молоко (*кг*)		Кормов (*кг*)				
		цельное	снятое	сенного настоя	концентратов	свеклы	силоса	сена
I месяц . .	52—54	200	20	—	1	5	—	вволю
II »	71—75	100	100	90	15	60	—	15
III »	91—96	20	120	130	30	120	—	40
IV »	111—117	—	100	180	30	150	90	66
V »	131—133	—	20	—	30	150	130	96
VI »	150—159	—	—	—	20	150	200	110
Всего за 6 месяцев	—	320	360	400	126	635	420	327

Таблица 162

Нормы кормления молодняка. Составлены на основании схем выращивания, разработанных Всесоюзным институтом животноводства и разными авторами

Возраст (месяцев)	Планируемый суточный прирост (*г*)	Переваримого белка (*г* на 1 корм. единицу) во всем корме	В день на каждые 100 *кг* среднего живого веса за расчетный период				
			продуктивных овсяных кормовых единиц	кальция (*г*)	фосфора (*г*)	каротина (*мг*)	поваренной соли (*г*)
До 1	1000	95—100	5,4	32	23	20—30	—
	600	95—100	5,0	32	23	20—30	—
1— 2	600—1000	95—100	4,5	28	18	20—30	10
2— 3	600—1000	95—100	3,7	26	15	20—30	10
3— 4	600—1000	105—110	3,2	23	14	20—30	10
4— 5	600—1000	105—110	3,0	22	14	20—30	10
5— 6	600—1000	105—110	2,7	21	14	20—30	10
6— 8	400—950	100	2,7	19	12	15—20	10
8—10	950	100	2,3	18	10	15—20	10
	400	100	2,6	18	10	15—20	10
10—12	950	95	2,2	17	9	15—20	10
	400	95	2,5	17	9	15—20	10
12—15	750	95	2,0	15	8	15—20	10
	400	95	2,2	15	8	15—20	10
15—18	750	90	1,8	14	8	15—20	10
	400	90	2,1	14	8	15—20	10
18—24	300—550	90	1,6	13	7	30—40	10

Пользование данными табл. 162 (в кормовых единицах) и 163 (в ЕОВ) заключается в следующем. Применяя табл. 162, нужно иметь вес теленка на начало месяца, прибавить к этому весу половину привеса за расчетный период, на который определяется норма, и, приняв сумму начального веса и привеса за средний живой вес в периоде, подсчитать на него потребность.

Таблица 163

Нормы кормления молодняка молочного направления, составленные на основании опытов разных авторов и на основании схем Всесоюзного института животноводства

Возраст (месяцев)	Планируемый суточный прирост (*г*)	Ориентировочный живой вес (*кг*) в конце периода	Переваримого протеина (*г* на 1 ЕОВ)	В день на каждые 100 *кг* среднего за расчетный период живого веса				
				ЕОВ	кальция (*г*)	фосфора (*г*)	каротина (*мг*)	поваренной соли (*г*)
До 1	750	58	170	3,2	32	23	25	—
1— 2	750	80	160	3,1	28	18	25	10
2— 3	700	101	140	3,1	26	15	25	10
3— 4	650	120	140	3,0	23	14	25	10
4— 5	650	140	140	2,9	22	14	25	10
5— 6	600	158	140	2,8	21	14	25	10
6— 8	600	194	130	2,6	19	12	20	10
8—10	550	227	120	2,5	18	10	20	10
10—12	500	257	115	2,4	17	9	18	10
12—15	450	298	115	2,2	15	8	18	10
15—18	350	330	115	2,0	14	8	15	10
18—24	300	384	110	1,8	13	7	35	10
Взрослая корова	—	500	—	—	—	—	—	—

Например, от теленка 3 месяцев весом 136 *кг* желаем иметь суточный привес 700 *г* и рассчитываем норму на период от 3 до 4 месяцев. Привес за 15 дней составит 10,5 *кг*. Норму считаем на вес 147 (округленно 150) *кг*, или 1,5 *ц*.

Кормовых единиц потребуется $3{,}2 \times 1{,}5 = 4{,}8$. Переваримого белка $105 \times 4{,}8 = 504$ *г*. Кальция $23 \times 1{,}5 = 34$ *г*; фосфора $14 \times 1{,}5 = 21$ *г*, каротина $25 \times 1{,}5 = 38$ *мг*, поваренной соли 15 *г*. При пользовании табл. 163, нужно также знать вес теленка, привес и возраст. Допустим, что вес тот же — 136 *кг* и возраст 4 месяца. Такому теленку надо дать $3{,}0 \times 1{,}47 = 4{,}4$ ЕОВ, 616 *г* переваримого протеина, 34 *г* кальция, 21 *г* фосфора, 37 *мг* каротина и 15 *г* поваренной соли.

Таблица 164

Нормативы кормления молодняка молочного скота
(по Гильберту и Лозли)

Живой вес теленка в процентах от веса взрослого животного	Средний возраст (месяцев)	Суммы переваримых питательных веществ (*кг* в день)	Граммов на 1 *кг* переваримых веществ в день			На 100 *кг* живого веса в день		
			переваримого протеина	кальция	фосфора	каротина (*мг*)	витамина А (ИЕ)	витамина D (ИЕ)
10	1,8	1,26	207	9,9	5,9	13,2	6600	880
20	4,8	2,25	148	8,4	5,5	13,2	6600	880
30	7,1	3,00	123	6,5	5,0	13,2	6600	880
40	10	3,60	106	4,9	4,2	13,2	6600	—
50	13,4	4,14	96	4,1	3,7	13,2	6600	—
60	17,4	4,55	90	3,5	3,3	13,2	6600	—
100	84	4,73	76	3,0	3,0	13,2	6600	—

ОСОБЕННОСТИ КОРМЛЕНИЯ ЛОШАДЕЙ

Наиболее распространенными для лошадей кормами являются сено хорошего качества и овес. Для лучшего пережевывания овес рекомендуют давать иногда вместе с соломенной резкой (1—2 *кг* на дневную порцию овса).

Относительно скармливания овса имеется ряд указаний, главнейшие из которых следующие: 1) скармливать овес последним, дав лошади съесть менее вкусные корма; 2) не задавать овес перед самой работой, так как от этого переваривание кормов ухудшается; 3) при каждой даче порцию овса лучше разделить на 2—3 части и подсыпать его постепенно (когда съедена предыдущая часть); 4) не поить лошадь сейчас же после кормления овсом, пока она не остыла (возможны опой и колики).

Часть грубого корма лошадям задают в виде соломенной резки (длиной около 5 *см*) и мякины в запаренном виде, посыпанных мукой и отрубями. При замене овса какими-либо иными кормами следует лошадь к этим кормам приучать постепенно 2—4 недели, вводить их в рацион не особенно много и все же оставлять в рационе овес в количестве 1—2 *кг*. При замене овса другими кормами желательны дачи поваренной соли (около 10 *г*, или столовой ложки в сутки). Зерновые корма следует перед скармливанием дробить или плющить и давать с соломенной резкой; мучнистые — замешивать в густые каши, добавляя к ним сочные.

Картофель и корнеплоды лучше скармливать сырыми, порезанными и сдобренными посыпками или сечками.

Контролируется кормление лошадей по нормам, указанным в табл. 165.

Таблица 165

Нормы для рабочих лошадей

Нагрузка лошади	Показатели	Живой вес (*кг*)				
		400	450	500	550	600
Без работы	Продуктивных кормовых единиц	4,8	5,2	5,5	5,9	6,2
	Переваримого белка (*г*)	260	280	300	320	330
Легкая работа	Продуктивных кормовых единиц	6,0—6,4	6,8—7,2	7,5—8,0	8,3—8,8	9,0—9,6
	Переваримого белка (*г*)	390—420	440—470	490—520	540—570	580—620
Средняя работа	Продуктивных кормовых единиц	7,6—8,4	8,5—9,5	9,5—10,5	10,5—11,5	11,4—12,6
	Переваримого белка (*г*)	530—590	600—610	670—730	740—800	800—830
Тяжелая работа	Продуктивных кормовых единиц	9,2—10,4	10,4—11,7	11,5—13,0	12,6—14,3	13,8—15,6
	Переваримого белка (*г*)	690—760	780—870	860—970	950—1070	1040—1170

Вследствие особенностей строения пищеварительных органов жвачных (крупный рогатый скот и овцы) питательность грубых кормов для них и для прочих сельскохозяйственных животных различна. Для лошадей она ниже, поэтому в табл. 166 приведена питательность некоторых сортов лугового сена для лошадей с обычно применяемым в практике понижением качества (на 1 разряд ниже названия сорта).

Техника составления рационов лошадям не отличается от таковой же крупному рогатому скоту.

В организации кормления лошадей рекомендуют придерживаться следующих правил.

Таблица 166

Сравнительная питательность 1 *кг* сена для различных сельскохозяйственных животных

Сено	Для коров и овец		Для лошадей	
	кормовых единиц	белка (*г*)	кормовых единиц	белка (*г*)
Отличное	0,677	65	0,603	65
Очень хорошее	0,603	50	0,517	50
Хорошее	0 517	38	0,395	38
Среднее	0,395	32	0,315	32
Плохое	0,315	25	—	—

1. Пища жеребят и подсосных кобыл должна быть более разнообразной, чем может быть пища рабочих лошадей.

2. В период, предшествующий случке, если он совпадает с сезоном пастьбы, кобыл нужно возможно большее время пасти на пастбищах с хорошим, сочным травостоем.

3. Рабочих лошадей, выполняющих разные работы, не следует содержать на рационах без концентратов. Если хозяйство обеспечено сеном хорошего качества и оно дается по аппетиту, то минимальное количество концентратов, скармливаемых тяжело работающим лошадям, должно составить 3—4 *кг*. В случае недостатка сена количество концентратов также увеличивается.

4. При повышенных дачах сена и травы рабочим лошадям и ограниченном применении концентратов необходимо изменение распорядка рабочего дня. Вместо практикуемого и достаточного при кормлении концентратами одного дневного перерыва в работе лошади при увеличенных дачах сена и травы нужно устраивать не менее 2—3 перерывов. В этих условиях лошадь должна кормиться за сутки до 5 раз, а именно до работы, спустя 3 часа после начала работы, в полдень, часа за три до окончания работы и после работы.

