

В.А. Васильев, Н.В. Филиппова

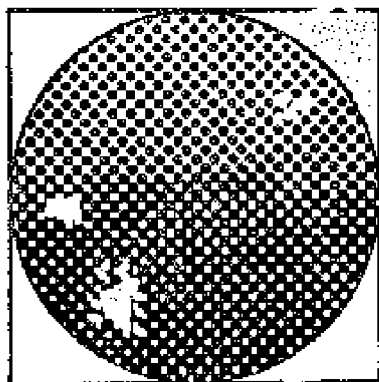
СПРАВОЧНИК ПО ОРГАНИЧЕСКИМ УДОБРЕНИЯМ



РОСАГРОПРОМИЗДАТ

В.А. Васильев, Н.В. Филиппова

СПРАВОЧНИК ПО ОРГАНИЧЕСКИМ УДОБРЕНИЯМ



2-е издание,
переработанное и дополненное

Москва
РОСАГРОПРОМИЗДАТ 1988

ББК 40.40

В19

УДК 631.861; 631.871

Авторы: В. А. Васильев и Н. В. Филиппова (разделы «Горф», «Компосты», «Птичий помет» и «Борьба с засоренностью навоза и компостов»); В. А. Васильев (остальные разделы справочника).

Рецензент профессор А. В. Петербургский

В $\frac{3802020000-141}{M104(03)-88}$ 30—88

ISBN 5—260—00453—1

© Россельхозиздат, 1984

© Росагропромиздат, 1988, с изменениями

СОДЕРЖАНИЕ

РОЛЬ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ В ВОСПРОИЗВОДСТВЕ ПЛОДородия почвы	7
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЯХ для бездефицитного баланса гумуса в почве	10
ЭКСКРЕМЕНТЫ, ИХ ВЫХОД И СОСТАВ	14
СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫХОДА ЭКСКРЕМЕНТОВ	14
ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЭКСКРЕМЕНТОВ	16
ПОДСТИЛОЧНЫЙ НАВОЗ	19
ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ПОДСТИЛКИ	19
ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СВЕЖЕГО НАВОЗА	22
ИЗМЕНЕНИЯ В СОСТАВЕ НАВОЗА	23
ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАВОЗА	26
ПОДГОТОВКА ПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ	28
Уборка навоза (28). Транспортировка навоза в хранилище (31).	
ХРАНЕНИЕ НАВОЗА	31
Способы хранения (32). Устройство карантинных площадок и навозохранилищ (33).	
ВЫХОД ГОТОВОГО НАВОЗА И ЕГО ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ	36
НОРМЫ, СРОКИ И СПОСОБЫ ВНЕСЕНИЯ НАВОЗА	39
Особенности и нормы удобрения отдельных культур (40). Сроки и способы внесения (44).	
ДЕЙСТВИЕ НАВОЗА НА УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУР	50
Сравнительная эффективность навоза и минеральных удобрений (53). Окупаемость навоза прибавками урожая в севооборотах (54). Отзывчивость культур на удобрение навозом (57). Продуктивность удобренной пашни в севооборотах (58).	
НОРМАТИВЫ ПРИБАВОК УРОЖАЯ	61
БЕСПОДСТИЛОЧНЫЙ НАВОЗ	63
ВЫХОД БЕСПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА	63
ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ НАВОЗА	65
РЕОЛОГИЧЕСКИЕ И КОРРОЗИОННЫЕ СВОЙСТВА	67
УДАЛЕНИЕ БЕСПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА	69
СПОСОБЫ СОДЕРЖАНИЯ ЖИВОТНЫХ	72
МЕХАНИЗАЦИЯ УДАЛЕНИЯ НАВОЗА ИЗ ПОМЕЩЕНИЙ	74
ТРАНСПОРТИРОВКА К МЕСТУ ХРАНЕНИЯ ИЛИ ПОДГОТОВКИ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ	78
ХРАНЕНИЕ	80
СПОСОБЫ ПОДГОТОВКИ НАВОЗА К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ	81
Гомогенизация (перемешивание) навоза (82). Разделение на фракции (84). Обеззараживание (98).	

ДЕЙСТВИЕ БЕСПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА И ПРОДУКТОВ ЕГО ОБРАБОТКИ НА УРОЖАЙНОСТЬ	107
ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ СИСТЕМ УБОРКИ, ХРАНЕНИЯ И ПОДГОТОВКИ БЕСПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА ДЛЯ УДОБРЕНИЯ	110
Необходимая площадь для использования навоза (111). Уборка и удаление навоза из помещений (112). Хранение и подготовка навоза к использованию (113).	
ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА	114
НОРМЫ, СРОКИ И СПОСОБЫ ВНЕСЕНИЯ	117
Расчет норм бесподстилочного навоза для удобрительных поливов (117). Сроки внесения (120). Примерные планы-графики круглогодичного использования навоза для удобрения и удобрительных поливов (121).	
ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА ДЛЯ УДОБРИТЕЛЬНЫХ ПОЛИВОВ	124
ВЛИЯНИЕ ВЫСОКИХ НОРМ НАВОЗА НА УРОЖАЙ, ЕГО КАЧЕСТВО И ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ	131
ОСОБЕННОСТИ УДОБРЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ КУЛЬТУР	134
ТОРФ	137
ДОБЫЧА ТОРФА	138
СВОЙСТВА ТОРФА	140
ОСНОВНЫЕ АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТОРФА И ТРЕБОВАНИЯ К ЕГО КАЧЕСТВУ	149
ПРИМЕНЕНИЕ ТОРФА В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ	154
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОРФА В ЖИВОТНОВОДСТВЕ	156
ПТИЧИЙ ПОМЕТ	162
ВЫХОД ЭКСКРЕМЕНТОВ	162
ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ	162
ПОДСТИЛОЧНЫЙ ПОМЕТ	163
БЕСПОДСТИЛОЧНЫЙ ПОМЕТ	165
ТЕРМИЧЕСКИ ВЫСУШЕННЫЙ ПОМЕТ	166
ПРИМЕНЕНИЕ ПОМЕТА	168
ОРГАНИЧЕСКИЕ ОТХОДЫ КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОМЫШЛЕННОСТИ	171
ДОПУСТИМЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ	171
ОСАДКИ СТОЧНЫХ ВОД	173
ГОРОДСКОЙ МУСОР	176
ПРОМЫШЛЕННЫЕ ОТХОДЫ	178
КОМПОСТЫ	181
ВЛАГОЕМКИЕ МАТЕРИАЛЫ	184
ТОРФОНАВОЗНЫЕ КОМПОСТЫ	185
ТОРФОЖИЖЕВЫЕ КОМПОСТЫ	186
ТОРФОФЕКАЛЬНЫЕ КОМПОСТЫ	187
ТОРФОМИНЕРАЛЬНО-АММИАЧНЫЕ УДОБРЕНИЯ (ТМАУ)	188

КОМПОСТЫ ИЗ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ	189
НАВОЗНО-ПОЧВЕННЫЕ КОМПОСТЫ	190
КОМПОСТЫ ИЗ ПОМЕТА	190
СМЕШАННЫЕ (СБОРНЫЕ) КОМПОСТЫ	192
БОРЬБА С ЗАСОРЕННОСТЬЮ НАВОЗА И КОМПОСТОВ	194
ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ МЕРЫ	195
ПРИМЕНЕНИЕ ГЕРБИЦИДОВ	197
САПРОПЕЛЬ	200
ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ	200
ДЕЙСТВИЕ НА УРОЖАЙНОСТЬ	201
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НАВОЗА И САПРОПЕЛЯ	203
ЗЕЛЕНОЕ УДОБРЕНИЕ (СИДЕРАТЫ)	205
ПОЖНИВНЫЕ ОСТАТКИ	212
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗЛИШКОВ СОЛОМЫ ДЛЯ УДОБРЕНИЯ	215
ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ	219
ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ КАЧЕСТВА	223
СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ	228
ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ	236
ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ, ХРАНИМЫХ НАВАЛОМ	236
ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ ЖИДКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДО- БРЕНИЙ	238
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНИЧЕ- СКИХ УДОБРЕНИЙ	242
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТРАСЛЕВОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВ- НОСТИ	242
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАТРАТ НА ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ	243
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕН НА ОРГАНИЧЕСКИЕ УДОБРЕНИЯ	245
Определение цен на навоз и куриный помет (246). Определение цен на компосты (249).	
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НАВОЗА В СЕВООБОРОТАХ	253

Интенсификация сельскохозяйственного производства, которая служит основой осуществления Продовольственной программы СССР, неразрывно связана с использованием возрастающего количества удобрений, за счет которых, по подсчетам ученых, формируется половина прироста урожая.

В районах Нечерноземной зоны на дерново-подзолистых почвах применение известкования, органических и минеральных удобрений обеспечивает почти $\frac{1}{2}$ прироста урожая.

В системе мер по повышению плодородия почвы важнейшее место отводится органическим удобрениям. Это связано с тем, что они не только обогащают пахотный слой всеми питательными веществами, но и улучшают свойства почвы, а также условия минерального питания растений.

Количество применяемых в колхозах и совхозах органических удобрений за последние годы значительно возросло. Формы и виды органических удобрений стали более разнообразными, что обусловлено в основном коренными изменениями в технологии содержания скота в связи с углублением специализации и концентрации животноводства.

На крупных фермах и комплексах внедряется бесподстилочное содержание животных с получением полужидкого и жидкого навоза, который требует специальной технологии уборки, приготовления, хранения и использования.

Пополнению ресурсов органических удобрений в значительной мере способствует использование навоза в сочетании с торфом. Торфонавозные и торфожидкие компосты служат действенным средством повышения плодородия почвы.

Высокий агрономический эффект обеспечивает заплата в почву сидератов, пожнивно-корневых остатков растений, излишков соломы.

Более эффективное использование всех органических удобрений в сочетании с минеральными с учетом их химического состава, длительности действия, почвенно-климатических условий и особенностей возделываемых культур — важный резерв повышения продуктивности пашни, а также увеличения производства всех видов сельскохозяйственной продукции.

РОЛЬ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ В ВОСПРОИЗВОДСТВЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ

Количество и качество органического вещества почвы — гумуса в значительной мере определяют ее основные свойства: запас питательных веществ, т. е. уровень потенциального плодородия, водный режим и степень аэрации, емкость поглощения, буферность и др.

При возделывании сельскохозяйственных культур без удобрения содержание гумуса в почве уменьшается и падает ее плодородие. Причина этого — усиленная аэрация почвы при механической обработке и вынос азота растениями, что приводит к минерализации гумуса и уменьшению его запасов в почве.

При использовании достаточных норм навоза содержание гумуса в почве поддерживается обычно на исходном уровне, а при внесении больших норм несколько увеличивается. Однако накопление гумуса в почве идет быстрыми темпами лишь в первые годы систематического применения навоза, затем наступает равновесное состояние — сколько гумуса накапливается, столько же примерно разрушается.

Уровень содержания гумуса зависит от типа почвы, климатических условий, севооборота, принятой агротехники, ежегодной нормы и качества применяемого навоза. В районах Нечерноземной зоны при благоприятных условиях примерно 20, а иногда до 30 % углерода органического вещества навоза переходит в почвенный гумус. Интенсивность этого процесса в значительной мере зависит от содержания в навозе азота и от отношения в нем углерода к азоту.

При длительном применении навоз существенно улучшает физико-химические свойства почвы — увеличивает запас питательных веществ, понижает кислотность, повышает содержание поглощенных оснований, поглонительную способность и буферность, влагоемкость, скважность и водопроницаемость, обогащает почву микрофлорой, усиливает ее биологическую активность и выделение углекислоты, уменьшает сопротивление почвы при механической обработке, создает оптимальные условия для минерального питания растений. Установлено также положительное влияние навоза и других органических удобрений на закрепление в малоподвижных и недоступных растениям формах радиоактивного стронция, тяжелых металлов, на очищение почвы от химических препаратов и улучшение ее фитосанитарного состояния.

Но навоз не единственный источник органического вещества для накопления гумуса в почве. Немаловажное значение имеют корневые и пожнивные остатки, количество которых у разных растений неодинаково (табл. 1).

1. Количество корневых и пожневных остатков различных культур, ц/га
(по данным, обобщенным Х. Е. Фрайтагом, 1976)

Культура	Сухое вещество	Культура	Сухое вещество
Люцерна трехлетняя	75	Рожь озимая	25
Клевер луговой	33	Пшеница озимая	23
Клевер гибридный	20	Пшеница яровая	16
Горох	10	Ячмень яровой	11
Вика	10	Сахарная свекла	10
Люпин	15	Картофель	2

Накопление гумуса в почве зависит не только от количества корневых и пожневных остатков, но и от содержания в них азота и других элементов питания, необходимых микрофлоре для гумификации органического вещества. От их содержания и отношения углерода растительных остатков к азоту (C:N) зависят коэффициент гумификации ** органического вещества и размеры накопле-

2. Ориентировочное количество сухого органического вещества навоза, необходимое для бездефицитного баланса гумуса в почве *
(по данным Ф. Асмуса и Ф. Херрмана, 1979)

Структура посевных площадей, %			Среднегодовое количество сухого органического вещества, ц/га	
зерновые	пропашные	многолетние	чернозем и глинистый песок	тяжелый и легкий суглинок
80	20	0	15	22
80	0	20	8	10
70	30	0	20	25
70	20	10	15	20
60	20	20	10	15
60	10	30	0	0
50	40	10	18	22
50	30	20	10	15
40	40	20	12	15
40	20	40	0	0
30	50	20	15	18
30	40	30	5	10
30	30	40	0	0
20	60	20	15	20
20	40	40	0	0

* Количество, необходимое в дополнение к корневым и пожнивным остаткам.

** Коэффициент гумификации — процент углерода растительных остатков и органических удобрений, вошедшего в состав гумуса почвы.

ния гумуса в почве. Оптимальным для гумификации растительных остатков считают соотношение $C:N=20-25$.

В большинстве случаев растительные остатки не обеспечивают поддержания запасов гумуса, особенно если это остатки однолетних небобовых культур с широким соотношением $C:N=80-100$.

Создание оптимального соотношения $C:N$ путем внесения азота минеральных удобрений несколько повышает коэффициент гумификации, снижает убыль запасов гумуса, однако в севооборотах без многолетних трав этого недостаточно для поддержания стабильного содержания запасов гумуса в почве. Необходимо дополнительное внесение в нее навоза, соломы и другого легкодоступного для микрофлоры почвы энергетического материала (табл. 2).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЯХ ДЛЯ БЕЗДЕФИЦИТНОГО БАЛАНСА ГУМУСА В ПОЧВЕ

Содержание гумусовых веществ в почвах является их характерным генетическим признаком. Каждому типу почв присуще определенное количество гумуса, распределение его по профилю, а также отношение в гумусе гуминовых кислот и фульвокислот. Пахотные дерново-подзолистые супесчаные почвы содержат гумуса обычно 1—1,3%, суглинистые — 1,5—2,5, серые лесные — 2,5—5, черноземы — 6—8, торфяные почвы — 40—60 %.

Потребность хозяйства в органических удобрениях для бездефицитного баланса гумуса в пахотных почвах рассчитывают по каждому севообороту в отдельности, а затем полученные результаты суммируют по всем севооборотам. Расчет баланса гумуса выполняется обычно по состоянию на год освоения севооборотов на основе показателей, приведенных в таблице 3.

3. Баланс гумуса на год освоения севооборотов

Номер поля	Культура	Площадь, га	Урожайность, ц/га	Содержание гумуса		Коэффициент минерализации гумуса	Потери гумуса	
				%	т/га		т/га	со всей площади
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Накопление гумуса								
коэффициент выхода сухой массы растительных остатков	выход сухой массы растительных остатков, т/га	гумус из растительных остатков, т/га	органические удобрения		всего гумуса		Баланс гумуса (графа 16—графа 9), ± т	
			вносится сухого вещества, т/га	образуется гумуса, т/га	на 1 га, т	на всей площади, т		
10	11	12	13	14	15	16	17	

Необходимые для расчетов коэффициенты минерализации гумуса при возделывании культур, выхода сухой массы корневых и пожнивных остатков по отношению к урожаю основной продукции натуральной влажности и коэффициенты гумификации разных источников сухого органического вещества приведены в таблице 4.

4. Коэффициенты для расчета баланса гумуса
(разные источники)

Источник органического вещества	Коэффициент		
	минерализации гумуса	выхода сухой массы корневых и пожнивных остатков к урожаю основной продукции натуральной влажности	гумификации сухого органического вещества
Многолетние травы I года на сено	0,007	0,6	0,2
Многолетние травы I года на зеленый корм	0,007	0,15	0,2
Многолетние травы II—III года на сено	0,007	1,2	0,2
Многолетние травы II—III года на зеленый корм	0,007	0,3	0,2
Однолетние травы на сено	0,01	0,4	0,2
Однолетние травы на зеленый корм	0,01	0,1	0,2
Зерновые, зернобобовые	0,01	0,8	0,2
Картофель, корнеплоды	0,02	0,1	0,1
Кукуруза на силос	0,02	0,07	0,2
Чистый пар	0,025	—	—
Подстилочный навоз, помет, торфонавозный компост, твердая фракция жидкого навоза	—	0,25	0,2
Бесподстилочный полужидкий навоз	—	0,1	0,1

Дефицит гумуса в целом по хозяйству покрывается за счет изыскания дополнительных источников органического вещества. Например, если дефицит гумуса согласно расчетам составит 100 т, то при среднем коэффициенте гумификации сухого органического вещества подстилочного навоза 0,2 его потребуется: $100 : 0,2 = 500$ т, а в пересчете на навоз, содержащий 25% сухого вещества (влажность 75%), составит: $100 : 25 = X : 500$ или $X = 500 \times 100 : 25 = 2000$ т.

Если не представляется возможным увеличить производство подстилочного навоза на 2000 т за счет увеличения поголовья скота, улучшения его кормления и применения подстилки животным, тогда для покрытия дефицита гумуса в почве используют другие резервы (солому, зеленое удобрение и т. п.).

Количество сухого органического вещества других органических удобрений, необходимое для покрытия дефицита гумуса в почве, можно определить делением недостающего количества сухого органического вещества подстилочного навоза на коэффициенты воспроизводства, приведенные в таблице 5.