Продолжительность перерыва для кормления лошади должна быть не менее 1—2 часов с таким расчетом, чтобы за это время лошадь успела съесть либо до 4 *кг* сена, либо до 15 *кг* травы, либо до 2—3 *кг* концентратов.

5. В период летних работ обязательно давать лошадям поваренную соль в количестве 30—50 *г* на голову в день. Поить лошадей необходимо за $^1/_2$ часа до перерыва на кормление и за $^1/_2$ часа перед возобновлением работы.

6. Взамен кормления в особые перерывы может быть допущена подкормка лошадей «в борозде» во время каждой передышки. При этом общая продолжительность этих передышек должна быть такова, чтобы лошадь успела съесть указанное выше количество кормов как в первую, так и во вторую половину рабочего дня.

7. При перевозке грузов и на других работах, связанных с неизбежной остановкой для погрузки, разгрузки и т. д., эти остановки нужно использовать для кормления лошадей.

8. В летнее время необходимо возможно шире использовать зелень и бесперебойно снабжать рабочих лошадей зеленой подкормкой, а также пасти их.

В стойловый период наряду с сеном, соломой и концентратами лошадям следует задавать корнеплоды, картофель, высококачественный силос. Для этого нужно на каждую лошадь на год заготовлять не менее 5 *ц* сочных кормов.

9. Кобыл, назначаемых в расплод, нужно возможно больше содержать на пастбищах и давать им летом в станках зеленую подкормку; зимой их кормят лучшим по качеству сеном и в случае выполнения работ дают не менее 6 *кг* концентратов в день. Если племенные взрослые животные систематически на работе не используются, их все же нужно обеспечить концентратами на год не менее чем 6 *ц*.

Таблица 168

Примерные кормовые рационы (в *кг*) для лошадей [1]

Пол, возраст и работа лошадей	Сено бобовых	Сено злаковых	Сочные корма	Овес	Отруби и жмыхи	Трава бобовых	Трава злаковых
Жеребцы рысаки:							
случной сезон	4	6	2	5	1,5	—	—
неслучной сезон	4	6	—	3	1,5	—	—
неслучной пастбищный сезон	—	2	—	3	1,6	6	10
Жеребцы тяжеловозы:							
случной сезон	6	8	4	6	2,0	—	—
неслучной сезон	6	8	2	4,5	1,5	—	—
неслучной пастбищный сезон	2	4	—	4,5	1,5	10	15
Кобылы подсосные рысаки:							
при средней работе, пастбищное содержание	—	—	—	5	—	20	30
то же, конюшенное содержание	8	9	6	5	0,5	—	—
Кобылы подсосные тяжеловозы:							
при средней работе, пастбищное содержание	—	—	—	5	—	30	30
то же, конюшенное содержание	14	9	6	4	—	—	—
Рабочие лошади:							
тяжелая работа зимой	8	8—10	7—8	3	—	—	—
то же при пастбищном содержании	—	—	—	3	—	25	20
легкая работа при пастбищном содержании	—	—	—	1	—	20	15
Жеребята [2]:							
от 6 до 12 месяцев, конюшенное содержание	2—3	2—3,5	2—3	2—3,5	1,5—2	—	—
от 1 до 2 лет: конюшенное содержание	4—8	4—8	6—6	3—3,5	1—1,5	—	—
пастбищное »	—	—	—	2—2	—	20—30	20—20
от 2 до 3 лет: конюшенное содержание	5—10	5—8	6—8	3—3,5	1—0		
пастбищное »	—	—	—	—	1—0	23—35	20—30

[1] В. П. Добрынин, Л. А. Галичникова и др. Корма для лошадей. Сельхозгиз, 1950.
[2] Первые цифры для жеребят рысаков, вторые — для тяжеловозов.

Таблица 167

Схема рационов для лошадей

В день на 100 *кг* живого веса давать *(кг)*	При концентратном рационе и трехкратном кормлении в сутки	При кормлении объемистыми кормами и пятикратном кормлении в сутки
Взрослым рабочим и племенным [1]:		
сена хорошего (часть сена может быть заменена подготовленной соломенной резкой)	1,2—2,0	до 4,5
концентратов (овса)	1,0—1,6	» 0,8
корнеплодов	до 5	» 5
хорошего силоса (вместо корнеплодов)	» 2	» 2
Молодняку до 2 лет [2]:		
хорошего злакового и бобового сена	» 2	» 3
корнеплодов	» 1	» 2
концентратов (овса, отрубей, жмыха)	» 1,6	» 0,7

Выращиваемый молодняк кормят по схемам, указанным в табл. 167 и 168. На год требуется: жеребятам до 1 года не менее 3—5 *ц*, а молодняку старше года — 5—6 *ц* концентратов. Кроме того, каждой племенной лошади нужно не менее 30 *ц* высококачественного сена в год и достаточно травы на выпасе.

В зимний период племенным лошадям следует вводить в рацион сочные корма, главным образом корнеплоды. Сочных кормов на племенную лошадь надо заготовлять не менее 10 *ц*.

Лошади, как имеющие меньший по объему пищеварительный тракт, сравнительно с крупным рогатым скотом должны получать корма в иных соотношениях, чем последний, или же лошадям должно быть увеличено число кормлений и продолжительность самого кормления.

При наличии в хозяйствах достаточного количества сочных кормов (кормовой свеклы или картофеля), при возможности получать с винокуренных заводов свежую картофельную (слегка обезвоженную) барду эти корма можно вводить в значительных количествах в рацион лошадей [3].

ОСОБЕННОСТИ КОРМЛЕНИЯ И ОТКОРМА СВИНЕЙ

Нормы кормления и откорма свиней, разработанные в начале этого столетия, содержали в себе данные о потребностях в усвояемом органическом веществе (калориях), переваримом белке или протеине, кальции и фосфоре. При рационах, состоящих из разнообразных натуральных кормов, этих норм было достаточно для организации правильного кормления.

Но по мере увеличения количества отходов технических производств в рационах и по мере расширения промышленного свиноводства, при котором исключалось пастбищное содержание свиней, выяснилась недостаточность указанных показателей нормирования кормления. Необходимо было включить

[1] Названные корма можно заменить другими, с постепенным приучением к новым кормам.

[2] Молодняку старше 2 лет корнеплоды можно заменить хорошим силосом.

[3] «Коневодство», № 10—12, 1946, стр. 26.

в число контролируемых показателей гораздо большее число питательных веществ, недостаток или отсутствие которых в рационе оказалось возможным и значение которых для нормального питания свиней было выяснено. При кормлении свиней необходимо контролировать доставку в пище гораздо большего числа питательных веществ, чем при кормлении жвачных животных.

Это объясняется, с одной стороны, тем, что свиней можно кормить некоторое время рационами из кормов одностороннего состава, не замечая внешних признаков наступающих расстройств питания; когда же они внешне проявляются, то расстройства оказываются зашедшими довольно далеко. С другой стороны, необходимость более обширного контроля доставки свиньям питательных веществ с кормами объясняется меньшим участием микробного синтеза в снабжении их, чем это наблюдается у жвачных.

Очевидно, потребности в питательных веществах прямо или косвенно связаны с микрофлорой пищеварительного тракта; наиболее тесная связь, выясненная до сего времени, касается потребностей во многих витаминах, некоторых аминокислотах и, вероятно, в жирных кислотах.

Но так как местом бактериального синтеза у свиней, вероятнее всего, является толстый кишечник, они, в отличие от жвачных, требуют доставки ряда веществ с пищей, без чего у них развиваются недостаточности питания.

Свиньи относятся к числу животных, не накапливающих в своем теле каротина. Печень и кровь их содержат только следы или вовсе не содержат каротина. Отсутствие каротина в крови могло казаться странным, если считать, как это было принято, что местом превращения каротина пищи в витамин А является печень. Вместе с тем свиньи не относились к животным, которые нуждаются в поступлении с пищей готового витамина А. Теперь известно, что каротин превращается в витамин А в стенке кишечника [1]. Отсутствие накопления каротина в теле рассматривается как результат интенсивного превращения каротина пищи в витамин А. Таким образом, в пище свиней может поступать и витамин А и каротин.

Из некоторых опубликованных до сих пор работ следует, что в среднем поросенку весом 22 *кг* нужно дать около 1,1 *мг* каротина, а подсвинку весом 90 *кг* — 3,4 *мг*. Витамина А соответственно 347 и 628 *мкг*. Нормы, принятые в нашей стране, значительно выше: каротина поросенку 22 *кг* живого веса около 6 *мг* и подсвинку весом 90 *кг* — 18 *мг* или вместо того витамина А 3000 и 9000 ИЕ соответственно.

Свиньи нуждаются в поступлении витамина D в том случае, если он не образуется в их организме. Если в их коже присутствует 7-дегидрохолестерин и солнечная радиация достаточна, то животные снабжаются витамином D. Однако при содержании без прогулок в дневное время и даже с прогулками зимой и в пасмурную погоду при недостатке солнечного света витамина D не образуется в организме в достаточном количестве. Исследования показывают, что ежедневные 45-минутные прогулки молодняка свиней в солнечную погоду в январе и феврале в местности, расположенной на 47—50° северной широты, приводили к излечению рахита за 2 недели. Однако уже на Британских островах (между 50 и 60° северной широты) установлено, что витамина D, образующегося под действием солнечной радиации в коже свиней, недостаточно для нормального здоровья и репродукции племенных свиней, но достаточно для молодняка.

Недостаток витамина D может быть пополнен дачей препаратов или хорошего сена в количестве 5—10% от веса кормов рациона. При наступлении

[1] Т. Гудвин. Сравнительная биохимия каротиноидов. Изд. иностранной литературы, 1954, стр. 322.

глубоких расстройств, связанных с недостатком витамина D, понижается содержание кальция и фосфора в сыворотке крови свиней.

В практике не удалось наблюдать признаков недостатка витаминов E и K. Свиньи нуждаются в доставке с пищей большинства известных витаминов комплекса B. Потребности в этих витаминах, по данным, имеющимся по этому вопросу в литературе, приведены в табл. 169.

Таблица 169

Потребности свиней в витаминах комплекса B

Витамины	Поросенок весом 22 *кг*	Подсвинок 90 *кг*	Супоросная свиноматка	Подсосная свиноматка
B_1 — аневрин, тиамин *(мг)*	1,8—1,5	3,8—6,3	3,0—3,8	5,5— 6,3
B_2 — рибофлавин [1] *(мг)*	2,6	6,8	5,0—6,3	9,2—10,5
Никотиновая кислота *(мг)*	15	40	30—38	55 —63
Пантотеновая кислота *(мг)*	14—18	35—47	—	—
Пиридоксин *(мг)*	1,8—2,6	8,4	—	—
Витамин B_{12} *(мкг)*	13,4	40,6	—	—

Из минеральных веществ, кроме кальция, фосфора и поваренной соли, потребность в которых уже вошла в кормовые нормы, широко обсуждается потребность свиней в иоде. Известен ряд случаев из практики, когда добавки иодистого калия оказывали весьма положительное влияние на продуктивность и состояние животных.

По единичным исследованиям, свиньи должны получать 18—20 *мкг* иода в день. По другим данным, супоросной свиноматке требуется 0,44 *мг* на 100 *кг* живого веса, а свиньям в другом состоянии требуется немного меньше. Марганец необходим в количестве 18—20 *мг* на 1 *кг* корма; недостаток его приводит к ряду последствий, в том числе и к ухудшению использования корма.

Свиньи часто испытывают недостаток в железе. Поросята рождаются с небольшим его запасом в теле (всего около 50 *мг*), и им необходимо ежедневно получать 7 *мг* железа, чтобы хорошо расти и не испытывать в нем недостатка. Однако в молоке матери они получают его мало. Возможность анемии поросят предупреждается большими дачами сернокислого железа супоросным маткам (до 15 *г* в день); кроме того, такая подкормка, повидимому, ведет к увеличению содержания железа в молоке (М. А. Егорова и А. А. Чубинская).

Для предупреждения анемии рекомендуется также давать молодняку медь в количестве 0,11—0,15 *мг* на 1 *кг* живого веса или в количестве 5 *мг* на 1 *кг* сухого веса пищи. Кобальт необходим в форме витамина B_{12}, потребность в котором указана в табл. 169.

В ряде работ исследовалась потребность молодняка свиней в аминокислотах.

Протеин, достаточный для роста, должен содержать (в процентах к весу протеина): аргинина — 4,6, гистидина — 1,8, изолейцина — 2,6, лейцина — 4,6, лизина — 5,5, метионина — 1,2, фенилаланина — 2,4, треонина — 2,4, триптофана — 0,5 и валина — 3,9%. Выяснена недопустимость кормления свиней обезжиренной пищей. Имеются указания, что в пище откармливаемых свиней должно содержаться возможно меньше клетчатки, хотя в то же время, повидимому, клетчатка должна доставляться по меньшей мере на уровне 5—6%. Ниже (стр. 566) сообщается об опытах, в которых повышение до 10—12% клетчатки в рационе откормочников привело к получению лучшего ка-

[1] Потребность в рибофлавине зависит от температуры содержания свиней. При 5° она вдвое больше, чем при 30°.

чества свинопродукции. Племенным свиньям показано давать пищу с содержанием 10—12% клетчатки.

Потребности в органическом веществе, переваримом белке, кальции и фосфоре приведены в табл. 170—174. Потребности свиней в определенных кормах связаны не только с химической стороной питания, т. е. с доставкой тех или других витаминов, минеральных и органических питательных веществ, но и с физиологической ролью кормов. О некоторых вопросах физиологии питания свиней указывалось на стр. 334—344.

Эти данные необходимо дополнить освещением вопроса о роли кормов в обеспечении нормальной работы пищеварительного тракта. В работах Пушкинской зоотехнической лаборатории [1] показано, что тонкий размол концентрированных кормов ведет к улучшению переваримости и использования питательных веществ. Под тонким размолом понимается измельчение до величины частиц в поперечнике 0,2—1,0 *мм*.

При скармливании рационов из концентратов иногда наблюдается сильное уплотнение кала, что указывает на осложнения в выделении непереваренных остатков пищи. По данным Е. Шихи [2], введение в рацион льняного жмыха и отрубей улучшает физические свойства кормовой дачи. Это приводит к облегчению выделения кала, который становится рыхлым и объемистым. Отрубей рекомендуется вводить около 20% веса корма молодым и около 10% взрослым свиньям. Правильное функционирование толстого отдела кишечника, по мнению Е. Шихи, крайне важно для здоровья и состояния животных, что компенсирует некоторое снижение переваримости рациона. При обеспечении оптимальных условий в кишечнике достигается лучшее использование переваримой части пищи. Подтверждение последнего можно найти в опытах Г. Фингерлинга [3]. Добавка пшеничных отрубей к рациону из ячменя, мясной и рыбной муки приводила к увеличению процента использования энергии переваримых веществ для отложений в теле.

Потребность в органическом веществе в большинстве таблиц указана в продуктивных овсяных кормовых единицах. Как известно, эти единицы получены в опытах на волах, но применяются при нормировании кормления животных всех видов.

На основании проведенных опытов переваримости на подсвинках при откорме, в которых была прямо определена калорийность кормов и кала, нами определены потребности свиней в органическом веществе, выраженные в ЕОВ (1 ЕОВ = 3000 *ккал*), приведенная в табл. 170. В той же таблице для сравнения приведены потребности откормочников, вычисленные по нормам в кормовых единицах.

Так как потребности в ЕОВ вычислены по отдельным опытам и притом для интенсивного концентратного откорма, они, возможно, потребуют уточнений. Интересно отметить, что потребности в кормовых единицах численно больше в 1,5 и даже почти в 2 раза. Таким образом овсяная продуктивная единица по своему масштабу для свиней, видимо, более мелкая, чем ЕОВ.

В обычных кормовых рационах свиней, состоящих из зерна и его отходов, прочих концентратов и картофеля, невозможно доставить все вещества, требующиеся по нормам племенным свиньям.

Особенно недостает в таких рационах кальция, натрия, каротина и витамина D, а белок недостаточно удовлетворительного качества.

---

[1] Записки Пушкинской зоотехнической лаборатории, в. 22, 1940, стр. 155.

[2] Е. Шихи. Механическая сторона питания с.-х. животных. «Проблемы животноводства», 1936, № 8, стр. 146 (реф.)

[3] Определение крахмального эквивалента различных кормов, Герман. с.-х. академия, т. 1, Берлин (нем. яз.), 1952.

Таблица 170

Потребность молодняка при откорме в единицах органического вещества

Живой вес (*кг*)	Потребность на голову в сутки	
	ЕОВ	продуктивных кормовых единиц
30	1,03	2,02
40	1,37	—
50	1,71	3,01
60	2,05	—
70	2,38	3,89
80	2,73	—
90	3,07	4,34
100	3,41	—
110	3,75	—

Таблица 171

Нормы для супоросных свиноматок

Возрастные группы	Живой вес (*кг*)	Начало супоросности (1-й месяц)					Конец супоросности (4-й месяц)				
		кормовые единицы	переваримый белок (*г*)	кальций (*г*)	фосфор (*г*)	каротин (*мг*)	кормовые единицы	переваримый белок (*г*)	кальций (*г*)	фосфор (*г*)	каротин (*мг*)
Растущие, до 3 лет	120—140	4,0	320	18	11	25	4,8	480	22	13	25
	160—200	4,4	350	20	12	30	5,2	520	23	15	35
	200—250	4,6	370	21	13	35	5,4	540	24	15	45
Взрослые, старше 3 лет	160—180	2,6	210	12	7	30	3,4	310	15	10	32
	200—220	3,0	240	14	8	35	3,8	340	17	11	40
	240—260	3,5	280	15	10	45	4,3	380	19	12	47
	300—320	4,3	344	18	11	50	4,8	430	22	13	54

Примечание. От первого месяца супоросности к четвертому норма постепенно изменяется. Холостых маток кормят по нормам первого месяца супоросности. Кроме указанных веществ, маткам в корм дают по 20—30 *г* поваренной соли в день.

Более подробно о потребностях сказано в тексте (стр. 557).

Таблица 172

Нормы подсосных маток

Возрастные группы	Живой вес (*кг*)	В сутки на голову при количестве									
		10 поросят					12 поросят				
		кормовые единицы	переваримый белок (*г*)	кальций (*г*)	фосфор (*г*)	каротин (*мг*)	кормовые единицы	переваримый белок (*г*)	кальций (*г*)	фосфор (*г*)	каротин (*мг*)
Матки молодые, до 3 лет	120—140	6,7	670	43	34	35	7,5	750	48	37	40
	180—200	7,2	720	46	36	45	7,8	780	51	39	50
Взрослые, старше 3 лет	160—180	6,3	630	42	31	45	7,1	710	45	36	50
	220—240	7,2	720	46	36	60	8,0	800	52	40	70
	300—320	8,3	830	52	42	75	9,1	910	59	45	90

Примечание. Поваренной соли по 20—30 *г* в день на голову.

Таблица 173

Нормы кормления хряков-производителей

Возраст и использование	Вес (*кг*)	Продуктивные кормовые единицы	Переваримый белок (*г*)	Кальций (*г*)	Фосфор (*г*)	Каротин (*мг*)
Моложе двух лет, умеренное использование или отсутствие случек	140—180	4,1	440—500	28—29	23	45—70
	200—250	4,6	500—550	32	25	65—90
Старше двух лет, умеренное использование или отсутствие случек	200—300	3,0—3,4	330—400	21—24	18—20	65—110
	300—400	3,7—4,0	410—480	26—28	22—24	95—150
Старше двух лет, использование интенсивное	200—300	3,7—4,4	440—530	27—30	23—25	90—110
	300—400	4,4—5,2	530—620	31—34	27—30	120—150

Таблица 174

Нормы кормления молодняка при мясном и полусальном откорме

Живой вес (*кг*)	Суточный привес (*г*)	Продуктивные кормовые единицы	Переваримый белок (*г*)	Кальций (*г*)	Фосфор (*г*)	Каротин (*мг*)
25	300—400	1,4—1,8	140—200	6,5	5,5	5—10
40	400—500	2,0—2,3	180—230	10,0	9,0	8—15
60	500—600	2,6—2,9	205—265	12,5	11,0	12—20
80	600—700	3,1—3,5	250—290	13,5	12,5	16—23
100	800—900	4,3—4,8	320—345	14,5	13,5	20—25
120	800—900	4,7—5,2	280—335	15,0	14	25
150	600—700	4,3—4,8	215—260	15,0	14	25

Недостаток указанных элементов питания вредит нормальному развитию молодых животных, снижает их аппетит, приводит к плохому общему состоянию, вредит репродукции вообще, приводит к рождению мертвого или слабого потомства и к низкой молочности свиноматок.