5. Коэффициенты воспроизводства для сухого органического вещества разных удобрений
(по обобщенным данным Ф. Асмуса и Херрмана, 1978)

Органическое удобрение	Коэффициент воспроиз- водства
Подстилочный навоз	1,0
Жидкий навоз	0,6
Твердая фракция жидкого навоза	1,0
Зеленое удобрение	0,4
Солома	0,8
Компост из мусора	1,0
Перепревший ил	1,0

Например, недостающие для покрытия дефицита баланса гумуса в почве 500 т сухого органического вещества навоза можно заменить 833 т сухого вещества жидкого навоза ($500 : 0,6 = 833$ т), 625 т сухого вещества соломы ($500 : 0,8 = 625$ т), 1250 т сухого вещества зеленого удобрения ($500 : 0,4 = 1250$ т) и т. п.

При расчетах баланса гумуса лучше пользоваться коэффициентами, полученными в опытах местных научных учреждений.

Следует также иметь в виду, что длительное систематическое внесение органических удобрений сопровождается ростом запасов гумуса в почве не беспредельно. Со временем ежегодный прирост содержания гумуса уменьшается, а затем стабилизируется на определенном уровне, соответствующем принятой дозе органических удобрений. Однако из этого не следует, что при достижении указанного уровня внесение в почву органических удобрений можно прекратить или уменьшить. Наоборот, для сохранения его на достигнутом уровне необходимо продолжать ежегодное систематическое внесение, с тем чтобы поддерживать высокую биологическую активность почвы.

Наряду с этим проблема бездефицитного баланса гумуса в почвах хозяйства не может быть решена только за счет роста применения органических удобрений. Для этого необходимо равномерное внесение удобрений в оптимальные сроки навозоразбрасывателями, а не бульдозерами на всех полях севооборотов.

Основным органическим удобрением является навоз. В его состав входят все макро- и микроэлементы, которые участвовали в создании растительной массы, использованной для корма животным.

В отличие от минеральных удобрений навоз при разложении в почве постепенно освобождает питательные вещества в течение всего вегетационного периода, не создавая повышенной концентрации солей в почвенном растворе.

В зависимости от способов содержания животных получают подстилочный и бесподстилочный (полужидкий и жидкий) навоз. Они существенно различаются по химическому составу, физико-механическим свойствам и требуют различных технологий хранения, подготовки и внесения.

Количество получаемого навоза (помета) и его удобрительная ценность во многом зависят от выхода экскрементов животных и птицы и их химического состава.

ЭКСКРЕМЕНТЫ, ИХ ВЫХОД И СОСТАВ

Выход экскрементов (смесь кала и мочи) и их состав зависят от вида, возраста, продуктивности и массы животных, рациона кормления, количества и вида подстилки, ее физических и химических свойств.

Выход экскрементов определяют несколькими способами.

СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫХОДА ЭКСКРЕМЕНТОВ

По массе животных. Суточный выход экскрементов крупного рогатого скота принимают в размере от 8 до 10%, а экскрементов свиней — 6—8% живой массы. Способ применим для комплексов промышленного типа с ритмичным выпуском продукции и незначительным колебанием состава поголовья по возрастным группам в течение года.

По годовому производству основной продукции. Считают, что выход экскрементов у коров в 4—5 раз, у молодняка крупного рогатого скота — в 22—25 и у свиней — в 9—10 раз больше годового производства основной продукции — соответственно молока, говядины и свинины.

По сухой массе кормов (способ ВИУА).* Размер накопления экскрементов рассчитывают по валовому содержанию сухого вещества в рационе животных с учетом переваримости кормов и их потерь. Метод основан на результатах химических анализов, а также многочисленных данных балансовых опытов, согласно которым количество сухого вещества в смеси экскрементов (кал+моча) составляет около 10%. Это значит, что выход экскрементов примерно в 10 раз больше содержания в них сухого вещества.

Что же касается общего количества сухого вещества, попадающего в навоз, то оно представляет собой сумму сухого вещества непереваренного корма, потерь его во время кормления и массы подстилки. С учетом этого, а также убыли массы навоза при хранении для расчета массы возможного его накопления при

* Предложен В. А. Васильевым (1977).

стойловом содержании животных рекомендуется уравнение:

$$H = \left\{ \left[(C_{в.р} - A) \cdot \frac{100 - K}{100} + A \right] \cdot 10 + \Pi \right\} \cdot \frac{100 - Y}{100}$$

где $C_{в.р}$ — сухое вещество рациона, т; A — потери сухого вещества корма, попадающего в навоз, т; K — коэффициент переваримости сухого вещества рациона, %; Π — количество подстилки, т; Y — убыль в массе при хранении навоза, %.

В процессе кормления свиней и молодняка крупного рогатого скота потери корма составляют обычно 10 %, коров — 5 %. Средне-взвешенный коэффициент переваримости сухого вещества корма для откормочного поголовья молодняка крупного рогатого скота устанавливают 60 %, коров — 55, а для свиней — 70 %. Убыль массы при хранении подстильного навоза в стойловый период достигает 15 %, а в пастбищный — 25 %. У бесподстилочного навоза она снижается до 10 %.

При стойлово-пастбищной или пастбищно-стойловой системе содержания животных массу навоза рассчитывают отдельно за стойловый и пастбищный периоды. Навоз, накапливаемый за стойловый период, включают в общий годовой объем полностью, а за пастбищный — частично. Во время пастбы (примерно $\frac{2}{3}$ суток) экскременты животных теряются на пастбище. Поэтому при определении возможного годового объема накопления вместе с навозом, собираемым за стойловый период, суммируют только $\frac{1}{3}$ выхода экскрементов животных в пастбищный период.

Объем возможного накопления навоза в пастбищный период рекомендуется рассчитывать по формуле:

$$H = \left\{ \frac{10}{3} \cdot \left[(C_{в.р} - A) \cdot \frac{100 - K}{100} + A \right] + \Pi \right\} \cdot \frac{100 - Y}{100}$$

Способ Вольфа основан на том, что примерно половина сухого вещества корма переваривается животными, а вторая переходит в навоз так же, как и все сухое вещество подстилки. Так как в свежем навозе содержится $\frac{1}{4}$ сухого вещества и $\frac{3}{4}$ воды, то общее количество навоза (H) в 4 раза больше половины сухого вещества корма $\frac{K}{2}$, суммированного с сухой подстилкой (Π):

$$H = \left(\frac{K}{2} + \Pi \right) \cdot 4.$$

По суточным нормам выхода экскрементов. Определяется по среднегодовому поголовью различных половозрастных групп животных и примерным суточным нормам выхода экскрементов от одного животного (табл. 6).

В случае круглогодичного стойлового содержания скота с применением выгульно-кормовых площадок экскрементов накаплива-

ется на 10—15% меньше за счет испарения влаги; при стойлово-пастбищном содержании — на 30% меньше из-за потерь на пастбищах.

6. Суточные нормы выхода экскрементов от одного животного (по данным ОНТП 17—86)

Производственные группы крупного рогатого скота	Выход экскрементов, кг	Производственные группы свиноголовья	Выход экскрементов, кг
Быки-производители	40	Хряки-производители	11,1
Коровы	55	Свиноматки:	
Телята до 6 и до 4 мес на откорме	7,5	холостые	8,8
Молодняк ремонтный, мес:		супоросные	10,0
6—12	14	подсосные с приплодом	15,3
12—18 и нетели	27	Поросята-отъемыши	2,4
Молодняк на откорме, мес:		Свиньи на откорме и ремонтный	
4—6	14	молодняк живой массой, кг:	
6—12	26	до 40	3,5
старше 12	35	40—80	5,1
		более 80	6,6

При откорме молодняка крупного рогатого скота с использованием сырого жома, барды, пивной дробины выход экскрементов увеличивается примерно на 25%. На столько же возрастает выход экскрементов свиней, откармливаемых с применением пищевых отходов или многокомпонентных кормов.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЭКСКРЕМЕНТОВ

Химический состав экскрементов (смесь твердых и жидких выделений животных (кала и мочи) без примеси воды, остатков корма, подстилки и инородных включений) на крупных животноводческих комплексах и птицефабриках приведен в таблице 7.

7. Химический состав свежих экскрементов, % (данные ВИАУ)

Показатель	Крупный рогатый скот		Свиньи*, комплекс на 108 тыс. голов	Овцы	Куриный помет
	комплекс на 10 тыс. бычков	комплекс на 2 тыс. коров			
Сухое вещество	14,5	10,0	9,8	28,3	36,0
Азот общий	0,77	0,43	0,72	0,95	2,10
Фосфор (P_2O_5)	0,44	0,28	0,47	0,22	1,44
Калий (K_2O)	0,76	0,40	0,21**	0,75	0,64

* При кормлении животных согласно рекомендациям Главного управления животноводства Минсельхоза СССР и Главживпрома СССР.

** При откорме свиней картофелем содержание K_2O в экскрементах увеличивается до 0,4%.

Приведенные в таблице 7 данные по содержанию азота полностью согласуются с результатами анализа большого числа образцов с ферм ЧССР (табл. 8). Содержание фосфора в навозе выше, а калия — ниже, что объясняется более высоким удельным весом концентратов в рационах на крупных животноводческих комплексах в нашей стране.

8. Химический состав свежих экскрементов на комплексах в ЧССР (данные М. Шкарда, 1985)

Показатели	Экскременты		
	крупного рогатого скота	свиней	птицы (куры)
Сухое вещество	10	9,8	36,0
Азот общий	0,39	0,75	2,52
Фосфор (P_2O_5)	0,17	0,37	1,28
Калий (K_2O)	0,64	0,37	1,24

В сухом веществе экскрементов содержится примерно 75—85% органического вещества и 15—25% золы. Отношение углерода к азоту в кале крупного рогатого скота равно 15—16, а в кале свиней — 9—10. В моче животных содержится около 50% азота, выделяемого с экскрементами. Отношение углерода к азоту (C:N) в моче крупного рогатого скота составляет 1—2, у свиней — около 1.

По отношению кала к моче экскременты крупного рогатого скота и свиней резко различаются. Крупный рогатый скот выделяет кала в 1,7 раза больше, чем мочи, а свиньи, наоборот, мочи выделяют в 1,6 раза больше, чем кала.

Относительное содержание сухого вещества, фосфора, извести и магния в свежем кале намного выше, чем в моче. В моче — больше воды, азота и калия (табл. 9).

9. Состав твердых и жидких экскрементов животных, % (по данным И. П. Мамченкова, 1964)

Животные	Вода	Сухое веще- ство	Азот	Фосфор (P_2O_5)	Калий (K_2O)	Из- весть (CaO)	Маг- ний (MgO)	Серная кисло- та (SO_4)
Свежий кал								
Крупный рогатый скот	83,6	16,4	0,29	0,17	0,26	0,35	0,13	0,04
Свиньи	82,0	18,0	0,43	0,41	0,15	0,09	0,10	0,04
Лошади	75,7	24,3	0,44	0,35	0,35	0,45	0,24	0,06
Овцы	65,5	34,5	0,55	0,31	0,26	0,46	0,15	0,14
Свежая моча								
Крупный рогатый скот	93,8	6,2	0,58	0,01	0,83	0,01	0,04	0,13
Свиньи	96,7	3,3	0,60	0,07	0,49	0,00	0,08	0,08
Лошади	90,1	9,9	1,55	0,00	1,50	0,15	0,12	0,06
Овцы	87,2	12,8	1,95	0,01	2,26	0,16	0,34	0,30

По физическому состоянию экскременты характеризуются как гетерогенная полидисперсная суспензия с квазипластическими текучими свойствами. Она включает в себя твердые частицы (дисперсная фаза) и водный раствор солей, кислот и щелочей (жидкая фаза или дисперсионная среда). В экскрементах крупного рогатого скота доля твердой фазы составляет от массы сухого вещества около 60%, а у оvinей — 70—75%. Плотность сухого вещества экскрементов около 1300 кг/м³, а взвешенных частиц — 1050—1060 кг/м³. Плотность дисперсионной среды в экскрементах коров 1017 кг/м³, свиней — 1010 кг/м³. Из-за небольшого различия плотностей дисперсной фазы и дисперсионной среды и высокой вязкости возможно длительное хранение смеси экскрементов без расслоения.

Из-за наличия газов в смеси экскрементов кал не тонет в воде. При перемешивании кала с водой твердые частицы почти полностью выпадают в осадок.

ПОДСТИЛОЧНЫЙ НАВОЗ

Состоит из твердых и жидких экскрементов животных, подстилки, воды, затоптанных остатков корма и инородных включений (земля, песок и т. п.).

Выход навоза, его состав и физико-механические свойства зависят от количества экскрементов, а также от вида, химического состава и влагоемкости подстилки.

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ПОДСТИЛКИ

Наиболее распространенными видами подстилки являются солома и торф, реже — опилки, стружки и другие влагоемкие материалы. Самую высокую влагопоглощающую способность имеет моховой или сфагновый торф (табл. 10).

10. Поглотительные свойства подстилки
(из разных источников)

Подстилка	100 весовых частей сухой подстилки поглощают воды, частей	Подстилка	100 весовых частей сухой подстилки поглощают воды, частей
Солома:		Торф луговой (низин- ный)	500—700
озимой ржи	300	Торф моховой (вер- ховой)	1000—1500
пшеницы	170—300	Стружки	300
проса	340	Опилки	400—445
гречихи	280—700		

По химическому составу различные виды подстилки существенно отличаются (табл. 11).

Содержание в соломе азота, фосфора и калия зависит от плодородия почвы, количества вносимых удобрений и других условий (табл. 12).

1 кг верхового слаборазложившегося торфа при влажности 40—45% может поглотить 4—6 кг мочи, а солома в воздушно-сухом состоянии — 2—3 кг. При недостатке соломы и сфагнового торфа можно использовать для подстилки фрезерный торф, степень разложения которого не превышает 25%. Нормы расхода подстилочных материалов приведены в таблице 13.

11. Средний состав подстилки, % (из разных источников)

Подстилка	Вода	Азот	Фосфор	Калий	Известь
Солома:					
озимой пшеницы	14,0	0,57	0,20	0,9	0,28
ржи	14,3	0,45	0,26	1,00	0,29
яровой пшеницы	14,0	0,56	0,20	0,75	0,26
овса	14,3	0,65	0,35	1,60	0,38
Торф:					
луговой (низинный)	60,0	0,90	0,05	0,04	1,1
моховой (верховой)	50,0	0,60	0,04	0,05	0,15
Опилки	30	0,04	0,02	0,04	—

12. Состав соломы озимой ржи, % на воздушно-сухое вещество (по данным ВИУА)

Вид и норма удобрений на 1 га	Солома озимой ржи		
	азот	фосфор	калий
Без удобрений	0,38	0,11	0,53
20 т навоза	0,44	0,29	0,74
40 т навоза	0,50	0,30	0,95
N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	0,52	0,27	0,80
P ₆₀ K ₆₀	0,41	0,28	0,86

13. Норма подстилки на одно животное при стойловом содержании, кг/сут (по данным ВИУА)

Животные	Солома злаковых культур	Верховой слаборазложив- шийся торф (сфагновый) влажностью 40—45%	Торфяная крошка переходного и низового торфа	Опилки, стружка
Крупный рогатый скот	4—6	3—4	10—20	3—6
Лошади	3—5	2—3	8—10	2—4
Овцы и козы	0,5—1,0	—	—	—
Свиньи:				
матки с поро- сятами	5—6	3—4	—	—
хряки	1,5—3	2—3	—	2—3
откармли- ваемые	1—1,5	1,5—2	2—3	1,5—2
отъемыши	0,5—1	0,5—1	—	1—1,5

На фермах, где отсутствуют жижесборники и моча отдельно не собирается, количество подстилки для полного поглощения жидких экскрементов должно быть увеличено в 1,5—2 раза. Для

получения подстилочного навоза влажностью 77% из экскрементов влажностью 90% необходимое количество соломы влажностью 15% можно определить по формуле:

$$K_c = \frac{B_a - B_n}{B_n - B_c},$$

где B_a — влажность экскрементов; %; B_n — влажность подстилочного навоза; %; B_c — влажность соломы, %.

Подставив показатели в формулу, получим:

$$\frac{90-77}{77-15} = 0,2 \text{ части.}$$

Следовательно, на 1 часть экскрементов необходимо дать соломы 0,2 части или при суточном выходе экскрементов 50 кг — 10 кг.

Солому для подстилки скоту целесообразно измельчать на резку длиной 8—10 см. Такая солома (резка) лучше, чем цельная, поглощает мочу животных, навоз плотнее укладывается в штабель и при хранении теряет меньше азота и органического вещества.

Крупному рогатому скоту торфяную крошку можно засыпать в стойла сразу на несколько дней. Основную ее массу в этом случае подгребают ближе к кормушке, под передние ноги животного.

Использование низинного торфа не всегда обеспечивает нормальные зоогигиенические условия содержания скота. Это наблюдается в тех случаях, когда степень его разложения превышает 25%, а влажность — 50%. Подстилка из такого торфа быстро становится грязной. Торфяную крошку в стойлах полезно покрывать слоем соломы.

14. Влияние количества подстилки на накопление навоза и сохранение в нем азота

(по данным И. П. Мамченкова, 1964)

Подстилка	Расход на одну корову в сутки, кг	Накопление навоза от одной коровы за стойловый период 200 дней, т	Потери азота за 3,5 месяца хранения навоза, %
Солома ржаная	2	6,8	44
То же	4	8,2	31
»	6	9,4	12
Торф верховой	6	10,4	13
Торф низинный	20	12,2	3

Во избежание перемешивания торфа со снегом и увлажнения дождями хранить его надо возле скотных дворов под навесами или в хорошо уложенных штабелях высотой не менее 3—3,5 м.

Количество подстилки в значительной мере зависит от качест-

ва кормов. При скармливании большого количества сочных кормов требуется значительно больше подстилки, чем при использовании концентрированных. Применение достаточного количества подстилки способствует увеличению накопления навоза (табл. 14), повышению его качества, а также улучшению зоогигиенических условий содержания животных. При использовании оптимального количества подстилки накопление навоза в расчете на одну корову с удоем 4000—4500 кг в год достигает за стойловый период 10—12 т.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СВЕЖЕГО НАВОЗА

Содержание питательных элементов в навозе в значительной мере зависит от количества и качества подстилки. Навоз, приготовленный на торфяной подстилке, значительно богаче азотом, чем навоз, полученный при использовании соломенной подстилки (табл. 15).

15. Состав свежего навоза, %
(по данным НИУИФ, ВИАУ и других учреждений)

Химический состав	Навоз на соломенной подстилке				Навоз на торфяной подстилке	
	крупного рогатого скота	конский	овечий	свиной	крупного рогатого скота	конский
Вода	77,3	71,3	64,6	72,4	77,5	67,0
Органическое вещество	20,3	25,4	31,8	25,0	—	—
Азот:						
общий	0,45	0,58	0,83	0,45	0,60	0,80
белковый	0,28	0,35	—	—	0,38	0,48
аммиачный	0,14	0,19	—	0,20	0,18	0,28
Фосфор (P_2O_5)	0,23	0,28	0,23	0,19	0,22	0,25
Калий (K_2O)	0,50	0,63	0,67	0,60	0,48	0,53
Известь (CaO)	0,40	0,21	0,33	0,18	0,45	0,44
Магния (MgO)	0,11	0,14	0,18	0,09	—	—
Серная кислота (SO_4)	0,06	0,07	0,15	0,08	—	—
Хлор	0,10	0,04	0,17	0,17	—	—
Кремниевая кислота (SiO_2)	0,85	1,77	1,47	1,08	—	—
Окись железа и алюминия (Fe_2O_3)	0,05	0,11	0,24	0,07	—	—

На состав навоза оказывают большое влияние удельная масса концкормов в рационе и особенности физиологии пищеварения животных. Например, в рационе свиней и лошадей концкормов значительно больше, чем в рационе крупного рогатого скота. К тому же в концкормах содержание азота и фосфора намного выше,

чем в грубых кормах. Поэтому свиной и конский навоз отличается от навоза крупного рогатого скота, потребляющего в основном грубый и сочный корм, более высоким содержанием азота и фосфора (табл. 16).

16. Содержание N, P, K в свежем навозе, %
(по данным И. П. Мамченкова, 1964)

Химический состав	Навоз		
	коровий	конский	свиной
Азот	0,21—0,75	0,32—0,84	0,28—1,05
Фосфор (P ₂ O ₅)	0,11—0,65	0,18—0,68	0,15—0,73
Калий (K ₂ O)	0,19—0,75	0,23—0,80	0,22—0,85

Остатки кормов, выпавшие из кормушек и затоптанные животными, не превышают 10 % массы экскрементов.

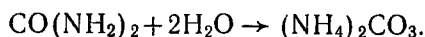
Инородные включения (в основном почва и песок), как правило, не превышают 5 % массы экскрементов и не оказывают заметного влияния на физико-механические свойства подстилочного навоза.

Технологическая вода попадает в навоз при подмывании вымени коров, при мойке посуды и оборудования и подтекании автопоилок. Количество ее колеблется в широких пределах, однако, по данным И. И. Лукьяненко (1985), расход воды в сутки может быть сокращен до 2,5—3 л на корову, 3—3,5 — на свинью и до 1—1,5 л на одну голову откормочного поголовья молодняка крупного рогатого скота.

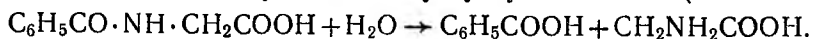
За время хранения масса навоза и его химический состав существенно изменяются.

ИЗМЕНЕНИЯ В СОСТАВЕ НАВОЗА

Почти тотчас же после выделения в экскрементах начинают идти процессы аммонификации азотистых веществ (мочевины, гиппуровой и мочевой кислот). Особенно быстро под влиянием уробактерий подвергается гидролитическому расщеплению мочевина:



Несколько медленнее разлагается гиппуровая кислота, которая дает вначале бензойную и аминокусусную кислоты (гликоколь):

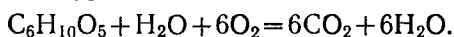


Мочевая кислота более устойчива, однако и она разлагается с образованием мочевины, а затем углекислого аммония, который

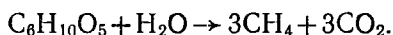
является источником крупных потерь аммонийного азота, так как легко диссоциирует на уголекислоту и аммиак:



Превращения безазотистых веществ при аэробных процессах разложения идут по уравнению:



При анаэробном процессе разложения клетчатка распадается в конечном счете до уголекислого газа и метана по следующей схеме:



Главным материалом для метанового брожения служит клетчатка, однако брожению подвержены также крахмал, пентозаны, жирные кислоты и даже белки. Нередко пентозаны разлагаются быстрее клетчатки.

Превращения азотистых веществ при хранении сначала идут в том же направлении, как и в стойле. Но затем начинают преобладать другие процессы, которые приводят к значительным потерям азота. При этом наряду с процессами разложения и упрощения состава азотистых веществ имеют место вторичные процессы синтеза белка в результате закрепления аммиака микроорганизмами. Кроме того, аммиак и аминокислоты могут химическим путем связываться с углеводами с образованием темноокрашенных соединений, подобных гумусу. Это они окрашивают навозную жижу в темно-бурый цвет.

17. Состав конского навоза в зависимости от сроков хранения, %
(данные НИУИФ и ВИУА)

Составные части	Свежий навоз	После 2-месячного хранения	После 4-месячного хранения	После 5-8-месячного хранения
Вода	72,0	75,5	74,0	68,0
Органические вещества	24,5	19,5	18,0	17,5
Азот:				
общий	0,52	0,60	0,66	0,73
белковый	0,33	0,45	0,54	0,68
аммиачный	0,15	0,12	0,10	0,05
Фосфор (P_2O_5)	0,31	0,38	0,43	0,48
Калий (K_2O)	0,60	0,64	0,72	0,84

Примечание. В таком же примерно соотношении изменяется состав навоза, полученного и от других видов животных, в зависимости от продолжительности его хранения.

Состав навоза в зависимости от условий и продолжительности хранения подвержен существенным изменениям. В условиях,

исключающих потери питательных элементов из навоза от выщелачивания дождевыми и талыми водами, установлена следующая зависимость: чем дольше навоз хранится и, следовательно, чем более высокой степени разложения он достигает, тем выше относительное содержание в нем азота, фосфора, калия и других элементов, но меньше аммиачного азота (табл. 17) и больше потери органического вещества и азота (табл. 18). Особое внимание уделяют хранению навоза с высоким содержанием азота. Недопустимо хранить его в рыхлых неуплотненных штабелях, так как это приводит к большим потерям (табл. 19).

18. Потери азота и органического вещества из навоза в зависимости от срока рыхлого хранения, %
(по данным И. П. Мамченкова, 1964)

Потери	Срок хранения, мес		
	2	4	6—8
Общего азота	20—25	30—35	45—50
Органического вещества	25—30	35—40	50—60

19. Потери азота при 4-месячном хранении навоза в штабелях без уплотнения, %
(по данным И. П. Мамченкова, 1964)

Навоз					
на соломенной подстилке		на торфяной подстилке		на подстилке из опилок	
содержание азота в свежем навозе	потери азота	содержание азота в свежем навозе	потери азота	содержание азота в свежем навозе	потери азота
0,52	44	0,85	25	0,54	38
0,48	36	0,75	19	0,42	25
0,40	31	0,60	14	—	—
0,32	12	0,40	3	—	—

Стадии разложения навоза. В зависимости от стадии разложения навоз, приготовленный на соломенной подстилке, подразделяют на свежий, полуперепревший, перепревший и перегной.

Свежий навоз представляет собой слаборазложившуюся массу, солома в которой незначительно изменяет цвет и прочность.

Полуперепревший навоз. Солома в таком навозе приобретает темно-коричневый цвет, теряет прочность и легко разрывается. В этой стадии разложения навоз теряет 10—30 % первоначальной массы и такое же количество органического вещества.

Перепревший навоз представляет собой однородную массу. Солома разлагается настолько, что нельзя обнаружить отдельные соломины. При доведении до такой степени разложения убыль

массы навоза и потери сухого органического вещества достигают 50 %.

Перегний — рыхлая темная масса. В этой стадии разложения навоз теряет до 75 % массы и сухого органического вещества.

Не следует доводить навоз до перепревшего или перегнившего состояния. При длительном хранении навоза содержание органического вещества уменьшается в 2—3 раза, при этом теряется значительное количество азота (табл. 20).

20. Содержание азота и фосфора в коровьем навозе, приготовленном на соломенной подстилке, %
(по данным И. П. Мамченкова, 1964)

Навоз	Азот	Фосфор	Потери органического вещества
Свежий	0,52	0,25	—
Полуперепревший	0,60	0,38	29,0
Перепревший	0,66	0,43	47,2
Перегний	0,73	0,48	62,4

Скорость разложения органического вещества зависит от условий увлажнения, температуры и аэрации навоза. Наиболее интенсивно навоз разлагается при влажности 55—75 %; при снижении влажности скорость разложения резко замедляется. Особенно сильно влияет на темпы разложения аэрация. Чем больше кислорода воздуха поступает в штабель навоза, тем интенсивнее и при более высокой температуре идет этот процесс. Аэрация и температура при разложении навоза зависят от объема штабеля и степени его уплотнения и увлажнения.

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАВОЗА

Существенное влияние на сыпучесть навоза и плотность укладки его в штабеле оказывает подстилочный материал. Для навоза влажностью 75—80 % насыпная удельная масса в зависимости от вида подстилки составляет обычно 680—760 кг/м³.

Подстилочный навоз убирают механическими средствами. Для расчета усилия, необходимого на перемещение навоза рабочими органами машины, работающими по принципу волочения, необходимо знать значение коэффициента трения скольжения навоза.

Коэффициент трения зависит от материала, качества обработки поверхности, вида и массовой доли подстилки, влажности и степени разложения навоза, температуры и скорости перемещения его по поверхности. Максимальные значения коэффициен-

та трения имеет навоз влажностью 60—75%, называемой «критической» (табл. 21).

Обычно навоз имеет влажность выше критической. Поэтому коэффициент трения будет всегда меньше указанного в таблице 21.

21. Максимальные значения коэффициента трения скольжения навоза крупного рогатого скота
(по данным И. И. Лукьяненко, 1985)

Материал поверхности	Вид подстилки		
	солома измельченная	торф	опилки
Сталь	0,67	1,06	0,82
Бетон	0,68	1,23	0,89
Дерево (сосна)	0,77	1,14	1,06

Значительное влияние на работу машин оказывает липкость навоза. Она характеризуется величиной усилия (Н), необходимого для отрыва от навоза пластины площадью в 1 м². Максимальные значения величины липкости для основных строительных материалов при критической влажности навоза 74—83% приведены в таблице 22.

22. Максимальное значение липкости навоза крупного рогатого скота, Н/м²
(по данным И. И. Лукьяненко, 1985)

Материал поверхности	Вид подстилки		
	солома измельченная	торф	опилки
Сталь	410	420	490
Бетон	900	850	660
Дерево (сосна)	630	670	780

23. Угол установки скатного лотка для навоза крупного рогатого скота, град.
(по данным И. И. Лукьяненко, 1985)

Материал лотка	Вид подстилки		
	солома измельченная	торф	опилки
Сталь	37,2	51,5	43,5
Бетон	37,2	56,0	45,0
Дерево (сосна)	41,5	53,8	51,2

Коэффициент трения и липкость навоза необходимо учитывать при проектировании угла наклона скатных лотков в местах пере-

грузок навоза с одного уровня на другой. Чем выше эти показатели, тем круче должен быть скатной лоток. Значения минимальных углов установки лотков из различных материалов для навоза влажностью 75—80 % приведены в таблице 23.

ПОДГОТОВКА ПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

На молочных фермах при привязном, боксовом и беспривязном содержании коров на полах с твердым покрытием, а также в свинарниках-маточниках и в свинарниках-откормочниках применяют подстилку.

Специальное оборудование для внесения подстилки промышленность не выпускает. Поэтому на практике для этой цели используют прицепные навозоразбрасыватели или кормораздатчики, самоходные шасси, оборудованные грузовой платформой и ручные тележки.

УБОРКА НАВОЗА

Уборка навоза включает очистку стойл (станков), удаление его из помещений для содержания скота и транспортировку в карантинный навозоприемник.

Стойла (станки) от навоза очищают вручную. Остальные операции механизированы. Для удаления навоза из помещений используют стационарные и мобильные механические средства.

При беспривязном содержании крупного рогатого скота на глубокой подстилке навоз из помещений убирают 1—2 раза в год. Пол в помещении должен быть горизонтальным или с уклоном до 0,5 % в сторону выгрузки навоза, иметь твердое покрытие (бетон марки не ниже 200, толщиной 20 см) и ровную поверхность без выбоин и выступов.

В свинарниках-откормочниках с кормлением в столовой также применяют в логовах глубокую подстилку. Для этого на пол с твердым покрытием засыпают подстилку (торф) слоем 20—30 см. Животные перемешивают подстилку с экскрементами. Через 2—3 месяца торфонавозную смесь удаляют бульдозером и укладывают в бурты, а в свинарник завозят свежую подстилку.

На выгульно-кормовых дворах навоз убирают не реже 2 раз в неделю, сдвигая его бульдозером в кучи, которые вывозят в навозохранилище и укладывают в штабель.

Для погрузки навоза в транспортные средства применяют передвижную эстакаду или при высоком стоянии грунтовых вод — погрузочную траншею. В некоторых случаях, используя рельеф

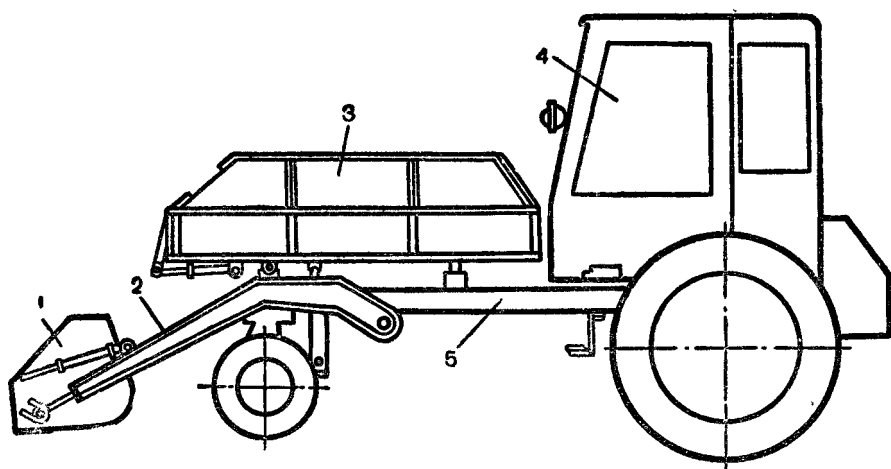


Рис. 1. Схема мобильного навозоуборочного агрегата конструкции ВНИИМЖ:
1 — ковш; 2 — стрела; 3 — платформа; 4 — кабина; 5 — шасси

местности, животноводческие помещения оборудуют стационарными погрузочными эстакадами. Эстакаду делают шире отвала бульдозера на 80—100 см.

Бульдозер применяют и при ежедневной уборке подстилочного навоза в коровниках привязного и боксового содержания скота.

Для полной механизации уборки навоза на фермах крупного рогатого скота ВНИИМЖ рекомендует использовать мобильный навозоуборочный агрегат на базе тракторного самоходного шасси Т-16М (рис. 1).

На нем установлены самосвальная грузовая платформа и навесной самозагрузчик. Самозагрузчик устроен в виде качающегося портала, на конце которого шарнирно закреплен ковш для сгребания и захвата навоза. Загрузочное устройство и самосвальная платформа приводятся в действие от гидросистемы тракторного самоходного шасси.

Агрегат выполняет следующие технологические операции: сгребает и подбирает навоз в проходах животноводческих помещений и на открытых выгульно-кормовых площадках; загружает в кузов шасси, транспортирует к месту хранения, разгружает самосвальным способом, укладывает в бурты, зачищает и удаляет навоз из углов кормовых площадок и боковых сторон, где установлены кормушки и автоматические поилки.

При помощи агрегата можно выполнять также и другие погрузочно-разгрузочные и транспортные работы на ферме: грузить, разгружать и транспортировать корма из хранилищ в кормоцехи; очищать кормовые проходы в помещениях и на выгульных пло-

шадках от слежавшихся, уплотненных кормовых остатков, очищать территорию ферм от грязи и снега; грузить, транспортировать и разгружать торф.

В совхозе «Знамя Октября» Московской области выгульно-кормовую площадку размером 8×70 м для 120 коров очищают агрегатом за 25—30 мин.

Техническая характеристика навозоуборочного агрегата конструкции ВНИИМЖ

Масса навоза, погружаемого на платформу, кг:	
жидкого	900
твердого	1200
Грузоподъемность погрузочного устройства, кг	450
Вместимость ковша, м ³	0,3
Мощность двигателя шасси, кВт	17,5
Наименьший радиус поворота, м	4
Габаритные размеры, мм:	
длина:	
с поднятым ковшом	3500
с опущенным ковшом	4500
ширина	2040
высота:	
при сгребании навоза	2500
при погрузке навоза	2800
в транспортном положении	2700
Масса агрегата, кг	2140

В коровниках боксового содержания скота с использованием подстилки в последние годы применяют скреперные установки УС-15, монтируемые в открытых каналах навозных проходов. Ширина навозного прохода, очищаемого скреперной установкой, — 1,0—3,0 м.

Для удаления навоза по поперечному каналу отечественной промышленностью выпускается скреперная установка УС-10. В отличие от установки УС-15 она имеет одну рабочую ветвь.

Для удаления подстильного навоза из коровников привязного содержания скота и свинарников-маточников широко используют транспортеры кругового действия типа ТСН-3,0Б, ТСН-2, ТСН-2,0Б, ТСН-160. Для них не требуется широких навозных проходов, а транспортирующий орган — замкнутую цепь со скребками монтируют в навозной канавке шириной 320 и глубиной 120 мм.

Комплект установки состоит из горизонтального и наклонного транспортеров и шкафа управления. Наклонный транспортер служит для выгрузки навоза в прицеп для транспортирования в хранилище.

Убирают навоз не менее 3 раз в сутки в коровниках и 2 раз — в свинарниках.