Наилучшим средством исправления качества белка является составление рационов из разнообразных кормов, введение в рационы племенных свиней кормов животного происхождения, антибиотиков, молодой травы бобовых растений или сенной резки. Дополнительно к кальцию, содержащемуся в сене, приходится давать мел или дробленую ракушку в количестве 0,5—1,0% от веса сухих кормов.

Недостаток натрия покрывается дачей кормов животного происхождения или подкормкой поваренной солью.

Недостаток витамина D устраняется облучением свиней прямым солнечным светом зимой во время прогулок и летом при пастьбе.

Потребность в основных питательных веществах успешно удовлетворяется при назначении супоросной взрослой свиноматке весом около 200 *кг*, взрослому хряку около 250 *кг* в неслучной сезон или растущей супоросной матке и растущему хряку весом 140—150 *кг* рациона, состоящего из 1,6 *кг* дробины зерна и зерноотходов, 0,4 *кг* льняного или подсолнечникового жмыха, 5,0 *кг* вареного картофеля, 1,0 *кг* сенной резки, 30—40 *г* мела, 20—25 *г* поваренной соли. Содержание питательных веществ в этом рационе указано в табл. 175.

Недостаток витамина D должен быть восполнен облучением свиней солнечным светом.

Таблица 175

Содержание питательных веществ в рационе сравнительно с нормой

Показатели	Требуется супоросной матке или племенному хряку	Содержится в назначаемом рационе
Продуктивные кормовые единицы . .	3,5—4,5	4,2
Переваримый белок *(г)*	300—400	400
Кальций *(г)*	16,5	25,0
Фосфор *(г)*	11,0	10,8
Натрий *(г)*	6,0	8,0
Калий *(г)*	6,0	11,5
Каротин *(мг)*	20,0	20,0
Витамин B_1 *(мг)*	3,0	8,5
Витамин D (ИЕ)	300	160

Приведенный выше рацион проверен на практике. При его применении получается крепкое жизнеспособное потомство. Возможно уменьшение в рационе картофеля и жмыха с одновременным соответствующим увеличением зерна и его отходов.

В пастбищный сезон картофель, жмых и сено зимнего рациона могут быть заменены 10—12 *кг* молодой зеленой травы, преимущественно бобовых, которую нужно скармливать на пастбище и в станках в свежем и подготовленном виде. При этом желательно увеличить дачу зерновых концентратов до 2 *кг* в день.

Подсосные свиноматки, а также взрослые хряки в период их племенной работы нуждаются в большем в полтора — два раза количестве питательных веществ, чем обычно.

Скормить же таким свиньям более 8 *кг* кормов в расчете на воздушно-сухой вес очень трудно. Таким образом, для покрытия потребностей этих животных в питательных веществах приходится увеличивать дачу концентратов в большей степени, чем картофеля. Необходимо значительно увеличить дачу сена, чтобы покрыть возрастающую потребность в каротине, кальции и витамине D.

Примерный кормовой рацион подсосных маток состоит из 3,0—3,5 *кг* зерна и зерноотходов, 0,6 *кг* жмыха или дробины зерна бобовых, 6,0 *кг* картофеля, 2,0 *кг* резки отличного или хорошего бобового сена из молодой травы, 40 *г* мела, 30—40 *г* поваренной соли.

В таком рационе доставляются необходимые питательные вещества в соответствующих потребностям количествах (табл. 176).

Взрослым хрякам в период племенной работы нужно скармливать 0,8 (80%) рациона, приведенного для подсосных свиноматок.

В летнее время возможно исключить из рациона картофель, половину жмыха и все сено и вместо того ввести соответственное количество молодой зеленой травы, главным образом бобовых (клевера, вико-овсяной смеси и др.), которую можно скормить частью на корню (на пастбище), частью же в станках в естественном и подготовленном виде.

Трава и сено годны для воспитания поросят и для откорма свиней. Проф. П. Н. Серебряков показал в специальных опытах, что при медленном, постепенном увеличении сенной муки в рационе подсвинков на откорме ее можно довести до 6,15 *кг* на голову в день и получить хорошие привесы. В данном случае одновременно скармливалось много сочных кормов и очень немного концентратов.

Важное значение постепенного приучения свиней к грубому, объемистому кормлению показал А. И. Овсянников.

Таблица 176

Состав рациона

Показатели	Требуется подсосной матке	Содержится в назначаемом рационе
Кормовые единицы	6,8—7,0	7,2
Переваримый белок *(г)*	700	750
Кальций *(г)*	30—40	42
Фосфор *(г)*	18—28	21,5
Натрий *(г)*	12	14,2
Калий *(г)*	12	22,0
Каротин *(мг)*	40	40
Витамин B_1 *(мг)*	6,3	16,7
Витамин D (ИЕ)	625	340

Директор Череповецкого государственного племенного рассадника П. Д. Пластинин в годы Великой Отечественной войны совместно с передовиками колхозного свиноводства организовал успешное выращивание тонно-пометов свиней на грубых и сочных кормах. В этом случае необходимо более частое, чем обычно, кормление животных, так как сочные корма, главным образом картофель, перевариваются значительно быстрее и животные способны поглощать большие количества пищи, чем при кормлении концентратами.

Сочная, неперестоявшая трава, корнеплоды, картофель, высококачественное сено и силос весьма полезны для свиней, необходимы для племенных животных и молодняка и могут применяться при откорме. Очевидно, что для быстрого, интенсивного откармливания и получения высоких выходов сала и высококачественного мяса откорм должен заканчиваться на картофеле, зерне и зерноотходах с прибавкой кормов животного происхождения.

При кормлении концентрированными кормами растущий племенной и откармливаемый молодняк 20—30 *кг* живого веса съедает в сутки 1,3—1,5 *кг* корма в расчете на влажность в 15% (в воздушно-сухом состоянии). По мере роста, при весе 100—150 *кг*, он может съедать только 3—4 *кг* на 100 *кг* живого веса. Супоросные первоопороски, растущие хряки, взрослые супоросные свиноматки и взрослые хряки в неслучной сезон должны получать на голову в день 3,5—5 *кг* таких кормов.

Наконец, подсосные свиноматки и племенные хряки в период случки могут съесть 5—7 *кг* смеси из концентрированных кормов. Примерами смесей из концентрированных кормов могут быть такие (в процентах к весу).

1. Зерно злаковых и их отходов (овса, ячменя, пшеницы) . . . 70
   Зерно бобовых . . . 20
   Мука из клеверного сена . . . 5
   Дробленый льняной жмых . . . 4
   Мел и соль . . . 1
2. Зерно злаковых . . . 75
   Мясная мука . . . 10
   Дробленый льняной жмых . . . 7
   Сенная клеверная мука . . . 7
   Мел и соль . . . 1
3. Ячмень и другие зерновые злаковые . . . 81
   Мясная мука . . . 3
   Мука и резка клевера . . . 5
   Льняная и бобовая мука . . . 10
   Мел и соль . . . 1

При кормлении объемистыми грубыми и сочными кормами для откармливаемого молодняка возможна такая система: 1) ежедневно 3 раза в день дается

по 300—350 *г* смеси из 7 частей дробленого ячменя и 2—3 частей рыбной или мясной муки (всего 0,9—1,0 *кг* в день). После скармливания такой смеси подсвинкам дают вволю вареный и размятый картофель. За время откорма от 20—30 *кг* до веса 100—120 *кг* подсвинки съедают по 1 *кг* зерновой смеси и по 6—7 *кг* картофеля в день.

По мясному откорму молодняка свиней в пределах веса от 25 до 120 *кг* имеется большое число отечественных и зарубежных опытов. Нами эти опыты были обработаны.

Питательность органического вещества пересчитана и определен уровень кормления (ЕОВ на 100 *кг* живого веса). Средние расходы питательных веществ отнесены к среднему живому весу за весь откорм. Большинство обработанных опытов проводилось на уровнях кормления между 3 и 5 ЕОВ на 100 *кг* живого веса и только отдельные опыты на уровнях между 5 и 6,5 ЕОВ. Одновременно с тем в указанном выше интервале, 3—5 ЕОВ на 100 *кг* живого веса, расход ЕОВ, отнесенный к суточному приросту, колебался между 3,5 и 7,0 ЕОВ на 1 *кг* прироста.

Такое колебание расхода ЕОВ на 1 *кг* прироста при практически одинаковом живом весе, в одном и том же возрасте, при мало различающемся составе прироста и при одинаковом уровне кормления может быть только в связи с разницей в использовании кормов, которая зависит прежде всего от полноценности кормления. В соответствии с принципами, изложенными в пятой части книги (стр. 427—431), все обработанные опыты были систематизированы по величине расхода ЕОВ на 1 *кг* прироста.

При этом к рационам, обеспечивающим высокое использование кормов (при 100-процентной полноценности кормления), были отнесены такие, которые при уровне кормления между 3 и 5 ЕОВ на 100 *кг* живого веса позволяют получить 1 *кг* суточного прироста с расходом 3,6—4,0 ЕОВ, в среднем 3,85 ЕОВ.

К рационам, обеспечивающим 90-процентную эффективность и полноценность кормления, были отнесены такие, при которых расход на 1 *кг* прироста был в среднем 4,25 ЕОВ; 80-процентную — 4,85 ЕОВ, 75-процентную — 5,50 ЕОВ и 60-процентную — 6,45 ЕОВ. Все случаи относятся в основном к одним и тем же уровням кормления между 3—5 ЕОВ на 100 *кг* среднего за откорм живого веса. Зависимость суточных приростов от уровня и полноценности кормления показана в табл. 177.