ТРАНСПОРТИРОВКА НАВОЗА В ХРАНИЛИЩЕ

Наиболее распространена уборка навоза с одновременной выгрузкой его наклонным транспортером в тракторный прицеп. Прицеп устанавливают в утепленной пристройке к животноводческому помещению, чтобы навоз не примерзал к дну и бортам кузова. Если в составе фермы имеются несколько помещений для содержания животных, то у каждого из них необходимо держать прицеп.

В ряде случаев навоз, убираемый из проходов транспортерными установками, сбрасывается через люки в торце или середине здания на поперечный транспортер, проходящий в подпольном канале поперек нескольких зданий. В этом случае грузят навоз в транспортные средства.

На молочной ферме на 600 коров в совхозе имени 60-летия СССР Московской области коровники оборудованы скиповыми подъемниками, установленными в торцах зданий. Горизонтальными транспортерами навоз подается в ковш подъемника, расположенный в приемке. Вместимость ковша (4 м³) обеспечивает прием всего навоза, убираемого за 1 раз двумя транспортерами от 200 коров. В перерывах между уборками к коровникам поочередно подъезжает трактор с прицепом и вывозит в навозохранилище навоз, собранный в скиповых подъемниках.

На молочной ферме колхоза «Знамя Октября» Старо-Дорожского района Минской области для транспортировки подстилочного навоза в навозохранилище используют электрифицированную вагонетку ВНЭ-1Б. Производительность вагонетки при транспортировке на 100 м достигает 3 т/ч.

Для транспортировки навоза от животноводческих помещений в хранилище используют также канатно-скреперную установку УСН-8.

ХРАНЕНИЕ НАВОЗА

Важным процессом в технологии производства подстилочного навоза является хранение. От условий и способов хранения зависят химический состав и качество навоза, эффективность его применения, ветеринарно-санитарное состояние территории ферм и населенных пунктов.

Удаляемый подстилочный навоз буртуют на карантинной бетонированной площадке возле помещения. После укладки бурта навоз хранят на площадке в течение 6 суток. В это время в бурт запрещается добавлять свежий навоз. Его укладывают во второй бурт. Если в течение карантинного срока (6 суток) на ферме не возникает особо опасных заболеваний, то навоз из первого бурта

вывозят в навозохранилище или полевой штабель. В случае выявления инфекции навоз обеззараживают по указанию и под руководством ветеринарно-санитарной службы.

СПОСОБЫ ХРАНЕНИЯ

Существует три способа хранения навоза — горячий (рыхлый), холодный (плотный) и горячепрессованный. Первый предусматривает рыхлую укладку навоза в узкие, не шире 2—3 м, штабеля; второй — плотную укладку увлажненного навоза в штабеля шириной не менее 5 и высотой 2 м; третий — укладку слоем 80—100 см с последующим уплотнением каждого слоя после повышения температуры в штабеле до 55—60 °С. В штабель кладут не менее трех-четырех слоев навоза, чтобы общая высота после уплотнения была не менее 2 м.

При холодном способе хранения в несколько раз сокращаются потери азота и органического вещества, снижается накопление навозной жижи. При этом азот остается в более подвижной и доступной для растений аммиачной форме.

24. Состав навоза при хранении в течение 4 месяцев, %
(по данным И. П. Мамченкова)

Химический состав	Навоз на соломенной подстилке			Навоз на торфяной подстилке		
	способ хранения					
	холодный	горяче- прессо- ванный	рыхлый	холодный	горяче- прессо- ванный	рыхлый
Вода						
Азот:	75,7	77,7	77,9	77,3	79,5	80,0
общий	0,61	0,66	0,71	0,62	0,67	0,63
белковый	0,37	0,50	0,51	0,37	0,44	0,42
аммиачный	0,23	0,15	0,18	0,24	0,22	0,18
Фосфор	0,39	0,43	0,48	0,27	0,28	0,31
Калий	0,42	0,48	0,52	0,37	0,48	0,51
Известь	0,18	0,24	0,22	0,19	0,24	0,24
Органическое ве-						
щество	21,7	18,7	18,4	20,0	18,0	17,0
Углерод	9,69	8,61	7,31	9,08	8,30	8,00
Клетчатка	8,82	6,58	6,47	6,88	5,88	5,72
Пентозаны	3,69	2,49	2,48	2,72	2,19	1,68

В таблицах 24 и 25 приведены состав навоза и средние потери органического вещества и азота при разных способах хранения.

По агрономически ценным признакам рыхлый и горячепрессованный способы хранения навоза уступают плотному, в свою очередь горячепрессованный способ приготовления навоза лучше рыхлого. Его используют в тех случаях, когда ветеринарный врач устанавливает необходимость применения этого приема для борьбы с глистными или другими заболеваниями животных.

25. Средние потери органического вещества и азота при хранении навоза в течение 4 месяцев, % (по данным НИУИФ и ВИАУ)

Способ хранения навоза	Навоз			
	на соломенной подстилке		на торфяной подстилке	
	потери органического вещества	потери азота	потери органического вещества	потери азота
Горячий (рыхлая укладка)	32,6	31,4	40,0	25,2
Горячепрессованный (рыхлая укладка с последующим уплотнением)	24,6	21,6	32,9	17,1
Холодный (плотная укладка)	12,2	10,7	7,0	1,0

26. Влияние способов хранения навоза на урожай сельскохозяйственных культур, ц/га (по данным Центральной опытной станции ВИАУ)

Способ хранения коровьего навоза и норма его внесения	Озимая рожь		Картофель		Овес (последствие навоза после картофеля)	
	урожай зерна	прибавка урожая	урожай клубней	прибавка урожая	урожай зерна	прибавка урожая
Рыхлый, 19 т	22,4	3,7	217,5	50,3	24,7	4,3
Горячепрессованный, 21,3 т	23,7	5,0	222,0	54,8	23,8	3,4
Холодный, 26,2 т	25,5	6,8	236,6	69,4	28,2	7,8

Примечание. Норма каждого вида навоза на 1 га была получена из 30 т свежего навоза.

По данным полевых опытов НИУИФ, ВИАУ и других научных учреждений, при внесении под картофель, озимую рожь и яровые зерновые более высокие прибавки урожая обеспечивает навоз холодного (плотного) хранения (табл. 26).

УСТРОЙСТВО КАРАНТИННЫХ ПЛОЩАДОК И НАВОЗОХРАНИЛИЩ

Карантинная площадка должна быть на 25—30 см выше окружающей территории. По периметру ее устраивают канавки для отвода жижи. Канавку от поступления воды с водосборной площади защищают валиком высотой 25—30 см. Для сбора жижи, отводимой с площадки, устраивают заглубленные жижесборники, вместимость которых зависит от способа и длительности хранения

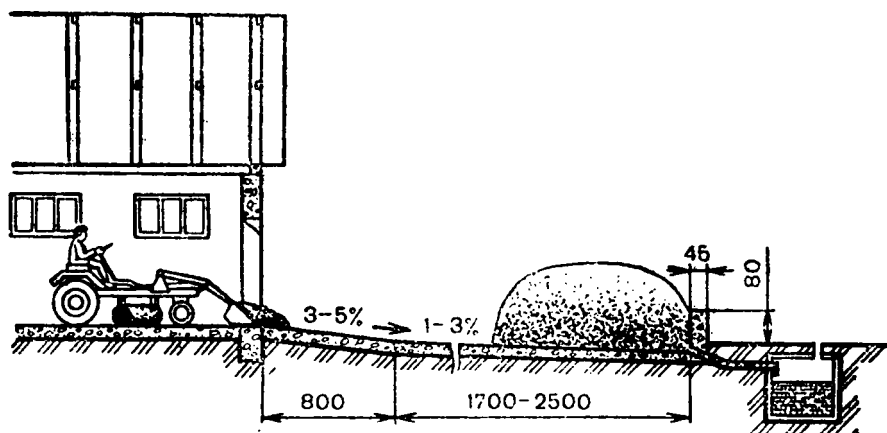


Рис. 2. Схема устройства бетонированной площадки при удалении навоза бульдозером

жижи. По данным НИУИФ, на каждые 10 т свежего навоза за 4 месяца накапливается навозной жижи: при холодном способе хранения — 170 л, при горячепрессованном (способ Кранца) — 450 и при рыхлом — 1000 л.

Площадь карантинной площадки на ферме должна позволять также хранить на ней навоз во время бездорожья.

Схема устройства бетонированной карантинной площадки приведена на рисунке 2.

Навозохранилища располагают несколько ниже животноводческих помещений и других построек. Нельзя строить их на заболоченных участках и вблизи водных источников. Хранилища обсаживают быстрорастущими деревьями и кустарниками и соединяют с карантинной площадкой дорогой с твердым покрытием.

Существуют два типа навозохранилищ: полузаглубленные и наземные. При выборе типа навозохранилища принимают во внимание уровень стояния грунтовых вод, плотность грунта и возможность механизации трудоемких работ по укладке и выгрузке навоза.

Хранилища защищают валиками от затекания в них ливневых и талых вод с водосборной площади. Расстояние между соседними хранилищами должно быть достаточным для заезда машин и удобным для работы техники при загрузке и выгрузке навоза.

Полузаглубленное навозохранилище — это обычно вытянутый котлован прямоугольной формы, обвалованный по длинным сторонам. В торцах котлована устраивают пандусы для въезда и выезда машин, по бокам — жижесборники. Котлован строят глу-

биной 0,5—1,5 м в зависимости от уровня грунтовых вод и плотности грунта. В плотных глинистых грунтах глубина котлована может быть больше, чем в слабых.

Днище котлована должно быть с продольным и поперечным уклонами в сторону жижеборников. Днище и стены хранилища бетонизируют. При строительстве хранилища из сборного железобетона стыки между плитами тщательно замоноличивают, а по поверхности их делают бетонную стяжку.

В котлованные навозохранилища, несмотря на обвалование, нередко попадают ливневые и талые воды. Поэтому лучше строить наземные хранилища.

Наземные навозохранилища проектируют в случае высокого уровня стояния грунтовых вод. Забетонированное днище хранилища должно быть примерно на 20 см выше поверхности почвы. Боковые стенки делают из бетона или сборного железобетона, стыки между плитами тщательно замоноличивают. Вокруг хранилища устраивают отмокку для стока талых и ливневых вод. Днище хранилища должно быть с уклоном в сторону жижеборников. Ввод в них жижи — по трубам. Территорию вокруг хранилища планируют. Отмокку у откосов обваловки выполняют с уклоном в сторону водоотводных лотков для стока ливневых и талых вод.

По обеим сторонам хранилища строят жижеборники вместимостью 5 м³: для хранилища на 1000 т — 6 шт., на 1500 т — 8. Навоз в хранилище укладывают сначала в конце котлована на высоту 2,5—3 м, затем уплотняют его гусеничным трактором. При хранении навоз поливают жидкой, откачиваемой из сборников.

В прифермских навозохранилищах и на карантинных площадках крупных животноводческих комплексов для буртования навоза и погрузки его в прицепы и автомобили используют электрифицированный погрузчик-перегрузчик ПОУ-40 или козловой кран специальный ККС-Ф-2.

Эффективно смешивание навоза с торфом и временное хранение смеси на бетонированной площадке, примыкающей к стене помещения (рис. 3).

Такие площадки много лет успешно используют в колхозе «Передовик» Псковского района Псковской области.

Хранение навоза под скотом. При беспривязном содержании скота и достаточном количестве подстилки навоз в течение длительного времени можно оставлять под скотом. В этом случае животноводческие помещения очищают от навоза во время вывозки его в поле. При хранении навоза под скотом потери азота и других питательных веществ сокращаются до минимума. Систематическую очистку помещений при беспривязном содержании животных проводят только в том случае, когда хозяйство не располагает достаточным количеством подстилки.

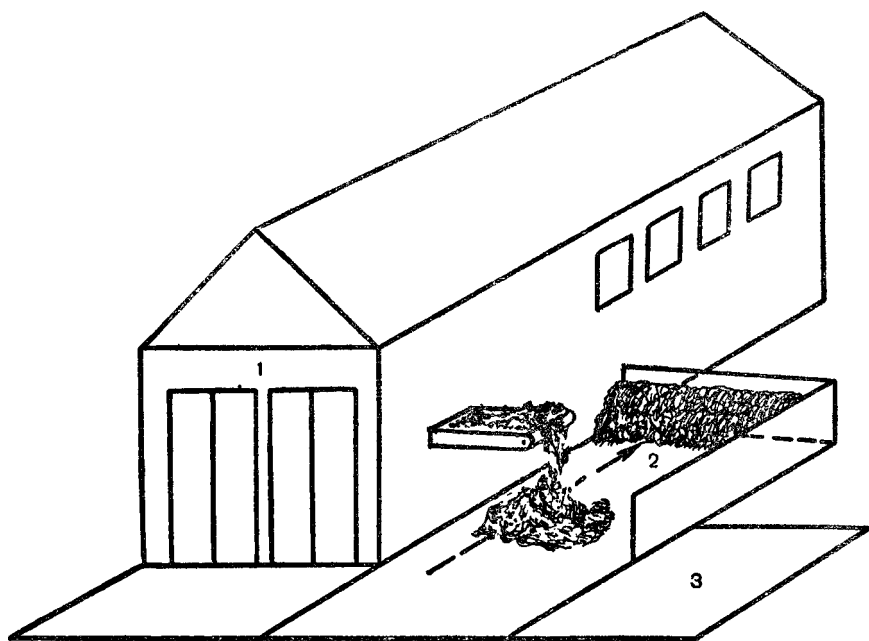


Рис. 3. Схема устройства бетонированной площадки при транспортном удалении навоза:

1 — животноводческое помещение; 2 — площадка для накопления навоза и смешивания его с торфом; 3 — площадка для хранения торфа

В поле навоз хранят в штабелях на грунтовых площадках. Штабеля не следует укладывать во впадинах, вблизи оврагов, водоемов, шоссе и на крутых склонах. Зимой укладку штабеля в поле необходимо заканчивать в один день во избежание промерзания, в противном случае к нему придется прокладывать дорогу по снегу. Нельзя хранить навоз в мелких кучах, так как в этом случае он почти полностью теряет аммиачный азот, в результате чего снижается его удобрительная ценность.

ВЫХОД ГОТОВОГО НАВОЗА И ЕГО ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Выход готового подстильного навоза находится в прямой зависимости от длительности стойлового периода (табл. 27).

Количество подготовленного к внесению подстильного навоза лучше всего определять путем взвешивания на автомобильных весах при вывозке его в поле. При отсутствии весов количество

навоза определяют по объему (путем обмера) и объемной массе. Масса 1 м³ навоза в зависимости от степени разложения неодинакова: у свежего подстилочного навоза без уплотнения она составляет 300—400 кг, в уплотненном состоянии — 700, полуперепревшего — 800, сильноразложившегося — 900 кг.

27. Годовое количество навоза от одного животного при содержании на соломенной подстилке, т
(по данным И. П. Мамченкова, 1964)

Взрослые животные	Продолжительность стойлового периода, дней			
	240—220	220—200	200—180	менее 180
Крупный рогатый скот	9—10	8—9	6—8	4—5
Лошади	7—8	5—6	4—4,5	2,5—3
Свины	2,25	1,75	1,5	1,0
Овцы	1,0	0,9	0,6—0,8	0,4—0,5

Для разработки системы удобрения и ежегодного плана применения удобрений в хозяйстве лучше всего использовать данные химического состава подготовленного к внесению навоза по результатам химических анализов районной агрохимлаборатории или проектно-изыскательской станции химизации. При отсутствии таких данных можно пользоваться обобщенными данными, приведенными в таблице 28.

28. Химический состав подстилочного навоза
(по данным анализов зональных агрохимлабораторий, обобщенным ЦИНАО)

Химический состав	Вид навоза			
	КРС	свиной	конский	овечий
pH	8,1	7,9	7,9	7,9
C : N	19	13	21	17
Содержание при натуральной влажности, %:				
азот общий	0,54	0,84	0,59	0,86
азот аммиачный	0,07	0,15	0,09	0,14
фосфор (P ₂ O ₅)	0,28	0,58	0,26	0,47
калий (K ₂ O)	0,60	0,62	0,59	0,88
Органическое вещество	21,0	21,9	22,6	28,0
Зола	14,0	17,4	8,4	23,0
Вода	65,0	60,7	69,0	49,0

Эти данные можно использовать при расчете норм внесения навоза под различные культуры, а также при расчетах баланса питательных веществ в земледелии. Характеристика качества навоза

крупного рогатого скота по основным районам РСФСР приводится в таблице 29.

29. Химический состав навоза крупного рогатого скота (по данным зональных агрохимических лабораторий)

Район	Содержание, %						рН	С : N
	азота		фос-фора	калия	органического вещества	воды		
	общего	аммиачного						
Северо-Западный	0,41	0,09	0,23	0,44	17,8	77,0	8,0	22
Центральный	0,49	0,07	0,27	0,39	19,1	75,5	7,9	20
Волго-Вятский	0,41	0,06	0,19	0,41	18,1	78,5	8,0	22
Центрально-Чернозем- ный	0,60	0,08	0,30	0,60	19,4	66,5	7,9	16
Поволжский	0,63	0,05	0,32	0,68	20,0	55,0	7,9	16
Северо-Кавказский	0,69	0,05	0,30	0,99	23,8	50,5	8,2	17
Западно-Сибирский *	0,82	0,05	0,29	0,78	19,9	51,5	7,8	12
Восточно-Сибирский	0,48	0,03	0,41	0,51	20,7	66,0	8,0	21
Дальневосточный	0,56	0,07	0,30	0,67	19,2	63,0	7,7	17

* Перегонной.

Кроме основных элементов питания растений, в навозе имеются микроэлементы, количество которых колеблется в очень широких пределах в зависимости от содержания их в почве, на которой выращены кормовые культуры (табл. 30).

30. Содержание микроэлементов в 20 т навоза при влажности 78%, г (по данным Н. А. Аткинсона) *

Микроэлемент	Минимум	Максимум	Среднее
Бор	22,5	260,0	101,0
Марганец	375,0	2745,0	1005,5
Кобальт	1,25	23,5	5,2
Медь	38,0	204,0	78,0
Цинк	215,0	1235,0	481,0
Молибден	4,2	20,9	10,3

* Пересчет в граммы на 20 т навоза сделан В. М. Перепелицей (1969).