Таблица 177

Суточные приросты молодняка свиней при мясном откорме
(выраженные в процентах среднего за период откорма живого веса в зависимости от уровня и полноценности кормления)

Уровень кормления (ЕОВ на 100 *кг* живого веса)	Полноценность кормления (процент)				
	100	90	80	70	60
3,0	0,78	0,70	0,62	0,54	0,47
3,5	0,91	0,83	0,72	0,64	0,56
4,0	1,04	0,93	0,83	0,73	0,62
4,5	1,17	1,06	0,94	0,82	0,70
5,0	1,30	1,17	1,04	0,91	0,78

При 100-процентной полноценности кормления рацион должен в среднем содержать на 1 ЕОВ всего рациона 100 *г* переваримого белка или 120 *г* переваримого протеина, 12—15 *г* кальция, 11—15 *г* фосфора и 8—15 *мг* каротина и витамина А, перечисленного в каротин. Приведенные величины получены

путем подсчета среднего содержания питательных веществ в опытах, которые можно было отнести к числу проведенных при 100-процентной полноценности кормления.

Рационы, не обеспечивающие 100-процентной полноценности кормления, отличались от обеспечивавших в большей или меньшей степени как по содержанию питательных веществ, так и по набору и соотношению кормов в рационах. В отдельных случаях рационы, не обеспечивавшие высокой полноценности кормления по роду кормов, совпадали с рационами, которые в других опытах давали отличные результаты. Это расхождение, вероятно, может быть объяснено разницей в качестве кормов, а также и разницей в функциональном состоянии животных.

Из 420 обработанных отечественных и зарубежных опытов могут быть сделаны следующие обобщенные выводы о составе рационов, обеспечивающих и не обеспечивающих высокую эффективность и полноценность кормления при мясном откорме свиней (без подготовки к откорму) в интервале весов начального 25—40 *кг* и конечного 95—120 *кг*, при уровне кормления 3—5 ЕОВ в среднем на весь откорм.

1. Стопроцентная полноценность кормления с наиболее экономным расходованием органического вещества кормов (3,85 ЕОВ на 1 *кг* суточного прироста веса) при высоких суточных приростах в 0,6—0,8 *кг* достигается на смешанных рационах, содержащих сырые или пропаренные корне-клубнеплоды, муку или дробину зерновых злаковых кормов (ячменя, ржи, кукурузы) и кормов животного происхождения (рыбной муки, муки морского зверя, мясо-костной или молочных отходов). Допустима частичная доставка переваримого протеина в протеиновых кормах растительного происхождения. Соотношение кормов по сухому веществу или по ЕОВ должно быть таким, чтобы на корне-клубнеплоды приходилось 50—65% и на концентраты и животные корма 50—35%, из них зерновые злаковые и протеиновые растительные должны занимать 40—25% и животные в среднем — 10%.

Предпочтительно давать зерновые злаковые и протеиновые растительные нескольких сортов, причем весьма желательны в качестве ингредиентов ячмень или кукуруза.

По данным К. С. Обенко, сочные корма откормочникам нужно задавать пропаренными или проваренными (сноска на стр. 251).

2. Высокую, 90-процентную, эффективность и полноценность кормления с расходом в среднем 4,25 ЕОВ на 1 *кг* суточного прироста и с суточными привесами 500—700 *г* обеспечивают рационы без картофеля или с малым его количеством, с малым содержанием кормов животного происхождения (5—7%), но содержащие муку или мелкую сечку из травы бобовых или из луговых трав высокого качества. Сечка и мука из травы в таких рационах занимали до 25% сухого вещества, лучший результат получался при доставке резки или муки в количестве 12—15% сухого вещества всего рациона.

3. Восьмидесятипроцентную полноценность кормления с расходом 4,85 ЕОВ на 1 *кг* прироста давали рационы, не содержавшие кормов животного происхождения или содержавшие их в количестве 3—5%, но в этом случае не содержавшие сенной муки или резки. К таким относились рационы, содержавшие корне-клубнеплоды, дробину зерновых злаковых и дробину протеиновых растительных кормов; рационы из зерновых злаковых и протеиновых растительных; рационы из зерновых злаковых и протеиновых животных кормов; рационы из корне-клубнеплодов, зерновых злаковых и небольшого количества протеиновых животных кормов.

4. Низкую, 60-процентную полноценность кормления с расходом в среднем 6,45 ЕОВ на 1 *кг* суточного прироста при относительно низких суточных приростах и при больших количествах съедаемого органического вещества

давали односторонние рационы из корне-клубнеплодов и зерновых злаковых или их отходов (отрубей, кормовой муки), с одной стороны, и из корне-клубнеплодов и протеиновых растительных (дробины бобовых зерен, жмыхи), с другой. Такой же неудовлетворительный результат получался при откорме на корне-клубнеплодах, отходах зерновых в сочетании с протеиновыми растительными кормами и на рационах из углеводных отходов промышленности в сочетании с кормами животного происхождения.

Взаимозависимость между эффективностью и полноценностью кормления и суточными приростами при мясном откорме молодняка от 25—30 *кг* до 95—120 *кг* на уровнях кормления 3—5 ЕОВ приведена в табл. 177 и на графике

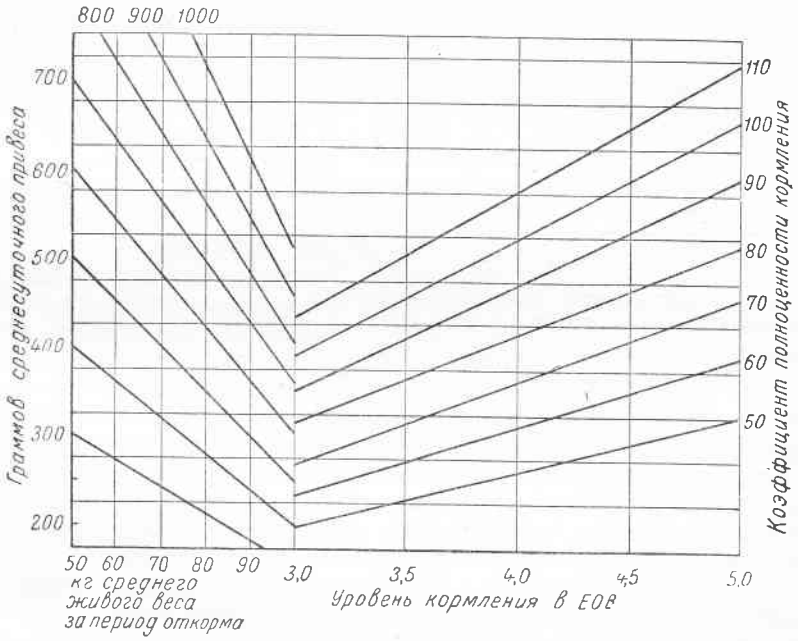


Рис. 55. График для определения полноценности кормления при мясном откорме подсвинков на основании средних суточных прироста веса в граммах и расхода кормов в ЕОВ и среднего за откорм живого веса в килограммах.

(рис. 55). Этот график служит не только для наглядного представления о результатах описанной обработки опытов, но им можно воспользоваться в аналогичных случаях для определения сравнительной эффективности и полноценности кормления, при систематизации рационов, применяемых для мясного откорма свиней.

Возможность влиять кормлением на результаты откорма видна из опытов Мак-Микена, В. М. Попова и некоторых других. Мак-Микен показал, что в зависимости от интенсивности (уровня) кормления в разные моменты роста можно получить животных при одном и том же конечном весе разных кондиций — от мясных до сальных [1]. В опыте сравнивалось кормление рационом одного и того же состава до веса 90 *кг*, причем I группа, кормившаяся все время обильно, достигла 90 *кг* в 180 дней, II группа получала до 16-недельного возраста обильное кормление, а затем скудное, и III группа, кормившаяся до 16 недель скудно, а затем обильно, достигли 90 *кг* веса в 240-дневном возрасте

[1] Mc. Meekan C. P. Journ. Agr. Sci. Vol. 29, 116, 139 ; Vol. 30, 1—17, 1940.

Наконец, группа IV, содержавшаяся все время на скудном кормлении, достигла 90 *кг* веса в 300 дней. Способ кормления отразился на телосложении, развитии скелета, мышечной и жировой тканей (рис. 56) и на расходе кормов.

П. А. Наумов и Х. В. Прууль показали, что чередование объемистого и концентратного кормления на одном и том же уровне приводит к лучшему росту, но не приводит к откармливанию, в то время как однообразное объемистое и концентратное кормление, по П. А. Наумову, приводило за тот же срок к откорму.

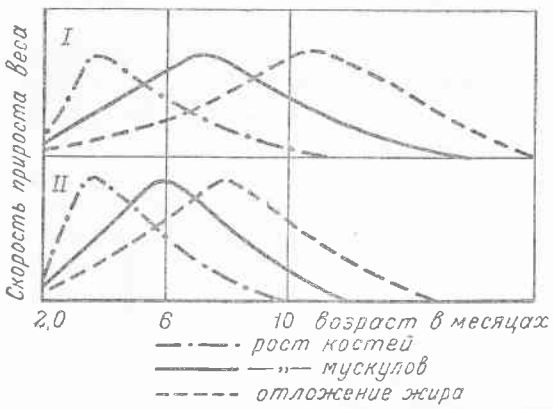


Рис. 56. Скорость роста частей тела свичей при умеренном (сверху) и обильном (внизу) кормлении.

I — умеренное питание и позднеспелые породы, *II* — интенсивное питание и скороспелые породы.

В. М. Попов показал, что содержание протеина в рационе влияет на величину прироста живого веса откармливаемых подсвинков и на его состав [1].

Большой интерес представляют исследования роли клетчатки кормов при откорме животных. Как можно заключить из результатов этих опытов, увеличенный приток сырой клетчатки в рационе приводит к некоторому снижению суточного прироста, удлинению срока откорма, уменьшению содержания жира в туше и значительному улучшению качества бекона и мяса. Некоторые данные из этих опытов приведены в табл. 178.

Эти результаты заслуживают внимания, так как очень часто вопрос о норме того или иного питательного вещества (той же клетчатки) решают только по величине продуктивности, не считаясь с качеством продукции.