Содержание микроэлементов в навозе имеет исключительно важное значение, потому что почва, удобряемая только минеральными туками, с каждым годом все более и более обедняется биогенными микроэлементами, жизненно важными для человека и животных, ухудшается биологическая ценность продукции растениеводства и животноводства.

НОРМЫ, СРОКИ И СПОСОБЫ ВНЕСЕНИЯ НАВОЗА

Нормы внесения навоза зависят в основном от почвенно-климатических условий и вида культуры. На севере применяют более высокие нормы, чем на юге и засушливом юго-востоке.

На дерново-подзолистых почвах, бедных питательными веществами, навоз вносят в больших количествах, чем на черноземах и высококультуренных почвах.

Озимые и яровые зерновые при прочих равных условиях требуют менее высоких норм навоза, чем кукуруза, картофель, сахарная свекла, конопля и другие пропашные и технические культуры. Самые большие нормы навоза заделывают под кормовые корнеплоды, силосные и овощные культуры (огурцы, капуста и др.).

По мере увеличения норм внесения навоза урожайность почти всех сельскохозяйственных культур непрерывно повышается и только при очень высоких нормах (100—150 т/га) перестает расти, а в некоторых случаях даже снижается. Наиболее быстро уменьшаются прибавки урожая зерновых культур. Внесение под эти культуры навоза в нормах выше 20—30 т/га дает лишь незначительный прирост урожая. Хотя по остальным культурам рост урожая прекращается не так быстро, как по зерновым, окупаемость каждой тонны навоза прибавками урожая при этом снижается.

31. Прибавки урожая первой и последующих двух культур в зависимости от норм внесения навоза, ц/га (по данным ВИУА)

Культура	Норма навоза, т/га		Превышение прибавки урожая при норме 40 т/га по сравнению с 20 т/га, %
	20	40	
Озимая пшеница (удобренная навозом)	5,6	7,2	29
Картофель (вторая культура по навозу)	27	46	67
Яровая пшеница (третья культура по навозу)	3,2	5,6	75

При недостатке навоза в хозяйстве целесообразно использовать его меньшими нормами, но на большей площади. Исключение составляют бедные, сильноистощенные почвы, которые для быстрейшего их окультуривания нуждаются в больших нормах навоза.

При оценке эффективности внесения разных норм навоза надо учитывать его действие не только на первую культуру, но и на

последующие. Более сильное последствие во всех почвенно-климатических зонах наблюдается при внесении высоких норм навоза (табл. 31).

ОСОБЕННОСТИ И НОРМЫ УДОБРЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ КУЛЬТУР

Хлебные злаки. Если навоза достаточно для внесения под пропашные культуры, то часть его используют для удобрения озимой пшеницы и ржи. Наибольшее количество питательных веществ озимые культуры потребляют в начальные фазы роста. Например, озимая пшеница около 60% азота и 75% фосфора использует в период от кущения до цветения. Внесение навоза под вспашку или перепашку пара в сочетании с фосфорно-калийными удобрениями обеспечивает хорошее питание озимых зерновых культур в начальные фазы развития, в результате чего всходы хорошо укореняются, быстро трогаются в рост и накапливают в тканях большое количество сахаров, что предохраняет растения от вымерзания. Весной озимые требуют усиленного азотного питания. Это обеспечивается подкормкой азотными удобрениями, а в дальнейшем — за счет минерализации азота навоза. В качестве основного удобрения на среднекультуренных почвах под озимые вносят в пары на 1 га 18—20 т навоза, 45—60 кг фосфора и 30—40 кг калия. При выращивании озимой пшеницы по пару для подкормки дают 40—50 кг/га азота. Для получения высокого урожая при хорошем качестве зерна, отвечающего стандартам сильных пшениц, вносят еще около 30 кг/га азота в позднюю подкормку и в фазу колошения — цветения. При возделывании пшеницы по непаровым предшественникам общую норму минеральных удобрений увеличивают до 100—120 кг/га. Применение такого количества удобрений обеспечивает получение урожая пшеницы 35—40 ц/га.

Кукуруза. В большинстве районов ее возделывают на зеленый корм и на силос. Решающее значение для получения высоких урожаев имеет основное удобрение во всех зонах, особенно в Нечерноземной и лесостепной. Навоз под кукурузу вносят осенью под зяблевую вспашку. Для получения урожая зеленой массы 400—500 ц/га необходимо внести 30 т навоза в сочетании с минеральными удобрениями в дозе $N_{120}P_{90}K_{120}$. На выщелоченном и карбонатном черноземах доза калия может быть уменьшена до 60 кг, а на сероземах, предкавказских и приазовских черноземах — до 30 кг/га. Всю дозу навоза, калия и $1/2$ дозы фосфора запахивают под зябь, а азот и $1/2$ дозы фосфора дают весной под перепашку зяби или культивацию.

Картофель. Наибольшие прибавки урожая клубней (2—3 ц на 1 т навоза) на дерново-подзолистых почвах получают при вне-

сении 40 т навоза, а на черноземах — 25—30 т/га. Для получения урожая клубней 250—300 ц требуется обычно 30—40 т навоза в сочетании с минеральными туками $N_{90}P_{90}K_{90}$. На дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почвах и серых лесных суглинках норму калия увеличивают до 120 кг/га.

Сахарная свекла. При достаточных запасах навоз вносят и под парозанимающие культуры и под свеклу. Для получения урожая корней сахарной свеклы 350 ц/га необходимо внести 90 кг азотных удобрений в сочетании с 20—30 т навоза на черноземах, на оподзоленных и выщелоченных черноземах, а также на серых лесных почвах — 100—120 кг/га. Норма фосфорных удобрений должна быть выше, в среднем для Черноземной зоны она составляет обычно 110—130 кг P_2O_5 на 1 га. Калия на обыкновенных черноземах достаточно 60 кг, на типичных и выщелоченных черноземах — 90 кг и на серых лесных почвах — 120 кг/га. Внесение навоза с осени под зябь — непереносимое условие возделывания свеклы.

Кормовая свекла. Эта культура менее требовательна к питанию, чем сахарная свекла, однако весьма отзывчива на навозное удобрение. На окультуренных почвах Нечерноземной зоны для получения урожая корнеплодов 500—600 ц/га необходимо, как правило, вносить в хозяйствах около 30 т навоза в сочетании с $N_{120}P_{60}K_{180}$.

Овощные культуры. Для промышленного овощеводства наиболее пригодны легкие и средние суглинки с pH 5,5—6,0 при содержании гумуса в почвах 2,5—4 %. На тяжелосуглинистых и глинистых почвах выращивают преимущественно капусту, сельдерей, ревень. На торфяниках не рекомендуется возделывать томат, огурцы и другие теплолюбивые или ранние культуры.

Потребность овощных культур в питательных веществах удовлетворяется в основном за счет минеральных удобрений. Многие овощные, особенно огурец, лук и морковь, весьма чувствительны к повышенной концентрации солей в почвенном растворе в первые фазы роста и развития. Поэтому под указанные культуры минеральные удобрения применяют на фоне навоза, нормы которого различны в зависимости от гумусированности почв и биологических особенностей культур.

Высокие урожаи овощных культур получают при внесении в почву значительного количества минеральных удобрений при сочетании их в севообороте с органическими. Ориентировочные нормы удобрений под овощные культуры приводятся в таблице 32.

Нормы внесения удобрений при закладке, посадке и выращивании плодово-ягодных культур приведены в таблицах 33, 34 и 35.

Средние нормы внесения органических и минеральных удобрений для плодоносящих садов и ягодников приводятся в таблицах 36 и 37.

32. Нормы внесения удобрений под овощные культуры (по данным, обобщенным НИИОХ, 1981)

Культура	Обеспеченность почвы питательными веществами	Урожай- ность, ц/га	Удобрения			органи- ческие, т/га
			минеральные, кг/га			
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
1	2	3	4	5	6	7
Дерново-подзолистая суглинистая почва						
Капуста белоко- чанная средне- и позднеспелая	Средняя	500	100	80	140	60
То же	»	700	170	120	180	60
»	Повышенная	500	80	60	120	40
»	»	700	130	100	160	40
Капуста белоко- чанная ранняя	Средняя	300	90	60	100	—
То же	»	400	120	100	140	—
»	Повышенная	350	90	70	100	—
»	»	550	150	120	150	—
Капуста цветная	Средняя	150	100	80	110	40
То же	»	250	150	110	170	40
»	Повышенная	200	110	80	120	30
»	»	300	150	100	160	30
Морковь	Средняя	300	50	60	80	20
»	»	500	100	80	120	30
»	Повышенная	400	50	60	70	—
»	»	600	120	90	130	20
Свекла	Средняя	300	70	60	100	—
»	»	500	140	100	160	—
»	Повышенная	400	70	60	100	—
»	»	600	120	100	150	—
Томат	Средняя	150	60	120	70	—
»	»	250	80	160	90	—
»	Повышенная	200	60	120	70	—
»	»	300	80	140	90	—
Огурец	Средняя	150	50	70	110	80
»	»	250	90	100	120	80
»	Повышенная	200	70	80	100	60
»	»	300	90	100	120	60
Зеленные культу- ры	Средняя	150	60	50	80	40
То же	»	250	100	90	120	40
»	Повышенная	200	50	40	70	30
»	»	300	90	80	110	30
Редис	Средняя	150	50	60	70	30
»	»	250	100	100	110	30
»	Повышенная	200	60	70	70	20
»	»	300	100	100	120	20
Лук репчатый	Средняя	150	50	70	80	40
То же	»	250	80	90	100	40
»	Повышенная	200	60	70	80	30
»	»	300	80	80	100	30

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7
Пойменная минеральная суглинистая почва						
Капуста белокочанная средне- и позднеспелая	Средняя	500	90	80	140	60
То же	»	700	150	120	180	60
»	Повышенная	500	60	60	100	40
»	»	700	100	100	140	40
Капуста белокочанная ранняя	Средняя	350	70	60	100	—
То же	»	450	100	90	150	—
»	Повышенная	400	70	60	100	—
»	»	600	120	100	140	—
Капуста цветная	Средняя	150	90	80	140	40
То же	»	250	130	120	180	40
»	Повышенная	200	90	90	120	30
»	»	300	140	130	200	30
Морковь	Средняя	300	50	50	80	—
»	»	500	80	80	140	—
»	Повышенная	400	60	60	90	—
»	»	600	80	80	140	—
Свекла	Средняя	300	80	70	110	—
»	»	500	140	100	210	—
»	Повышенная	400	70	70	120	—
»	»	600	120	100	170	—
Томат	Средняя	150	50	110	80	—
»	»	250	80	160	110	—
»	Повышенная	200	60	120	80	—
»	»	300	90	150	120	—
Огурец	Средняя	150	40	70	100	80
»	»	250	90	100	140	80
»	Повышенная	200	60	70	110	60
»	»	300	90	100	140	60
Зеленные культуры	Средняя	150	40	50	70	40
То же	»	250	80	90	110	40
»	Повышенная	200	50	60	90	30
»	»	300	90	110	130	30
Редис	Средняя	150	60	70	120	30
»	»	250	100	90	160	30
»	Повышенная	200	60	60	90	20
»	»	300	100	90	130	20
Лук репчатый	Средняя	150	50	60	90	30
То же	»	250	70	80	120	30
Лук репчатый	Повышенная	200	50	60	80	20
То же	»	300	80	90	120	20

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7
Низинный торфяник						
Капуста бело- чанная средне- и позднеспелая	Средняя	500	80	100	180	—
То же	»	700	110	140	250	—
»	Повышенная	600	60	100	180	—
»	»	800	100	140	240	—
Морковь	Средняя	300	30	60	90	—
»	»	500	50	100	160	—
»	Повышенная	400	30	70	120	—
»	»	600	50	100	170	—
Свекла	Средняя	300	40	80	140	—
»	»	500	80	110	220	—
»	Повышенная	400	40	80	150	—
»	»	600	70	120	200	—

§3. Нормы внесения удобрений при вспашке участка под сады и ягодники

Культура	Северная зона, почвы дерново- подзолистые			Средняя зона, черноземы			Южная зона (кашта- новые почвы, южные черноземы)		
	глубина вспашки, см	навоз, т/га	P_2O_5 и K_2O , кг/га	глубина вспашки, см	навоз, т/га	P_2O_5 и K_2O , кг/га	глубина вспашки, см	навоз, т/га	P_2O_5 и K_2O , кг/га
Плодовые	40—50	40—60	150	60	30—40	120	65—70	30—40	120
Кустарниковые	35—40	60—80	120	40—50	40—60	100	50	40—60	100
Земляника	25—30	40—60	90	35—40	30—40	60	40	30—40	60

СРОКИ И СПОСОБЫ ВНЕСЕНИЯ

Во всех зонах и почти на всех почвах РСФСР (за исключением песчаных в районах избыточного увлажнения) для яровых культур наиболее эффективно осеннее применение навоза под зяблевую вспашку. Большинство хозяйств не имеет возможности вносить навоз осенью, так как в это время тракторы и транспорт заняты на уборке и вывозе урожая. Поэтому основную массу органических удобрений во многих районах вносят, как правило, весной.

По обобщенным данным результатов опытов, эффективность навоза при осеннем и весеннем применении одинаково высокая. Однако несвоевременное разбрасывание органических удобрений весной приводит к опозданию с посевом и посадкой, снижению урожая.

34. Нормы внесения удобрений при посадке садов и ягодников, кг на посадочную яму

Удобрения	Дерново-подзолистые почвы			Черноземы и каштановые почвы		
	семянко- вые	косточ- ковые	кустарни- ковые	семянко- вые	косточ- ковые	кустар- никовые
Навоз перепревший, компост, перегной	20—30	10	6—8	10—15	8	4—6
Суперфосфат чистый	1	0,4	0,2	0,5	0,3	0,15
Суперфосфат в смеси с фосмукой 1:2	1,5	0,6	0,4	—	—	—
Хлористый калий	0,1	0,05	0,03	0,06	0,04	0,02
Сернокислый калий	0,15	0,06	0,04	0,08	0,05	0,03
Древесная зола	0,8	0,4	0,2	0,4	0,2	0,1
Известняковая и доломитовая мука	0,6—1	0,3—0,4	0,1—0,15	—	—	—

35. Нормы внесения удобрений на одно дерево в молодых садах

Норма удобрения	Возраст сада, лет				
	1—2	3—4	5—6	7—8	9—10
Северная зона					
Диаметр приствольного круга, м	1,5	2,5	3,0	3,5	4,0
Норма навоза (компоста), кг:	10—15	15—20	20—30	30—40	40—50
N, г	15	25	35	48	62
P ₂ O ₅ , г	18	30	42	58	75
K ₂ O, г	15	25	35	48	62
Средняя зона, орошаемые сады:					
N, г	12	20	28	38	50
P ₂ O ₅ , г	15	25	35	48	62
K ₂ O, г	12	20	28	38	50
Южная зона, орошаемые сады:					
N, г	18	30	42	58	75
P ₂ O ₅ , г	18	30	42	58	75
K ₂ O, г	15	25	35	48	62
Южная зона, неорошаемые сады:					
N, г	9	15	21	29	38
P ₂ O ₅ , г	12	20	28	38	50
K ₂ O, г	6	10	14	19	25

36. Средние нормы внесения удобрений для плодосающих садов

Зона плодводства, почва	Сочетание минеральных удобрений с органическими	Минеральное удобрение, кг/га			Навоз или ком- пост, т/га
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Северная зона и западная часть средней зоны; дер- ново-подзолистая	Совместно с навозом	45—60	40	45—60	20—30
	При летнем посеве си- дератов без внесения на- воза	70—80	50	70—80	—
	При внесении органиче- ских удобрений через год, а в промежуточный год только NPK	90	60	90	30—40
Средняя зона: центральная и приволжская части; черно- зем	Совместно с навозом	40—50	40	40—50	10—15
	При летнем посеве си- дератов без внесения на- воза	60	50	60	—
	При внесении органиче- ских удобрений через год, а в промежуточный год только NPK	70—80	60	70—80	20—30
Южная зона: районы, доста- точно обеспе- ченные влагой, и орошаемые сады засуш- ливых районов	Совместно с навозом	60—75	50	40—50	15—20
	При летнем или ранне- осеннем посеве сидера- тов без внесения навоза	60—100	60	50—60	—
	При внесении органиче- ских удобрений через год, а в промежуточный год только NPK	120	80	80	30—40
Южная зона: неорошае- мые сады за- сушливых рай- онов	Совместно с навозом	30	20	20	20
	При летнем или ранне- осеннем посеве сидера- тов без внесения навоза	40	30	30	—
	При внесении органиче- ских удобрений через год, а в промежуточный год только NPK	60	40	60	30—40

Эффект от зимнего внесения навоза значительно ниже, чем от осеннего или весеннего (табл. 38). Это объясняется в основном потерями аммиачного азота из навоза при разбрасывании его по снегу. Возможны также потери калия и фосфора вместе с талыми водами. Из торфяного навоза и торфонавозных компостов теряется намного меньше аммиака, чем из навоза, приготовленного на соломенной подстилке.

По хозяйственным соображениям, широко применяют зимнюю вывозку навоза в поле. Навоз в поле укладывают в большие штабеля шириной не менее 6—8, высотой 3—4 м и хорошо уплотняют. Если навоз по полю распределяют навозоразбрасывателем,

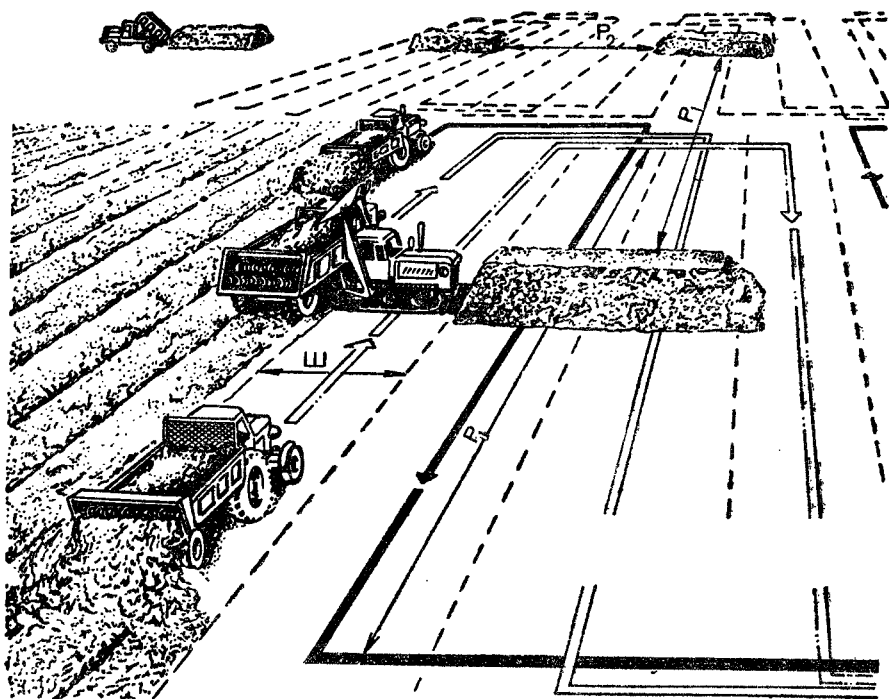


Рис. 4. Перевалочная технология внесения органических удобрений (см. с. 237).

то, исходя из нормы внесения, штабеля в поле располагают так, чтобы навозоразбрасыватель работал при минимуме холостых проездов (рис. 4).

Иногда при зимней вывозке навоз размещают в поле небольшими кучами, что резко снижает его удобрительное действие (табл. 39). Навоз в кучах сильно выветривается и пересыхает, питательные элементы из него выщелачиваются дождевыми и талыми водами, создается пестрота полей, которая особенно отрицательно влияет на урожай озимых и яровых зерновых культур. Нередко этот прием задерживает весеннюю обработку полей, так как земля под кучами оттаивает медленно.

Бульдозеры для распределения навоза применять не следует, так как это не обеспечивает повышения урожая, а часто приводит к его снижению из-за полегания и неравномерного созревания зерновых и засорения посевов.

Способы внесения подстилочного навоза. Наиболее распространен сплошной способ внесения навоза по всей поверхности поля кузовными навозоразбрасывателями с последующей заделкой.

37. Средние нормы внесения удобрений для ягодных культур

Зона плодводства, почва	Сочетание минеральных удобрений с органическими	Минеральное удобрение, кг/га			Навоз или ком- пост, т/га
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Земляника и малина					
Северная зона и западная часть средней зоны; дер- ново-подзолистая	Совместно с навозом	40—50	60	50—60	20—30
	Навоз вносят через год, а в промежуточный год NPK	60	60	60	30—40
Средняя зона: центральная и приволжская ча- сти; чернозем	Совместно с навозом	40	50	40	15—20
	Навоз вносят через год, а в промежуточный год NPK	50	60	50	30
Южная зона: районы, доста- точно обеспе- ченные влагой, и орошаемые участки засуш- ливых районов	Совместно с навозом	40—50	60	40	20—30
	Навоз вносят через год, а в промежуточный год NPK	60—70	60	40—50	30—40
Смородина и крыжовник					
Северная зона и западная часть средней зоны; дер- ново-подзолистая	Совместно с навозом	60	60	60	20—30
	Навоз вносят через год, а в промежуточный год NPK	90	90	90	40
Средняя зона: центральная и приволжская части; черно- зем	Совместно с навозом	40—50	40—50	40—50	20
	Навоз вносят через год, а в промежуточный год NPK	60—75	60—75	60—75	30

Эффективно локальное (местное) внесение навоза в борозды или лунки (табл. 40). В опытах ВИАУ на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве Центральной опытной станции в Барыбино Московской области прибавка урожайности картофеля от внесения в борозды по 20 т/га навоза составила 75 ц/га, а при сплошном внесении по 40 т/га — 70 ц/га. На супесчаной почве во Владимирской области от указанных доз навоза получили с 1 га соответственно по 143 и 144 ц клубней. При внесении навоза в лунки по 5 т/га прибавка урожайности клубней составила 77 ц/га, а при сплошном внесении по 20 т/га — 113 ц/га.

Однако локальное внесение навоза в колхозах и совхозах не получило широкого распространения, так как требует больших затрат ручного труда. В отдельных хозяйствах, хорошо обеспеченных рабочей силой, навоз с успехом применяют при посадке рас-сады овощных культур в лунки.

38. Влияния подстилочного навоза на урожайность картофеля
(по данным, обобщенным В. А. Васильевым, ВИАУ)

Научное учреждение	Почва	Прибавка урожайности при внесении навоза, %			
		под зябь	по замёрзшей зяби	по снегу	весной
ЦОС ВИАУ	Дерново-подзолистая, тяжелосуглинистая	20	21	17	27
Судогодская опытная станция ВИАУ	Дерново-подзолистая, супесчаная	44	—	46	46
То же	То же	—	57	58	70
»	»	22	24	21	33
Смоленская опытная станция	Дерново-подзолистая, легкосуглинистая	—	—	15	12
ЦНИИМЭСХ	То же	21	21	16	24
Брестская ЗАЛ	Дерново-подзолистая, супесчаная	30	35	26	26
Северо-Западный НИИ сельского хозяйства	Дерново-подзолистая, суглинистая	—	—	44	42
Уютненское опытное поле Курской области	Выщелоченный чернозем	—	—	37	11

39. Влияние способов укладки навоза в поле при зимней вывозке на его удобрительное действие (по данным ВИАУ)

Культура	Урожай, ц/га			
	без навоза	навоз вывезли весной и немедленно запахивали	навоз вывозили зимой и до запашки хранили	
			в больших штабелях	в мелких кучах
Озимая рожь	8,6	14,8	14,5	10,7
Картофель	112	199	186	135

40. Оплата навоза прибавками урожая картофеля (данные ВИАУ)

Способ и норма внесения навоза на 1 га, т	Суглинистая почва		Супесчаная почва	
	прибавка от всей нормы навоза, ц/га	прибавка на 1 т навоза, кг	прибавка от всей нормы навоза, ц/га	прибавка на 1 т навоза, кг
Сплошное внесение — 40	70	174	144	361
Сплошное внесение — 20	48	238	113	563
В борозду:				
20	75	377	143	715
10	44	435	92	918
В лунку — 5	20	516	77	1540

ДЕЙСТВИЕ НАВОЗА НА УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУР

При правильном использовании навоз значительно влияет на урожай сельскохозяйственных культур во всех природных зонах и на всех типах почв РСФСР. Действие навоза на первую культуру зависит от почвенно-климатических условий: в северных и северо-западных районах в достаточно увлажненной зоне дерново-подзолистых почв он дает наивысший эффект; по мере продвижения от северных и северо-западных районов на юг и юго-восток в засушливую зону действие навоза постепенно ослабевает (табл. 41).

41. Эффективность навоза в год внесения

(по данным, обобщенным В. А. Васильевым, С. Ф. Полуниным и др., ВИУА)

Район	Урожай в конт- роле, ц/га	Прибавка урожая (ц/га) при нормах внесения навоза, т/га			Оплата 1 т навоза прибавками урожая (кг) при нормах внесения навоза, т/га		
		20	20—40	40	20	20—40	40
1	2	3	4	5	6	7	8

Картофель

Без использования минеральных удобрений

РСФСР	173	30	40	174	201	152	122
Северо-Западный	163	32	41	42	211	136	84
Центральный	157	37	52	77	240	172	128
Волго-Вятский	197	—	16	—	—	54	—
Центрально-Чернозем- ный	227	27	—	—	135	—	—
Поволжский	228	11	18	—	110	90	—
Северо-Кавказский	131	22	21	—	144	68	—
Уральский	154	—	42	—	—	139	—
Восточно-Сибирский	147	27	44	61	180	146	122
Дальневосточный	111	20	39	66	133	130	132

При внесении минеральных удобрений

РСФСР	198	41	59	59	201	153	115
Северо-Западный	191	41	43	53	204	144	106
Центральный	190	42	66	—	210	164	120 *
Волго-Вятский	218	—	60	—	—	149	—
Северо-Кавказский	233	—	34	—	—	114	—
Дальневосточный	201	14	23	70	93	77	67

Сахарная свекла

Без использования минеральных удобрений

РСФСР	308	35	43	59	211	144	98
Центральный	180	30	49	79	200	163	131

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8
Центрально-Чернозем- ный	359	40	—	—	224	—	—
Поволжский	246	36	—	76	243	—	127
Северо-Кавказский	276	23	40	35	156	133	58
Озимая пшеница							
<i>Без использования минеральных удобрений</i>							
РСФСР	22,4	3,1	4,7	6,4	18,5	13,4	12,8
Центральный	27,4	4,5	8,9	—	22,5	22,5	—
Центрально-Чернозем- ный	25,2	3,4	—	—	17,2	—	—
Поволжский	20,7	2,6	4,7	4,2	17,6	15,5	8,4
Северо-Кавказский	22,2	2,9	3,8	7,2	18,2	12,7	14,4
<i>При внесении минеральных удобрений</i>							
РСФСР	27,5	1,9	1,5	—	14,6	4,9	—
Центральный	27,5	—	4,9	—	—	16,3	—
Поволжский	21,1	1,8	—	—	12,0	—	—
Северо-Кавказский	29,8	1,9	0,8	0,6	15,5	2,6	—
Озимая рожь							
<i>Без использования минеральных удобрений</i>							
РСФСР	18,7	4,9	5,0	—	32,7	16,7	—
Северо-Западный	18,3	4,7	7,6	—	31,0	25,0	—
Центральный	20,6	8,5	9,0	—	57,0	30,0	—
Волго-Вятский	22,0	—	3,7	—	—	12,3	—
Поволжский	16,5	2,6	2,4	—	17,5	7,9	—
Северо-Кавказский	18,8	2,0	3,9	—	13,3	13,0	—
Уральский	15,1	3,9	5,1	—	26,0	17,1	—
Дальневосточный	10,0	1,4	1,7	—	9,3	5,7	—
<i>При внесении минеральных удобрений</i>							
РСФСР	25,7	1,4	3,2	—	—	10,5	—
Северо-Западный	30,1	—	1,0	—	—	3,3	—
Центральный	29,5	—	2,1	—	—	7,0	—
Волго-Вятский	28,5	—	5,5	—	—	18,3	—
Поволжский	19,7	1,4	2,5	—	9,1	8,3	—
Яровые зерновые							
<i>Без использования минеральных удобрений</i>							
РСФСР	15,1	1,9	3,2	—	12,2	11,3	—
Северо-Западный	15,7	—	4,6	—	—	15,0	—
Волго-Вятский	20,9	1,0	—	—	6,0	—	—
Центрально-Чернозем- ный	23,5	4,6	5,1	—	23,0	17,0	—

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8
Поволжский	13,8	1,7	2,9	—	11,1	9,6	—
Северо-Кавказский	11,7	1,2	2,4	—	12,0	12,0	—
Уральский	12,5	1,2	3,3	—	8,0	11,0	—
Западно-Сибирский	16,0	1,8	—	—	9,0	—	—
Восточно-Сибирский	16,5	2,4	3,0	—	16,0	11,3	—
Дальневосточный	10,7	1,6	2,7	—	10,0	9,0	—

При внесении минеральных удобрений

РСФСР	17,9	2,5	2,5	—	13,4	10,8	—
Северо-Западный	25,6	—	2,4	—	—	9,0	—
Волго-Вятский	22,5	—	3,5	—	—	11,7	—
Поволжский	18,4	2,0	—	—	13,3	—	—
Западно-Сибирский	16,4	2,7	—	—	13,5	—	—
Дальневосточный	20,7	—	5,5	—	—	5,0	—

Зерновые колосовые в целом (показатели расчетные)*Без использования минеральных удобрений*

РСФСР	16,3	2,5	3,9	—	17,1	14,2	—
Северо-Западный	16,8	4,7	6,0	—	25,3	18,0	—
Центральный	22,9	4,1	7,4	—	27,3	29,6	—
Волго-Вятский	21,5	2,9	4,0	—	16,3	13,0	—
Центрально-Чернозем- ный	23,6	3,0	5,3	—	18,6	15,2	—
Поволжский	14,7	2,3	3,3	—	15,3	13,2	—
Северо-Кавказский	17,6	2,0	3,3	—	13,3	13,2	—
Уральский	12,7	2,5	4,2	—	15,6	15,8	—
Западно-Сибирский	16,0	1,8	1,8	—	12,0	7,2	—
Восточно-Сибирский	16,5	2,4	3,0	—	20,0	12,0	—
Дальневосточный	10,7	1,5	2,2	—	10,0	8,8	—

При внесении минеральных удобрений

РСФСР	23,7	1,9	2,4	—	13,1	8,7	—
Северо-Западный	27,8	—	1,7	—	—	11,5	—
Центральный	28,5	—	3,5	—	—	14,6	—
Волго-Вятский	25,5	—	3,5	—	—	11,5	—
Поволжский	19,7	1,7	2,5	—	11,4	8,3	—
Северо-Кавказский	29,8	1,9	1,8	—	15,5	8,5	—
Западно-Сибирский	16,4	2,7	—	—	10,5	—	—
Дальневосточный	20,7	—	1,5	—	—	5,0	—

Кукуруза на зерно*Без использования минеральных удобрений*

РСФСР	26,0	2,2	3,5 *	—	10,8	18,7 *	—
Центрально-Чернозем- ный	32,6	5,8	—	—	29,8	—	—
Поволжский	24,0	2,4	—	—	16,0	—	—
Северо-Кавказский	25,4	1,9	—	—	19,0	—	—

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

При внесении минеральных удобрений

РСФСР	29,8	0,9	—	—	9,0	8,0 *	—
Северо-Кавказский	29,8	0,9	—	—	9,0	—	—

Кукуруза на силос

Без использования минеральных удобрений

РСФСР	229	31	50	69	180	161	—
Центральный	181	—	151	—	—	378	—
Волго-Вятский	187	—	55	—	—	185	—
Центрально-Чернозем- ный	300	29	—	—	147	—	—
Поволжский	235	26	61	67	172	204	135
Северо-Кавказский	236	14	13	—	93	42	—
Уральский	241	34	45	73	218	150	120
Западно-Сибирский	175	51	—	—	255	—	—
Восточно-Сибирский	238	39	42	—	257	141	—
Дальневосточный	188	—	57	—	—	285	—

При внесении минеральных удобрений

РСФСР	276	27	40	—	179	120	—
Центральный	420	33	71	—	217	178	—
Волго-Вятский	210	—	24	—	—	81	—
Поволжский	289	26	25	—	171	82	—
Уральский	181	—	62	—	—	155	—
Дальневосточный	267	—	49	—	—	247	—

* Установлено методом интерполяции.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ НАВОЗА И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

По действию на урожай навоз не уступает эквивалентному количеству питательных веществ минеральных удобрений, а на слабогумусированных супесчаных и легкосуглинистых почвах даже превосходит (табл. 42). Его преимущество сохраняется как на известкованных, так и известкованных почвах.

На почвах, более обеспеченных гумусом, положительное влияние органического вещества навоза на урожай не проявляется. Однако и разница в пользу минеральных удобрений незначительна. Характерно также, что на черноземах и окультуренных почвах, несмотря на некоторое преимущество минеральных удобрений по сравнению с навозом в первые годы применения, в дальнейшем оно не наблюдается.

При повышении норм удобрений и большем насыщении севооборота пропашными разница в их действии становится весьма

существенной, притом в пользу навоза. Это объясняется тем, что с увеличением нормы физиологически кислых минеральных удобрений ухудшаются физико-химические свойства почвы и условия питания растений.

42. Сравнительное действие навоза и минеральных удобрений на урожай, ц/га з. е.
(по данным, обобщенным В. А. Васильевым, 1971)

Почвы	Число рота- ций сево- оборота	Урожай на конт- роле	Прибавка урожая		Разни- ца в пользу навоза	НСР 0,95
			по навозу	по мине- ральным удобрениям		
Дерново-подзолистые су- песчаные и легкосугли- нистые	26	15,4	11,3	9,4	+1,9	1,9
В том числе по иссле- дованиям, в которых удобрения вносили с из- вестью	15	14,6	14,9	12,1	+2,8	1,8
Дерново-подзолистые тяжело- и среднесугли- нистые	26	14,1	9,6	9,8	-0,2	0,6
Черноземы	11	25,7	5,7	6,9	-1,2	1,3
Окультуренные почвы (зарубежные исследова- ния)	90	18,0	16,8	18,5	-1,7	2,1

В условиях интенсификации сельского хозяйства, по мере роста производства и применения минеральных удобрений, влияние навоза на эффективное использование туков будет возрастать не только на слабогумусированных дерново-подзолистых почвах, но и на черноземах.

ОКУПАЕМОСТЬ НАВОЗА ПРИБАВКАМИ УРОЖАЯ В СЕВООБОРОТАХ

Навоз — удобрение длительного действия. Влияние его на урожай на песчаных и супесчаных почвах продолжается обычно 3—4 года, на дерново-подзолистых легкосуглинистых и суглинистых — 6—8 лет, на тяжелосуглинистых почвах и черноземах — 10—12, а иногда 16 лет. Поэтому об эффективности навоза как удобрения можно судить только по суммарной прибавке урожая всех культур севооборота, выраженной в центнерах зерновых единиц (ц з. е.) в расчете на 1 т внесенного навоза (оплата навоза прибавками урожая). По данным ВИУА, 1 т навоза при равномерном внесении в оптимальные сроки дает ежегодно суммарную прибавку урожая основной и побочной продукции севооборота в среднем 0,9 ц з. е. Размер оплаты навоза прибавками урожая в

различных севооборотах неодинаков (табл. 43). В севооборотах с пропашными культурами она в 1,5 раза выше, чем без пропашных.

43. Оплата навоза прибавками урожая в зависимости от вида севооборота
(по данным, обобщенным В. А. Васильевым, 1971)

Севооборот	Число ротаций	Среднегодовая норма навоза, т/га	Оплата на 1 т навоза	
			ц з. е.	%
Зернотравяной	18	6,3	0,66	100
Зернопаровой	70	7,3	0,72	109
Зернозлаотравяной	17	4,8	0,88	133
Зернопаропропашной	80	7,5	0,88	133
Плодосменный	127	6,0	1,04	158
Зернопропашной	8	8,3	1,02	155
Пропашной	14	10,2	1,09	165

Согласно обобщенным ВИУА данным, эффективность навоза на дерново-подзолистых, серых лесных почвах и на черноземах районов достаточного увлажнения примерно одинакова, а на черноземах засушливых районов она значительно снижается (табл. 44).