Не только состав кормов или техника скармливания кормов, но и приёмы подготовки могут быть использованы для повышения эффективности кормления свиней. В этом отношении заслуживают внимания исследования зоотехника племхоза «Венцы-Заря» К. С. Обенко. По его данным, выращивание

Таблица 178

Действие увеличенного притока клетчатки во вторую половину мясного откорма (от 50 до 90 *кг*) на прирост веса потребления корма и на качество бекона

Состав рациона	Процент сырой клетчатки в рационе [2]	Среднесуточный прирост (*г*)	Суточное потребление кормов (*кг*)	Процент беконных половинок высшего класса
90% зерновой дробины пшеницы и 10% протеиново-минеральных кормов	2,5	726	3,02	50
45% пшеницы, 45% хорошей люцерновой муки и 10% протеиново-минеральных кормов	12,0	513	3,33	97
90% овсяной дробины и 10% протеиново-минеральных кормов	9,2	618	3,51	90

[1] Записки Пушкинской зоотехнической лаборатории, в. 19, 1939.

[2] Приблизительно подсчитан по табличным данным.

молодняка, назначаемого в откорм, целесообразно вести при кормлении сырыми и неразжиженными кормами, а откорм этого молодняка предпочтительно

Таблица 179

Схема воспитания и откорма подсвинков на грубых и сочных кормах

Живой вес (*кг*)	В сутки на голову кормов (*кг*)				
	муки из зерна злаковых и зерноотходов	жмыха	картофеля	силоса	сенной муки
30—40	1,25	0,38	0,31	1,53	0,50
40—60	1,25	0,39	0,36	2,47	0,54
60—80	1,36	0,41	0,42	3,87	0,63
80—90	1,90	0,22	1,72	4,13	1,35
90—100	0,90	0,19	1,03	4,93	3,22
100—110	0,64	0,15	2,39	2,87	4,67
110—120	0,71	0,17	1,31	3,13	6,15
120—130	0,91	—	6,53	3,11	2,04
130—140	1,01	—	8,56	3,40	1,11
140—150	0,96	—	8,33	3,33	1,08
Итого: за 196 дней кормления	216	50	433	612	323
на 1 *кг* прироста	1,8	0,4	3,6	5,1	2,7

вести на вареных и запаренных кормах. В выводах из своей работы К. С. Обенко[1] пишет, что длительное систематическое скармливание вареных или запаренных кормов племенному молодняку и взрослому племенному маточному по-

Таблица 180

Схема полусального откорма свиней по периодам
(продолжительность каждого периода 15 дней)

Показатели	I	II	III	IV	V	VI	Всего
Живой вес свиней (*кг*):							
в начале периода	52	64	77	92	109	124	—
в конце периода	64	77	92	109	124	139	—
Привес (*кг*): за период	12	13	15	17	15	15	87
за сутки	0,8	0,807	1,0	1,013	1,0	1,0	0,97
Давалось в сутки на голову за три дачи (*кг*):							
мякины	3,0	2,5	1,2	—	—	—	100,5
картофеля	8,0	8,0	12,0	12,0	12,0	6,0	870,0
жмыха конопляного	0,6	0,6	0,6	0,9	1,0	1,0	70,5
муки из разных зерновых и отходов	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	54,0
муки из пшеничных отходов	1,8	2,4	2,4	2,4	1,5	1,2	175,5
муки из просяных отходов . .	—	—	—	0,3	1,5	—	27,0
муки ржаной	—	—	—	0,2	0,3	0,6	16,5
черной патоки (меляссы) . . .	—	—	—	—	0,3	0,4	10,5
фасоли пареной	—	—	—	—	—	0,3	4,5
муки просяной	—	—	—	—	—	2,1	31,5
Всего корма в сутки на голову (*кг*)	14,0	14,1	16,8	16,4	17,2	12,2	1360,5

[1] К. С. Обенко. См. сноску на стр. 251.

головью приводит к ухудшению племенных качеств свиней, к снижению плодовитости, молочности и других показателей. Ухудшение племенных качеств при втором и следующих опоросах становится весьма значительным. «Сухое» кормление, кроме того, требует меньших затрат на приготовление кормов.

Сухое же кормление в опытах К. С. Обенко оказалось менее эффективным при откорме свиней, чем кормление вареными и запаренными кормами. В последнем случае повышается аппетит свиней, а в связи с этим свиньи быстрее осаливаются. Стимулировать аппетит свиней следует, применяя периодически дрожжевание и осолаживание кормов.

Интересный пример схемы проведения полусального откорма предложил С. Л. Кузьмин [1]. Схема построена на принципе длительной выдержки свиней на грубых кормах с постепенным замещением их другими кормами. Приводим этот пример в табл. 180 как иллюстрацию схемы с хорошо разработанными переходами от одного набора кормов к другим.

ОСОБЕННОСТИ КОРМЛЕНИЯ ОВЕЦ

Овцы, как жвачные, в питании и кормлении имеют много сходного с крупным рогатым скотом, но в то же время они отличаются от крупного рогатого скота в ряде отношений. Прежде всего выяснилось, что овцы сильно реагируют на повышенное содержание клетчатки в корме, заметно снижая переваримость питательных веществ рациона. Если сухое вещество рациона из смешанного сена, кукурузной муки и льняного жмыха при содержании в нем 15,5% клетчатки переваривается на 78,4%, то при увеличении содержания клетчатки путем добавки 100 *г* овсяной соломы до 20% переваримость снизилась до 71,5%, а при увеличении содержания клетчатки до 23,3% переваримость сухого вещества снизилась еще, до 66,9%. В то же время на переваримость сухого вещества рациона практически не влияли добавки к рациону крахмала, сахара, протеина, а прибавка растительного масла влияла крайне незначительно. В связи с этим следует отметить, что в опытах по кормлению овец, опубликованных А. В. Модяновым и др., наблюдается довольно низкая переваримость питательных веществ рационов. Так, переваримость органического вещества клеверного сена, убранного в начале цветения, равна 64,5%, переваримость сухого вещества такого же сена поздней уборки 50,9 [2], мелкого лугового сена 52,2. Переваримость сухого вещества рациона из лугового сена и кормовой свеклы 60,3 и, наконец, из лугового сена и пшеничных отрубей 51,7%. Поедаемость кормов овцами невелика. При кормлении одним клеверо-тимофеевичным сеном она примерно равна 2,1 *кг* сухого вещества на 100 *кг* живого веса. Поэтому повышение притока питательных веществ может быть достигнуто прежде всего за счет повышения переваримости, а повысить переваримость можно прежде всего лучшим подбором кормов и повышением их качества.

Косвенное подтверждение того, что сеяное сено из одного-двух видов трав менее пригодно для овец, чем сено луговое из разнообразных трав, содержится в опытах В. С. Перелыгиной [3].

В этих опытах дополнение люцернового сена овсяной дертью привело к абсолютному и относительному улучшению использования энергии переваримых веществ. Дополнение того же сена кормовой свеклой привело к зна-

---

[1] «Свиноводство», № 11, 1933.

[2] По данным Е. Форбса, переваримость сухого вещества клеверо-тимофеечного сена у овец равна 57,2% в среднем для 22 овец.

[3] В. С. Перелыгина. Обмен азота, кальция и фосфора у баранов, ярок и овцематок типа прекос. КирНИЖ, Фрунзе, 1955.

чительному снижению поедания сена. В то же время А. В. Модянов, дополняя свеклой рацион, содержавший луговое суходольное сено, не наблюдал снижения поедаемости последнего.

В этих результатах опытов А. В. Модянова и В. С. Перелыгиной подтверждается мысль П. Д. Пшеничного и Е. Н. Ивицкой [1], что овца требовательна к разнообразию в наборе кормов, и это, в частности, выражается в поедании овцами гораздо большего числа видов растений (кустарниковых и травяных), чем другими травоядными сельскохозяйственными животными.

Для суждения об использовании энергии переваримых питательных веществ достаточно полных данных нет.

В упомянутой выше работе проф. П. Д. Пшеничного и Е. Н. Ивицкой выяснена необходимость для молодняка и взрослых тонкорунных овец более высокого уровня протеинового питания и необходимость применения рационов, обеспечивающих более высокую полноценность кормления, чем это указывается в средних нормах кормления шерстных овец.

А. В. Модянов (ВИЖ) совместно с работниками опытной сети СССР разработали дифференцированные нормы кормления для основных направлений продуктивности и пород овец, выраженные в овсяных кормовых единицах. Основными результатами проведенных исследований, положенными в основу указанных норм, являются следующие.

1. Потребность в органическом веществе овец, обеспечивающая сохранение живого веса и нормальный рост шерсти, составляет около 1,0 корм. единицы на овцу весом около 60 *кг*. В производственных условиях эта потребность должна быть принята на 20—25% выше найденной в опытах, что обусловливается более активным поведением животных и воздействием факторов среды, влияющих на обмен веществ.

2. Потребность в азотсодержащих веществах может и должна выражаться в переваримом протеине, а не в переваримом белке, так как использование переваримого протеина, как показали опыты, не зависело от содержания в корме белка — составляло 61—64,6%.

3. Повышенное протеиновое питание оказывает влияние на рост шерсти. Однако это влияние более заметно в весенний и летний периоды и менее в зимний стойловый. Чтобы вызвать зимой заметное увеличение роста шерсти, нужно давать более массивные добавки протеина, достигающие 40% нормы.

4. Условия летнего пастбищного кормления и содержания овец оказывают особо благоприятное влияние на рост шерсти.

5. Суягные овцы в первые две трети периода беременности не требуют каких-либо изменений в питании по сравнению с холостыми матками. Но в последнюю треть суягности их потребности резко изменяются. По данным А. В. Модянова и по данным В. С. Перелыгиной, в последнюю треть беременности лучше используются питательные вещества, и общее отложение в теле органического вещества, протеина, кальция и фосфора в 1,5—4 раза превосходят их содержание в плодах. Это указывает на происходящее восстановление потерь и накопление запасов для предстоящей лактации.

В среднем рекомендуется в последнюю треть суягности увеличивать доставку органического вещества в 1,3—1,4 раза, переваримого протеина в 1,5 раза, а фосфора и кальция примерно в 2 раза.