44. Эффективность навоза и продуктивность 1 га пашни в различных севооборотах по типам почв, ц з. е.
(по данным, обобщенным В. А. Васильевым, 1973)

Показатель	Севооборот		
	зернопаровой	зернопаро-пропашной	плодо-сменный
Количество ротаций	70	80	127
Среднегодовая норма навоза на 1 га севооборота, т	7,3	7,5	6,0
Оплата 1 т навоза			
На дерново-подзолистых и серых лесных почвах	0,87	0,88	1,18
На черноземах районов достаточного увлажнения	0,74	0,88	1,16
На черноземах засушливых районов	0,55	0,89	0,79
Продуктивность 1 га пашни			
На дерново-подзолистых и серых лесных почвах	15,9	19,5	24,7
На черноземах районов достаточного увлажнения	—	34,1	35,1
На черноземах засушливых районов	14,3	27,5	18,9

С ростом среднегодовой нормы навоза на 1 га пашни оплата его прибавками урожая снижастся: в меньшей степени на дерново-подзолистых и серых лесных почвах, в большей — на черноземах районов достаточного увлажнения и в еще большей — на черноземах засушливых районов. Эта закономерность наблюдается во всех севооборотах (табл. 45).

45. Влияние норм навоза на оплату его прибавками урожая
(по данным, обобщенным В. А. Васильевым, 1973)

Почвы	Группа по обеспеченности навозом 1 га, т	Среднегодовая норма навоза на 1 га, т	Количество ротаций	Оплата 1 т навоза, ц з.е.
Дерново-подзолистые и серые лесные почвы	1,6—3,5	2,9	22	0,98
	3,6—6,0	5,3	36	0,91
	6,1—10,0	8,0	63	0,88
	Более 10,0	14,1	15	1,19
Черноземы районов достаточного увлажнения	1,6—3,5	3,1	14	1,07
	3,6—6,0	4,9	64	1,03
	6,1—10,0	7,3	57	0,90
	Более 10,0	13,4	26	0,83
Черноземы засушливых районов	1,6—3,5	2,3	12	0,90
	3,6—6,0	4,8	7	0,68
	6,1—10,0	10,0	13	0,65
	Более 10,0	15,0	5	0,39

Прибавки урожая от последействия навоза, как правило, намного выше, чем от прямого действия удобрения (табл. 46).

46. Соотношение прямого действия и последействия навоза
(по данным, обобщенным В. А. Васильевым, 1972)

Севооборот	Почва	Прибавка урожая, % к суммарной за севооборот		
		от прямого действия (первый год)	от последействия	в том числе в последний год учета урожая
Зернотравяной	Дерново-подзолистая	42	58	7
Плодосменный	То же	25	75	6
Зернопаровой	Чернозем	22	78	9
Зернопаропропашной	»	26	74	17
Плодосменный	»	19	81	10

При длительном применении навоза в севообороте действие его на урожай от ротации к ротации усиливается и прибавки урожая в последних ротациях по сравнению с первой увеличиваются в 1,5 раза и более.

ОТЗЫВЧИВОСТЬ КУЛЬТУР НА УДОБРЕНИЕ НАВОЗОМ

Сельскохозяйственные культуры по-разному реагируют на действие навоза. Наибольшие прибавки урожая он обеспечивает у пропашных культур. Из зерновых более других отзывчивы на удобрение навозом озимая рожь и пшеница, ячмень и яровая пшеница.

47. Урожайность удобренных навозом культур севооборота (по данным, обобщенным В. А. Васильевым, 1972)

Культура	Количество ротаций	Среднегодо- вая норма на 1 га сево- оборота, т	Прибавка урожая, % к суммарной за севооборот
Озимая рожь	63	5,3	40
Озимая пшеница	29	4,2	19
	4	3,3	19
Картофель	12	7,2	49
Сахарная свекла	4	6,5	68

Прибавки урожая от навоза по отношению к суммарной за севооборот, по обобщенным данным ВИУА, составляют у сахарной свеклы — 68%, картофеля — 49, озимой ржи — 40, у пшеницы — 19% (табл. 47). Суммарная прибавка урожая всех культур севооборота при использовании навоза под пропашную культуру бывает, как правило, выше, чем при внесении его под озимые. Применение навоза под пропашные целесообразнее и по ряду других причин. Эти культуры лучше используют питательные вещества навоза и обеспечивают наибольший экономический эффект от его применения. Многие из пропашных весьма чувствительны к физиологически кислым минеральным удобрениям, поэтому внесение навоза под пропашные, а минеральных удобрений под зерновые или другие культуры, лучше переносящие повышенную кислотность почвы, обеспечивает наиболее эффективное сочетание удобрений в севообороте. Применение навоза под пропашные необходимо в случаях посева озимых по поздним парозанимающим культурам (кукуруза на силос, зернобобовые и др.), так как внесение его под озимые приводит к запозданию с обработкой почвы и посевом.

Как показывают исследования, в коротких севооборотах с одной пропашной культурой дробное применение навоза под две культуры не имеет преимуществ перед разовым его внесением под одну культуру. Дробное использование больших норм навоза под две-три культуры, в особенности в многопольных севооборотах или севооборотах с несколькими пропашными культурами, несколько эффективнее, чем разовое внесение под одну культуру.

48. Среднегодовая продуктивность 1 га пашни в севооборотах, ц/га з. е.
(по данным, обобщенным В. А. Васильевым, С. Ф. Полуниным и др., ВИУА)

Район	Среднегодо- вая норма внесения навоза, т/га	Без минеральных удобрений			При использовании минеральных удобрений		
		продуктивность удобренной пашни	прибавка от на- воза	оплата 1 т на- воза	продуктивность удобренной пашни	прибавка от на- воза	оплата 1 т наво- за
РСФСР	До 3,5	18,8	2,3	0,88	36,4	1,0	0,50
	3,5—6,0	24,4	3,9	0,90	29,9	1,6	0,37
	6,0—10,0	27,0	4,2	0,54	28,1	2,5	0,33
	Более 10,0	34,8	6,6	0,33	33,9	4,1	0,27
Северо-Западный	До 3,5	—	—	—	—	—	—
	6,0—10,0	24,2	3,8	0,44	27,1	4,2	0,43
	Более 10,0	33,1	7,6	0,50	39,1	7,0	0,37
Центральный	До 3,5	19,8	3,1	1,22	—	—	—
	3,5—6,0	19,8	5,5	1,06	—	—	—
	6,0—10,0	26,4	7,9	0,99	—	—	—
	Более 10,0	27,8	6,7	0,40	—	—	—
Волго-Вятский	До 3,5	18,6	2,2	0,76	—	—	—
Центрально-Чер- ноземный	До 3,5	25,8	1,8	0,56	—	—	—
	3,5—6,0	35,3	4,2	0,77	—	—	—
	6,0—10,0	31,6	5,2	0,56	—	—	—
	Более 10,0	38,7	4,7	0,37	—	—	—
Поволжский	3,5—6,0	29,6	4,6	1,10	26,4	2,1	0,42
	6,0—10,0	32,9	2,1	0,30	26,5	1,8	0,26
Северо-Кавказ- ский	До 3,5	22,8	1,5	0,55	—	—	—
	3,5—6,0	29,5	2,1	0,43	—	—	—
	6,0—10,0	33,1	3,0	0,32	—	—	—
	Более 10,0	54,9	9,3	0,37	—	—	—
Уральский	До 3,5	14,0	3,4	1,25	—	—	—
	3,5—6,0	15,6	3,3	1,10	—	—	—
	6,0—10,0	22,4	4,9	0,60	—	—	—
	Более 10,0	27,7	6,3	0,43	—	—	—
Западно-Сибир- ский	До 3,5	19,0	1,8	0,81	—	—	—
	3,5—6,0	23,0	4,3	0,91	—	—	—
	6,0—10,0	25,0	5,3	0,74	—	—	—
Восточно-Сибир- ский	До 3,5	12,7	2,3	0,71	—	—	—
	3,5—6,0	16,2	2,7	0,60	26,4	2,2	0,57
	6,0—10,0	21,0	3,6	0,43	30,5	3,0	0,30
	Более 10,0	21,1	4,3	0,19	—	—	—
Дальневосточный	До 3,5	16,6	1,8	0,83	—	—	—
	3,5—6,0	18,5	3,7	0,85	—	—	—

ПРОДУКТИВНОСТЬ УДОБРЕННОЙ ПАШНИ В СЕВООБОРОТАХ

Основным показателем уровня использования сельскохозяйственных угодий, и в частности пашни, является выход валовой про-

49. Среднегодовая продуктивность 1 га пашни в севооборотах, ц/га з. е.
(по данным, обобщенным В. А. Васильевым, С. Ф. Полуниным и др., ВИУА)

Почвы	Среднегодо- вая норма внесения навоза, т/га	Без минеральных удобрений			При использовании минеральных удобрений		
		продуктив- ность, удоб- ренной пашни	прибавка от навоза	оплата 1 т навоза	продуктив- ность, удоб- ренной пашни	прибавка от навоза	оплата 1 т навоза
Дерново-подзо- листые и серые лесные	3,5	22,8	2,9	1,00	38,7	3,0	0,66
	3,6—6,0	27,2	5,3	1,00	45,7	3,6	0,63
	6,1—10,0	25,7	5,8	0,70	39,0	4,2	0,50
	10,0	34,1	10,2	0,77	41,8	5,2	0,33
Черноземы выще- лоченные, обыкно- венные, типичные	3,5	23,6	2,2	0,82	59,0	2,0	0,57
	3,6—6,0	28,9	4,7	0,84	29,4	2,2	0,45
	6,1—10,0	27,2	6,2	0,77	—	—	—
	10,0	32,6	10,1	0,65	—	—	—
Черноземы и каш- тановые почвы	3,5	20,1	2,2	0,83	12,4	2,0	0,57
	3,6—6,0	25,8	4,0	0,73	17,8	1,8	0,36
	6,1—10,0	28,8	4,7	0,52	13,9	3,5	0,44
	10,0	24,4	6,0	0,40	—	—	—
Сероземы	6,1—10,0	46,5	6,5	0,69	60,9	3,4	0,37

50. Среднегодовая продуктивность 1 га пашни
в зависимости от вида севооборота и нормы навоза,
ц/га з. е.
(по данным, обобщенным В. А. Васильевым, С. Ф. Полуниным и др., ВИУА)

Севооборот	Среднегодо- вая норма внесения навоза, т/га	Без минеральных удобрений			При использовании минеральных удобрений		
		продуктив- ность, удоб- ренной пашни	прибавка урожая от навоза	оплата 1 т навоза	продуктив- ность, удоб- ренной пашни	прибавка урожая от навоза	оплата 1 т навоза
1	2	3	4	5	6	7	8
Зернопаровой	3,5	12,7	2,4	0,85	12,7	2,3	0,71
	3,6—6,0	15,2	3,4	0,72	32,6	2,4	0,45
	6,1—10,0	17,4	3,5	0,45	13,9	3,5	0,33
	10,0	18,8	6,7	0,46	—	—	—
Зернопаропро- пашной	3,5	22,9	2,2	0,96	—	—	—
	3,6—6,0	29,5	3,9	0,89	22,1	2,0	0,35
	6,1—10,0	24,1	4,6	0,64	—	—	—
	10,0	25,9	7,5	0,59	—	—	—
Зернопропашной	3,5	30,0	2,6	0,91	59,0	2,0	0,33
	3,6—6,0	35,0	5,1	0,86	57,5	2,5	0,44
	6,1—10,0	34,9	5,4	0,62	44,0	5,3	0,50
	10,0	33,5	8,0	0,56	50,8	7,4	0,42

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8
Зернотравяной, зернобобовой	3,5 3,6—6,0 6,1—10,0 10,0	16,6 18,8 19,5 —	2,7 3,6 4,6 —	0,86 0,70 0,57 0,40	— — 30,4 31,7	— — 2,8 4,1	— — 0,55 0,20
Плодосменный	3,5 3,6—6,0 6,1—10,0 10,0	21,3 32,2 34,9 35,8	2,5 6,1 8,8 11,5	0,93 1,25 1,00 0,82	39,7 33,9 42,8 43,3	4,0 4,7 4,5 4,2	0,99 0,83 0,47 0,39
Прочий	3,5 3,6—6,0 6,1—10,0 10,0	37,4 — 38,2 45,6	2,7 — 7,0 14,9	0,83 — 1,05 0,94	— — — 46,1	— — — 14,2	— — — 0,41

дукции на единицу площади. О продуктивности пашни судят по средней урожайности всех культур севооборота, выраженной в центнерах зерновых единиц в расчете на 1 га в год. Продуктивность пашни в значительной степени зависит от почвенно-климатических и организационно-хозяйственных условий, норм вносимых удобрений и вида севооборота.

Продуктивность пашни по районам Российской Федерации приведена в таблице 48.

**51. Нормативы прибавок урожая от навоза в севообороте, ц з. е.
(на 1 т навоза с учетом действия и последействия удобрения)**

Район	Среднегодовые нормы внесения навоза, т/га									
	3,5		3,5—6,0		6,0—10,0		10,0		среднее	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
РСФСР	0,6	0,4	0,6	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,5	0,3
Северо-Западный	1,0*	1,0	0,6*	0,6*	0,4	0,3	0,3	0,3	0,5*	0,4
Центральный	0,9	0,6*	0,7	0,6*	0,7	0,3	0,3	0,3	0,6	0,4*
Волго-Вятский	0,5	0,4*	0,5*	0,4*	0,4	0,3*	0,3*	0,3*	0,4*	0,3*
Центрально-Черноземный	0,5	0,3*	0,5	0,2*	0,4	0,2*	0,3	0,1*	0,4	0,2
Поволжский	0,8*	0,5	0,7	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,5	0,3
Северо-Кавказский	0,4	0,2*	0,3	0,2*	0,2	0,1*	0,2	0,1*	0,3	0,2*
Уральский	0,9	0,6*	0,8	0,5*	0,4	0,3*	0,3	0,2*	0,6	0,4*
Западно-Сибирский	0,6	0,4*	0,6	0,4*	0,5	0,3*	0,4*	0,2*	0,5	0,3*
Восточно-Сибирский	0,5	0,4*	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1*	0,4	0,2*
Дальневосточный	0,6	0,4*	0,6	0,4*	0,4*	0,3*	0,3*	0,2*	0,5*	0,3*

Примечания: I — без использования минеральных удобрений, II — при внесении минеральных удобрений.

* Установлены методом нагериюляции или экспертной оценкой.

Средняя продуктивность 1 га пашни в зависимости от типа почв и вносимых норм навоза представлена в таблице 49. Среднегодовая продуктивность 1 га пашни в зависимости от вида севооборота и вносимой нормы навоза приведена в таблице 50.

НОРМАТИВЫ ПРИБАВОК УРОЖАЯ

В условиях производства оплата навоза прибавками урожая обычно на 25—40% меньше, чем в опытах научных учреждений. Утвержденные Министерством сельского хозяйства СССР нормативы прибавок урожая от навоза с учетом действия и последействия в севообороте приведены в таблице 51, а нормативы прибавок урожая основных культур в первый год действия навоза — в таблице 52.

52. Нормативы прибавок урожая основных сельскохозяйственных культур, кг продукции на 1 т навоза в первый год действия

Район	Картофель		Сахарная свекла		Озимая пшеница	
	I	II	I	II	I	II
РСФСР	110	100	105	75	12	10
Северо-Западный	110	100	—	—	10*	7*
Центральный	125	115*	115*	80*	15	11
Волго-Вятский	100*	90*	105*	75*	10*	8*
Центрально-Черноземный	95	75*	150*	105*	12	9*
Поволжский	95	75	130*	90*	11	9
Северо-Кавказский	95	75*	90	65*	12	11
Уральский	100	90*	—	—	10*	8*
Западно-Сибирский	100*	90*	—	—	10*	8*
Восточно-Сибирский	100	90*	—	—	—	—
Дальневосточный	100	90	—	—	—	—

Район	Озимая рожь		Яровые зерновые		Зерновые, колосовые в целом*	
	I	II	I	II	I	II
1	2	3	4	5	6	7

РСФСР	20	10	9	6	11	8
Северо-Западный	20	10*	10	7	15	8
Центральный	25	12*	12*	8*	20	10
Волго-Вятский	12	8	8	8	10	8

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7
Центрально-Черноземный	10*	8*	12	10*	12	9
Поволжский	12	8	8	6	10	7
Северо-Кавказский	10	8*	8	6*	10	8
Уральский	20	10*	8	6*	10	7
Западно-Сибирский	10*	7*	8	6	8	7
Восточно-Сибирский	10*	7*	10	7*	10	7
Дальневосточный	10*	8*	8	4	8	4

Район	Кукуруза на зерно		Кукуруза на силос	
	I	II	I	II
РСФСР	14	8	120	100
Северо-Западный	—	—	150*	120*
Центральный	—	—	200	200
Волго-Вятский	—	—	120	100
Центрально-Черноземный	20	12*	120	90*
Поволжский	12	7*	140	90
Северо-Кавказский	15	8*	100	60*
Уральский	—	—	100	60
Западно-Сибирский	—	—	100	60*
Восточно-Сибирский	—	—	100	60*
Дальневосточный	—	—	150	120

Примечания: I — без использования минеральных удобрений; II — при внесении минеральных удобрений.

* Установлены методом интерполяции или экспертной оценкой.

БЕСПОДСТИЛОЧНЫЙ НАВОЗ

Бесподстилочный навоз — это в разной степени разбавленная водой текучая смесь кала и мочи животных. Нередко в состав смеси попадает небольшое количество остатков корма и подстилки.

Текучесть навоза зависит от содержания в нем сухого вещества и коллоидных частиц. Свиной навоз при одинаковом количестве сухого вещества более текуч, чем навоз крупного рогатого скота, так как в нем меньше коллоидных частиц. При скармливании крупному рогатому скоту кормов с большим количеством клетчатки и малым — протеина вязкость навоза повышается.

Текучесть навоза в значительной степени упрощает его уборку из животноводческих помещений, создает условия для полной механизации трудоемких работ.