Потребность суягной овцы нельзя определять как сумму потребностей холостой овцы и на рост плода. Необходимо в период суягности обеспечить достаточное каротиновое питание. Обильное и полноценное кормление во вто-

[1] П. Д. Пшеничный и Е. Н. Ивицкая. Влияние типа кормления при воспитании тонкорунных овец на их развитие, продуктивность и обмен веществ. Сборник работ по кормлению с.-х. животных. Сельхозгиз, 1954, стр. 24.

рую половину беременности является решающим условием для получения хорошего приплода и высокой молочности овцематок.

6. Получение высокой молочности и доброкачественной шерстной продукции от подсосных маток возможно только при их правильном кормлении. По данным А. В. Модянова, образование одного и того же количества веществ молока, эквивалентных 1000 *ккал*, у овец совершается со значительно большими затратами, чем у коров, причем разница эта доходит в третий месяц подсоса до полуторакратной.

Использование протеина, кальция и фосфора кормов довольно высокое.

Молочная продуктивность овцематок хорошо коррелирует с размером суточных привесов ягнят. Это положение согласуется с данными З. П. Семенченко. Таким образом, о молочности овцематок косвенно можно судить по размеру суточных привесов ягнят.

7. Установлено, что овцы разных пород, поставленные в однотипные условия кормления и содержания, по-разному реагируют на эти одинаковые условия. При этом породные особенности при разном функциональном состоянии животных неодинаковы для сравниваемых пород. Так, например, в холостом состоянии овцы куйбышевской породы лучше использовали энергию переваримых питательных веществ для отложений в теле, чем овцы романовской породы, а в состоянии лактации было наоборот. Это заставляет учитывать породные особенности при построении норм кормления.

На основе изложенных выше предпосылок и учета передового опыта практики разработаны новые, дифференцированные нормы кормления. Нормы для овец романовской породы опубликованы [1].

Для овец мясо-шерстных пород разработаны кормовые рационы, характеризующиеся высоким содержанием объемистых кормов.

Влияние кормления на состояние и продуктивность овец вкратце следующее.

1. Улучшение кормления шерстных овец с введением концентратов и достаточным количеством белка повышает настриг шерсти.

2. Кормление без норм по сравнению с кормлением по нормам дороже, приводит к снижению веса молодняка.

3. На мясной и шерстной продукции овец благоприятно сказывается введение жмыха до 300 *г* на голову в день. Наличие жмыха сильно снижает потребление овцами грубых кормов. В еще большей мере уменьшается количество поедаемых грубых кормов при кормлении силосом, однако малое поедание сена плохо отражается на продукции. При наличии других кормов сена можно вводить $^1/_{30}$ живого веса, наименьшее же количество сена может составлять $^1/_{100}$ веса овец.

4. Овцам можно скармливать овсяную солому в виде соломенной резки. Иногда переходят на одну овсяную солому (без сена), но при таком кормлении наблюдается истощение и снижение живого веса. Овсяная мякина вместе с сеном дает более удовлетворительный результат.

5. Наиболее пригодным оказалось двукратное кормление овец грубым кормом и в середине дня — концентратами.

6. Для получения хорошего настрига шерсти и хорошего качества мяса весьма желательно скармливание в зимних рационах сочных кормов. Для овец оказалось равно пригодным скармливание кормовой свеклы и силоса.

Хорошие результаты получаются при следующих кормовых рационах.

1. Матке весом около 40—45 *кг* в первые 100 дней суягности: сена клеверного 700 *г* и сена злаковых или разнотравного 800 *г*; или сена смешанного

[1] А. В. Модянов. Новые нормы кормления овец романовской породы. Реферативно-библиографический справочник по животноводству, 1951, стр. 199.

лугового 900 *г*, бобовых 700 *г*; или сена бобовых 900 *г*, силоса из травы или злаковых 1800 *г*.

2. Матке в последние 40 дней суягности при весе 45—50 *кг*: сена лугового 800 *г*, сена бобовых 750 *г*, овса или ячменя дробины 200 *г*; или сена бобовых 900 *г*, силоса злаковых 1800 *г*, овса или ячменя дробленых 200 *г*.

3. Матке подсосной при весе 40—50 *кг*: силоса злаковых 1800 *г*, сена бобовых 900 *г*, жмыха льняного 100 *г*, овса или ячменя дробленого 500 *г*.

Такой же матке при живом весе 55—60 *кг*: силоса злаковых 900 *г*, сена злаковых 700 *г*, сена бобовых 800 *г*, жмыха льняного 50 *г*, ячменя или овса дробленого 300 *г*.

4. Ягнятам-отъемышам при откорме при весе около 30 *кг*: зерна овса или ячменя 350 *г*, корнеплодов 2,5 *кг*, сена бобовых 800 *г*; или зерна злаковых 550 *г*; сена бобовых 700 *г*; или зерна злаковых 500 *г*, жмыха 100 *г*, сена бобовых 500 *г*, силоса злаковых 500 *г*.

Если хозяйство может заготовить сено превосходного качества по времени уборки, условиям заготовки и хранения из таких растений, как высокоценные злаки (пастбищный райграс, овес на сено и др.), то на таком злаковом сене вместе с силосом и небольшим количеством зерна (около 200 *г*) матки дают показатели по расплоду и сохранению молодняка выше, чем на сене бобовых.

Таблица 181

Нормы для овец

Группы животных	Живой вес (*кг*)	Кормовые единицы	Переваримый белок (*г*)	Кальций (*г*)	Фосфор (*г*)	Каротин (*мг*)
Взрослые валухи	40—50	0,7	55	3,2	2,5	5,5
Яловые матки	60—70	1,0	70	3,4	2,7	7,0
Суягные матки	40—50	1,1	75	4,3	3,2	6,0
Во 2-й половине беременности	60—70	1,3	100	4,5	3,5	7,5
Подсосные матки в 1-ю половину подсоса	50	1,7	150	6,2	4,6	7,1
	70	1,9	170	6,6	4,9	9,1
Подсосные матки во 2-ю половину подсоса	50	1,5	125	5,2	4,6	7,1
	70	1,7	140	6,6	4,9	9,1
Бараны в случной сезон (при 4 садках)	70	1,7	200	4,5	3,5	7,5
	90	1,9	250	4,8	3,6	8,0
Ягнята шерстных пород на 100 *кг* веса:						
5—6 месяцев	—	2,7	300	11,0	7,5	12
8—11 »	—	1,8	180	8,0	6,5	12
15—20 »	—	1,6	120	6,5	6,0	11
Ягнята мясных пород на 100 *кг* веса:						
5—6 месяцев	—	2,9	450	11,0	7,5	12
8—11 »	—	2,3	250	7,0	6,5	12
15—20 »	—	1,7	150	6,5	6,0	11
Ягнята при откорме	20	0,7	70	2,8	1,9	2,7
	30	1,0	100	3,3	2,3	3,8
	40	1,3	110	3,7	2,4	5,0
	50	1,5	120	4,0	2,6	6,0
Взрослые при откорме	40	1,3	80	3,2	2,5	5,5
	60	1,3	115	3,4	2,7	7,0
	80	2,3	130	3,6	2,9	8,0

Примечание. Поваренной соли давать в день взрослым 10—12 *г* и ягнятам — 7—9 *г*.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 3
Введение 5

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

ХИМИЯ и ФИЗИОЛОГИЯ ПИТАНИЯ

Глава I. Химия питания. Обмен веществ 9
Химический состав кормовых средств и организма животных 9
Понятие об обмене веществ и связь его с условиями внешней среды . . 15
Питание и обмен веществ 16
Характеристика процессов обмена веществ в организме животного 19
Регуляция обмена веществ 21
Способы изучения обмена в организме животных 24
Глава II. Углеводы и их обмен 26
Углеводы в пище и в теле животного 26
Переваривание и всасывание углеводов 27
Судьба углеводов в теле 30
Образование углеводов из жира тела и жира тела из углеводов пищи 31
Разрушение углеводов в теле 32
Нарушения обмена углеводов 32
Глава III. Жиры и их обмен 33
Жиры в пище 33
Переваривание и всасывание жиров 34
Судьба жира в теле животного 36
Отложение жира в теле 37
Источники жира в теле 38
Функции жира в теле 39
Нарушения обмена жиров и липоидов 39
Глава IV. Протеины и их обмен 41
Протеины тела и пищи 41
Судьба пищевого протеина в теле животного 44
Переваривание протеина и всасывание продуктов переваривания 44
Обмен протеина после всасывания 47
Переаминирование аминокислот 49
Синтез белка в организме животных из неорганических и непротеиновых источников корма 50
Влияние рода кормов на обмен протеина 53
Нарушения азотного обмена 55
Взаимоотношение между белками, углеводами и жирами и их обмен в организме 55
Глава V. Обмен энергии 58
Превращение энергии в организме в результате обмена веществ 58
Пища как источник веществ и энергии 59
Теплопродукция 60
Выведение тепла из организма. Терморегуляция 61
Глава VI. Обмен минеральных веществ 64
Минеральные вещества в кормах и теле животных. Вода и ее роль . . . 64
Функция минеральных веществ в теле 66

Судьба минеральных веществ в теле и их взаимоотношения с другими веществами пищи в обмене 87
Нарушение обмена минеральных веществ 89
Глава VII. Витамины и обмен 90
Витамины, их природа и изменения в организме животных 90
Физиологическое значение витаминов 97
Взаимоотношения витаминов и других веществ пищи в обмене 98
Глава VIII. Влияние различных факторов на обмен веществ 80
Связь между факторами среды и ответными реакциями животных 80
Полное и частичное голодание животных 84
Достаточное и обильное питание 85
Влияние условий питания на обмен 87
Влияние питания на величину тепловых потерь — «специфически динамическое действие пищи» 89

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ КОРМЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Глава IX. Методические основы опытов по кормлению сельскохозяйственных животных 98
Цели и задачи опытов по кормлению животных 98
Методики зоотехнических опытов по кормлению 99
Учет результатов опытов 102
Понятие о питательных веществах и кормовых средствах 104
Исследование кормов 104
Исследование продуктов обмена веществ 105
Исследование продукции животных 106
Глава X. Переваримость питательных веществ 108
Переваримость питательных веществ кормов 108
Методика искусственного переваривания 110
Прямое определение переваримости в опытах с животными 111
Косвенное определение переваримости в опытах с животными 112
Значение косвенно получаемых коэффициентов переваримости. Переваримость кормовых рационов 114
Неравномерность деятельности пищеварительного тракта как обоснование продолжительности опыта по переваримости 117
Определение переваримости по инертным веществам 117
Влияние на переваримость размера кормовой дачи 119
Теория «постоянства балласта» 120
Влияние состава кормовой дачи и односторонних прибавок на переваримость 121
Отношение между питательными веществами 123
Влияние вида животных, их породы, возраста и индивидуальности на переваримость 124
Скорость переваривания и переваримость 126
Значение определения переваримости 127
Глава XI. Баланс питательных веществ 128
Использование переваренных веществ пищи в организме 128
Вопросы кормления, разрешаемые в балансовых опытах 129
Баланс азота 130
Баланс углерода 132
Выводы из опытов по балансу азота. Оценка протеина в питании 136
Выводы из опытов по балансу углерода. Доля участия углеводов и жиров в распаде безазотистых веществ 138
Баланс минеральных веществ 140
Глава XII. Баланс энергии 142
Понятие о балансе тепловой энергии 142
Определение баланса энергии 145
Возможность косвенного определения теплопродукции [illegible] кормлении . . . . . [illegible]
Прямое определение теплопродукции животного . . . . . [illegible]
Глава XIII. Прочие методы изучения кормления . . . . . [illegible]
Изучение изменений в теле по методу [illegible] . . . . . [illegible]
Научно-хозяйственные опыты . . . . . [illegible]
Производственные опыты 154
Промежуточный обмен. [illegible] 154

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ

ПОТРЕБНОСТИ ЖИВОТНЫХ В КОРМАХ И ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВАХ

Глава XIV. Определение потребностей животных 157
Понятие о потребностях 157
Измерение потребностей 158
Признаки удовлетворения потребностей 160
Определение потребностей в опытах кормления животных 162
Синтетические рационы 163
Расчет потребности на основе принципа возмещения трат 165
Потребность в питательных веществах на сутки и на определенный процесс 167
Потребности на поддержание жизни и образование продукции 168
Уровень кормления 168
Глава XV. Потребности животных в отдельных питательных веществах 169
Потребность в органическом веществе и энергии 169
Потребность в протеине 173
Потребность в аминокислотах 176
Потребность в минеральных веществах 177
Потребность в витаминах 181
Связь между потребностями животных в отдельных питательных веществах 184
Глава XVI. Потребность в пище в связи с поддержанием жизни, репродукцией и ростом 191
Потребность для поддержания жизни животных и практическое значение поддерживающего кормления 191
Потребности в связи с репродукцией 197
Потребности в питательных веществах при росте 209
Глава XVII. Потребности продуктивных животных 230
Потребности лактирующих животных 230
Потребности при откармливании 243
Потребности в пище на производство работы 252
Потребности на образование шерсти и кожи 257
Нормы кормления как обобщение потребностей сельскохозяйственных животных 259

ЧАСТЬ ЧЕТВЕРТАЯ

ОЦЕНКА ПИТАТЕЛЬНОСТИ РАЦИОНОВ И КОРМОВ

Глава XVIII. Понятие о питательности, история и современное состояние вопроса 262
Понятие о питательности рационов и кормов 262
К истории вопроса о питательности кормов 265
Способы оценки питательности на основе состава и свойств кормов . . 266
Способы оценки питательности кормов по продукции животных 268
Способы оценки питательности кормов и рационов одновременно по содержанию в них питательных веществ и по окончательным ответным реакциям животных 270
Современные принципы оценки питательности кормов и их критический разбор 276
Глава XIX. Оценка питательности органического (сухого) вещества рационов и кормов 281
Общая питательность. 281
Оценка питательности рационов и кормов по валовому содержанию в них питательных веществ по А. С. Емельянову. 282
Оценка питательности кормов по общему содержанию переваримых питательных веществ 283
Оценка питательности в крахмальных эквивалентах Кельнера 286
Единица О. Кельнера. Проект «общеевропейской» кормовой единицы . . 294
Овсяная (продуктивная) кормовая единица СССР 296
Оценка питательности в термах (по Армсби) 297
Оценка питательности кормов по скандинавским кормовым единицам . . 301
Оценка общей питательности по обменной, или физиологически полезной энергии, эквивалентной рациону или корму. Единицы Аксельсона . . 305
Оценка общей питательности рационов и кормов по продукции. Способы И. М. Кузнецова, М. Ф. Томмэ и др. 307

Оценки питательности, основанные на свойствах кормов, продуктивности и физиологическом состоянии животных 308
Влияние различных факторов на использование энергии переваримых веществ 313
Определение содержания ЕОВ и продуктивного эквивалента ЕОВ (использование энергии переваримых веществ рационов) в опытах с животными и по химическому составу кормов 322
Применение оценки питательности рационов и кормов в ЕОВ и в показателях использования энергии к кормлению животных разных видов и разной продуктивности 325
Глава XX. Оценка общей питательности рационов и кормов для разных видов и состояний животных 328
Постановка вопроса 328
Общая питательность кормов при поддержании жизни 328
Общая питательность кормов при продукции молока 329
Оценка общей питательности рационов и кормов для свиней 334
Оценка общей питательности рационов и кормов для овец 345
Оценка общей питательности рационов и кормов для лошадей 346
Оценка общей питательности кормов для птицы 349
Заключение по оценкам общей питательности 350
Глава XXI. Питательность рационов и кормов по показателям их химического состава. Комплексная оценка питательности 352
Протеиновая питательность рационов и кормов 352
Переваримый белок в оценке кормов 352
Переваримый протеин. Амиды в оценке кормов 353
Биологическая ценность (качество) протеинов кормов и рационов, ее значение и определение 356
Оценка протеинов кормов и рационов по содержанию в них аминокислот . . 360
Оценка жировой и углеводной питательности 363
Оценка минеральной питательности кормов 363
Оценка кормов по содержанию витаминов 365
Комплексная оценка питательности рационов и кормов 367

ЧАСТЬ ПЯТАЯ

ПОЛНОЦЕННОСТЬ КОРМЛЕНИЯ ЖИВОТНЫХ

Глава XXII. Проблема полноценности кормления 374
К истории вопроса 374
Понятие о полноценности кормления 378
Значение и задачи полноценного кормления 380
Влияние полноценности кормления на состояние и продуктивность животных 380
Изменение функционального состояния животных под влиянием кормления 385
Глава XXIII. Соответствие между свойствами пищи и потребностями животного — основное условие полноценного кормления 391
Общие положения 391
Недостаток или избыток в рационах энергии переваримого органического вещества 393
Недостаток и избыток в рационах протеина (белка) 394
Недостаток и избыток в рационах жира, крахмала, сахаров и клетчатки . 398
Недостатки и избытки в рационах минеральных веществ 400
Недостатки и избытки в рационах некоторых витаминов 403
Последствия неполноценного кормления в зависимости от размера недостаточности пищи и от продолжительности истощения запасов 404
Глава XXIV. Организация и контроль сбалансированного (полноценного) кормления 406
Приемы организации сбалансированного кормления 406
Условия обеспечения нормированного полноценного кормления 407
Контроль за полноценностью кормления 409
Контроль кормления и его соответствия с нормами 410
Учет и контроль продуктивности и качества продукции животных . . . 412
Использование показателей воспроизводства при контроле кормления . . 419
Контроль кормления по показателям состояния животных 420
Использование пищи как критерий сбалансированности (полноценности) кормления 422

Использование органического вещества, энергии и «оплата корма» . . . 423
Коэффициент полноценности кормления 427
Определение коэффициентов полноценности кормления 428
Примеры кормления коров при разной полноценности 432
Практическое значение и применение коэффициента полноценности кормления 435

ЧАСТЬ ШЕСТАЯ

КОРМОВЫЕ СРЕДСТВА

Глава XXV. Характеристика кормов, их состава и свойств 437
Понятие о кормах и их общих свойствах 437
Классификация кормов 439
Характеристика состава и свойств кормов 440
Глава XXVI. Натуральные корма как причина несбалансированного (неполноценного) кормления 470
Общие положения 470
Корма с недостатком усвояемого органического вещества . . . . . 47[illegible]
Корма с недостатком протеина . . . . . 47[illegible]
Корма с недостатком жира . . . . . 47[illegible]
Корма с недостатком легко переваримых углеводов . . . . . 47[illegible]
Корма с недостатком и избытком клетчатки . . . . . 47[illegible]
Корма с недостатком и избытком минеральных веществ . . . . . 47[illegible]
Корма — источники витаминов и корма с недостатком витаминов . . . . . 4[illegible]
Вредные и понижающие использование пищи вещества, содержащиеся в некоторых нормальных и испорченных кормах . . . . . 4[illegible]
Глава XXVII. Изменения состава и свойств кормов. Кормовая база . . . . . 48[illegible]
Изменение состава и свойств кормов в зависимости от различных факторов . . 48[illegible]
К вопросу о кормовой базе животноводства . . . . . 49[illegible]

ЧАСТЬ СЕДЬМАЯ

ОСНОВЫ ТЕХНИКИ КОРМЛЕНИЯ ЖИВОТНЫХ

Глава XXVIII. Типы, нормы и правила кормления животных 503
Понятие о типах кормления животных 503
Типы кормления молочных коров 504
Летнее кормление коров при разных его типах 508
Типы кормления при откорме крупного рогатого скота 510
Типы кормления свиней 512
Нормы кормления 514
Правила кормления 520
Кратность кормления 520
Глава XXIX. Нормирование кормления животных 522
Кормовой рацион и система кормления 522
Принципы нормирования кормления 525
Связь состава рациона с состоянием животного и его продуктивностью . . . 529
Техника нормированного кормления 531
Глава XXX. Особенности кормления животных разных видов 532
Особенности кормления крупного рогатого скота 532
Особенности кормления лошадей 551
Особенности кормления и откорма свиней 555
Особенности кормления овец 568