Бесподстилочный навоз в зависимости от содержания в нем воды подразделяют на полужидкий — смесь экскрементов (влажность до 92%) и жидкий — смесь экскрементов с примесью воды (влажность 92—97%). Смесь экскрементов, значительно разбавленную водой (влажность более 97%), называют навозными стоками.

ВЫХОД БЕСПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА

Выход бесподстилочного навоза подвержен большим колебаниям, так как различна степень разбавления его водой в зависимости от технологии содержания животных, объемно-планировочных и конструктивных решений станков, боксов и стойл, от устройства и размещения кормушек и поилок, а главное — от способа уборки помещения и удаления из него экскрементов. В связи с этим в литературе встречаются различные данные о выходе бесподстилочного навоза. Однако они не могут быть использованы даже в качестве грубо ориентировочных.

Для определения выхода бесподстилочного навоза необходимо знать количество экскрементов, выделяемых животными. Его определяют в основном двумя методами: по нормативам ежесуточного выделения кала и мочи различными половозрастными группами животных и по количеству сухого вещества корма, расходуемого за год.

При стабильной структуре стада и скормливании животным значительного количества концентратов годовой выход экскрементов можно определять по Общесоюзным нормам технологического проектирования систем уборки и подготовки к использованию навоза (ОНТП 17-86, Госагропром СССР), приведенным в таблице 6.

Эти нормы являются ориентировочными средними, так как они не дифференцированы в зависимости от вида и количества кормов. Поэтому расчет годового выхода экскрементов, полученный по этим нормам, целесообразно проверять расчетным методом — по валовому содержанию сухого вещества в годовом рационе животных с учетом переваримости кормов и их потерь.

Расчет выполняют в соответствии с приведенной ранее формулой.

Приведем примеры расчетов годового выхода экскрементов на крупных животноводческих комплексах. Для комплекса по выращиванию и откорму в год 10 тыс. бычков он будет следующим:

$$\Xi = \left[(24\,734 - 2473) \cdot \frac{100 - 66,6}{100} + 2473 \right] \cdot 10 = 99\,080 \text{ т.}$$

Для комплекса на 2000 молочных коров:

$$\Xi = \left[(12\,731 - 637) \cdot \frac{100 - 60}{100} + 637 \right] \cdot 10 = 54\,750 \text{ т.}$$

Для комплекса по воспроизводству, выращиванию и откорму 108 тыс. свиней в год (при расходе кормов за год в пересчете на абсолютно сухое вещество 37 тыс. т, переваримости его 75% и потерях корма 5%):

$$\Xi = \left[(37\,000 - 1850) \cdot \frac{100 - 75}{100} + 1850 \right] \cdot 10 = 106\,375 \text{ т.}$$

При потерях корма, попадающего в экскременты, в размере 10% годовой выход экскрементов на таком комплексе увеличится до 120 тыс. т.

В приведенных расчетах годовая потребность в кормах принята согласно соответствующим наставлениям Главного управления животноводства Министерства сельского хозяйства СССР по технологии производства продукции на указанных комплексах. Количество сухого вещества в годовом рационе, определенное по данным М. Ф. Томмэ и др. для комплекса на 10 тыс. бычков, приведено в таблице 53.

В приведенных расчетах переваримость сухого вещества корма с учетом переваримости органического вещества (по М. Ф. Томмэ и др.) для бычков принята 66,6%, а для коров — 60%. Для ориентировочных расчетов с учетом меньшего содержания в рационах удельного веса концентратов (комбикормов) переваримость

сухого вещества корма бычками можно принять на уровне 60%, коровами — 55%. При более низкой переваримости корма выход экскрементов соответственно увеличится. Установленный по формуле выход экскрементов довольно точно совпадает с результатами учета по половозрастным группам.

53. Количество сухого вещества в годовом рационе
10 тыс. бычков

Вид корма	Годовая потребность корма, т	Содержание сухого вещества в корме	
		%	т
Сенаж из клевера	22 691	46,5	10 551
Комбикорма разные	16 109	85,1	13 709
Сено	514	85,8	441
Заменитель цельного молока	277	12	33
Итого	39 591	62	24 734

Зная выход экскрементов, нетрудно определить и выход бесподстилочного навоза, если экскременты, кроме разбавления водой, не подвергались никаким другим обработкам. Для этого определяют содержание сухого вещества (М) в жидком навозе или стоках, а затем подсчитывают массу его по следующей формуле:

$$M = \mathfrak{E} \frac{C_{в.э}}{C_{в.н}},$$

где $\mathfrak{E}$ — годовой выход экскрементов, т, $C_{в.э}$ — сухое вещество экскрементов, %; $C_{в.н}$ — сухое вещество жидкого навоза или стоков, %.

Например, если годовой выход экскрементов составляет 100 тыс. т при содержании в нем сухого вещества 10%, а в навозных стоках — 2%, то годовой выход навозных стоков будет:

$$P = 100\,000 \cdot \frac{10}{2} = 500\,000 \text{ т.}$$

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ НАВОЗА

Химический состав навоза зависит от химического состава экскрементов и способа удаления из животноводческих помещений. При уменьшении в рационах концентратов содержание азота и фосфора в экскрементах несколько снижается, калия — увеличивается.

В бесподстилочном навозе от 50 до 70% азота находится в растворимой форме, хорошо усваиваемой растениями в первый же год. Азот белковых соединений по мере минерализации органического вещества также поступает в растения. Содержащийся в

жидком навозе фосфор органических соединений используется растениями лучше, чем фосфор минеральных удобрений. Калий в жидком навозе представлен исключительно растворимой формой и поэтому легко усваивается.

Химический состав гомогенного (хорошо перемешанного) жидкого навоза и навозных стоков находится в прямой зависимости от содержания в них сухого вещества, т. е. от степени разбавления экскрементов водой. Не разбавленный водой бесподстилочный навоз, имеющий влажность около 90%, текуч и поддается погрузке в мобильные транспортные средства и перекачиванию по трубам насосами, имеет довольно благоприятное соотношение N, P и K для питания растений. Поэтому бесподстилочный навоз как удобрение не требует каких-либо обработок или переработок. Однако для надежной эксплуатации насосов, трубопроводов, цистерн-разбрасывателей и дождевальных установок бесподстилочный навоз при хранении и выгрузке нужно обязательно систематически перемешивать, а содержащиеся в нем твердые включения (сено, сенаж, силос и др.) перед закладкой навоза на хранение измельчать.

В бесподстилочном навозе органическое вещество составляет 70—80% сухой массы. Органическое вещество кала различных животных существенно различается по составу (табл. 54).

54. Состав сухого вещества кала животных, %
(по данным В. Hoffman, 1968)

Вид животного	Зола	Органическое вещество	В том числе				
			целлюлоза	лигнин	пентозаны	крахмал	гемипеллюлоза
Крупный рогатый скот	16,2	83,8	26,1	21,3	14,5	0,44	20,4
Свиньи	13,6	86,4	18,4	15,2	20,7	0,38	27,0
Овцы	22,3	77,7	20,3	19,1	7,7	0,34	10,0

Отношение C:N в кале находится в широких пределах (около 18—20). Однако в смеси экскрементов оно сужается за счет азота мочи до 5—9. В результате повышается эффективность бесподстилочного навоза как источника доступного азота для питания растений. Эффективность мочи как удобрения определяется высоким содержанием в ней мочевины. Азот мочевины составляет примерно 80% азота мочи.

Химический состав бесподстилочного навоза находится в большой зависимости от способов удаления экскрементов из животноводческих помещений, а следовательно, и от количества попадающей в них воды (табл. 55).

**55. Химический состав бесподстильного навоза
в зависимости от способов его удаления
(Московская область, данные С. В. Макаренко)**

Способ удаления навоза	Число образ- цов	Про- цент сухого веще- ства	Содержание в сыром веществе, %		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Навоз КРС					
Бесподстильный, удаляемый меха- ническими способами с выгрузкой наклонным транспортером *	110	17,0	0,48	0,26	0,38
Бесподстильный, самотечно-сплав- ной непрерывного действия и меха- нические способы при совместном сборе и хранении кала и мочи	41	11,1	0,47	0,21	0,34
Бесподстильный, отстойно-лотковая (шиберная) система	15	5,5	0,30	0,15	0,25
Бесподстильный (жидкая фракция)	21	1,1	0,16	0,03	0,07

Свиной навоз

Бесподстильный:					
удаляемый механическими способами с выгрузкой наклонным транспортером *	9	17,8	0,58	0,38	0,28
самотечно-сплавной непрерывного действия	3	11,7	0,62	0,25	0,20
гидросмыв	5	1,3	0,13	0,06	0,07

* Химический состав кала, так как моча при выгрузке экскрементов в прицеп теряется.

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ И КОРРОЗИОННЫЕ СВОЙСТВА

Важнейшими свойствами бесподстильного навоза являются текучесть (реологические свойства) и коррозионные свойства.

Реологические свойства навоза зависят от содержания в нем сухого вещества и коллоидных частиц.

Бесподстильный навоз в зависимости от количества попавшей в него воды представляет собой в различной степени текучую, полидисперсную суспензию с квазипластическими текучими свойствами. В недвижимом состоянии он застывает, твердые частицы высокой плотности начинают осаждаться, навоз переходит в гелеобразное состояние, и текучесть его ухудшается, а при движении происходит разжижение до состояния золя. Указанные процессы должны быть приняты во внимание при решении вопросов отделения инородных включений, измельчения крупных частиц и подержания навоза в однородном (гомогенном) состоянии.

От текучести навоза зависят способы удаления его из живот-

новодческих помещений, способы погрузки, транспортировки и внесения в почву, а также объемно-планировочные, конструктивные и технические решения сооружений для навоза.

Свиной навоз при одинаковом содержании сухого вещества более текуч, чем навоз крупного рогатого скота, что объясняется меньшим содержанием в нем коллоидных частиц. При скармливании кормов с высоким содержанием клетчатки и низким содержанием протеина вязкость навоза повышается.

Текущность навоза ухудшается при попадании в него остатков корма. Ориентировочным показателем текучести навоза является содержание в нем сухого вещества. Более точный показатель — содержание в навозе свободной воды. Текущность навоза повышается после перемешивания.

Показатели, характеризующие текущность навоза, — предельное напряжение сдвига и вязкость. С ростом содержания воды значительно уменьшается вязкость и предельное напряжение сдвига жидкого навоза, растет интенсивность его расслоения.

При влажности навозных стоков более 98% в осадок выпадает до 80—85% взвешенных частиц уже через 15 мин отстаивания, через 2 ч — до 90%. Дальнейшее отстаивание не сопровождается дополнительным осаждением, ведет к уплотнению осадка и утрате его текучести. Через 7—8 дней в осадке начинается брожение, появляются пузырьки газа, и он снова становится текучим. На этом основано действие отстойно-лотковой или шиберной системы удаления навоза из каналов. При влажности навоза до 94% расслоение идет медленно. Осветление жидкости в свином навозе наступает на 5—6-е сутки, в коровьем — через 25—30 суток. При тепловой погоде вязкость жидкой фазы уменьшается, и навоз расслаивается быстрее.

Влияние влажности на изменение важнейших реологических свойств навоза представлено в таблице 56.

56. Влияние влажности на реологические свойства бесподстилочного навоза (И. И. Лукьяненко, 1985)

Влажность, %	Плотность, кг м ³	Предельное напряжение сдвига навоза, Па		Вязкость навоза, Па·с	
		крупного рогатого скота	свиного	крупного рогатого скота	свиного
90	1024	27	3,2	1,75	0,380
92	1019	11	1,7	1,30	0,230
94	1014	1,0	0,2	0,70	0,100
96	1010	—	—	0,30	0,040
98	1005	—	—	0,01	0,002

Коррозионные свойства бесподстилочного навоза зависят от содержания в нем коррозионно-активных веществ: углекислоты,

аммонийного азота, хлоридов, сульфатной и сульфидной серы. Интенсивность коррозии зависит от вида навоза, температуры, доступа воздуха и длительности воздействия на материал, с которым он контактирует.

Бесподстилочный навоз содержит коррозионно-активных веществ меньше, чем коммунально-бытовые и промышленные сточные воды. Коррозия является результатом суммарного воздействия всех коррозионно-активных веществ. Величина pH свиного навоза бывает ниже 5,5, и это надо иметь в виду при оценке коррозионного действия на бетон и асбоцемент. Коррозию металлов вызывают растворенные в навозе вещества и газообразные продукты, такие, например, как аммиак и сероводород. Сильно подвержены коррозии медь и алюминий. Поэтому электрические и распределительные устройства насосных станций и другого оборудования с медными и алюминиевыми контактами надо выносить за пределы воздействия этих газов.

Под воздействием навоза и воды качество асбоцемента не ухудшается, масса и прочность на разрыв изделий из полиэтилена и поливинилхлорида, а также из эпоксидных смол, фторопласта и капрона не изменяются.

Навоз оказывает ингибирующее и пассивирующее действие на чугунные трубы. Поэтому трубы из чугуна наиболее пригодны для транспортировки по ним навоза или его смеси с водой.

Таким образом, навоз не обладает сильным коррозионным действием. Коррозия усиливается лишь при попеременном воздействии навоза, воздуха и воды и одновременном доступе аммиака и сероводорода.

В зависимости от технологии удаления экскрементов из животноводческих помещений находится выход, физико-механические свойства и химический состав полужидкого и жидкого бесподстилочного навоза, навозных стоков.

Наиболее сильное влияние оказывает вода, попадающая в экскременты в различном количестве в зависимости от применяемых технологий удаления и подготовки бесподстилочного навоза к использованию.

УДАЛЕНИЕ БЕСПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА

Существует несколько способов удаления навоза.

На комплексах по воспроизводству, выращиванию и откорму 108 тыс. свиней в год принята, например, следующая технология работ. Экскременты животных, поступающие через решетчатый пол в навозные каналы, удаляются водой из смывных бачков. Кроме того, в каналы поступает вода от мойки технологического оборудования и полов в станках, а также от подтекания автопои-

лок. В результате этого в систему обработки навоза вместо 300 т экскрементов ежедневно поступает 2300—2500 м³ навозных стоков влажностью 98,2—98,5 %.

Из навозоприемника навозные стоки подаются насосом на динамические виброфильтры, на которых задерживается около 40 % взвешенных веществ (твердая фракция). С виброфильтров твердая фракция влажностью 85—90 % отводится транспортерами в кессон-дозатор. При хранении в нем твердая фракция доводится до влажности 78—80 % отжатием жидкости под давлением самой массы. Из кессон-дозатора твердая фракция выгружается в транспортные средства для вывозки на поля.

Жидкая фракция, прошедшая через динамические виброфильтры, перекачивается в вертикальные отстойники. После 3-часового отстаивания осветленная жидкость поступает в аэротенки первой ступени биологической очистки, а осадок влажностью около 94 % подается на иловые площадки. После 2-часовой обработки в аэротенках первой ступени жидкость поступает во вторичные отстойники. Осевший активный ил возвращается из них в аэротенки, а избыточное количество его подается на иловые площадки. Осветленная жидкость из вторичных отстойников подается в первичный отстойник второй ступени биологической очистки, откуда поступает в аэротенки второй ступени с пневматической аэрацией, рассчитанной на суточную обработку жидкости.

После второй ступени очистки жидкость отстаивается в отстойнике, хлорируется и перекачивается в сборник очищенной воды, куда поступают очищенные стоки жилого поселка. Из сборника очищенная вода перекачивается в полевые пруды-накопители. Вместимость их 640 тыс. м³, площадь зеркала воды — 13 га. Содержание азота в биологически очищенном фильтрате всего лишь 0,01 %, что в 70 раз меньше, чем в исходных экскрементах. В результате такой обработки навоз обесценивается как удобрение.

На комплексах по откорму 10 тыс. бычков в год животные содержатся на решетчатых полах над каналами шибберной системы удаления навоза. В помещениях для откорма молодняка в первый период (до возраста 115 дней) расход воды для удаления навоза в несколько раз превышает количество выделяемых экскрементов. В помещениях для второго периода откорма (от 115 до 400 дней) происходит значительное разбавление навоза водой при мытье решетчатых полов. В среднем экскременты оказываются разбавленными водой примерно в 2 раза.

Навозные стоки разделяют на фракции установкой, состоящей из виброгрохота ГИЛ-52 и шнекового пресса ВПО-20А. Твердую фракцию буртуют бульдозером, а жидкую — направляют в отстойники-накопители. Из них осветленная жидкость перекачивается насосом в полевые хранилища или к дождевальным уста-

новкам. Возможна также вывозка полужидкого навоза цистернами-разбрасывателями и без предварительного разделения его на фракции.

Химический состав экскрементов, навозных стоков и продуктов их обработки в зависимости от применяемой технологии удаления на крупных животноводческих комплексах приводится в таблицах 57 и 58.

57. Химический состав экскрементов, навозных стоков и продуктов их обработки на свиноводческом комплексе «Кузнецовский» (данные ВИАУ)

Удобрения	Содержание, %				Отношение N : P : K
	сухого вещества	азота общего	фосфора (P ₂ O ₅)	калия (K ₂ O)	
Экскременты свежие	9,82	0,72	0,47	0,21	1 : 0,7 : 0,3
Навозные стоки	1,57	0,114	0,085	0,039	1 : 0,7 : 0,3
Осадок с виброфильтров	14,79	0,331	0,192	0,039	1 : 0,6 : 0,1
Фильтрат после вибро- фильтров	1,16	0,102	0,050	0,038	1 : 0,5 : 0,4
Фильтрат после второй ступени биологической очистки	0,24	0,010	0,006	0,021	1 : 0,6 : 2,1
Избыточный ил (све- жий)	1,18	0,100	0,057	0,036	1 : 0,6 : 0,4

Примечание. Содержание аммонийного азота при хранении свежих экскрементов быстро увеличивается и через 2—3 недели достигает 0,3—0,4%.

58. Химический состав навозных стоков и продуктов их обработки на комплексе «Вороново» по откорму 10 тыс. бычков в год (данные ВИАУ)

Удобрение	Содержание, %					Отношение N : P : K
	сухого вещества	азота общего	азота аммоний- ного	фосфора (P ₂ O ₅)	калия (K ₂ O)	
Полужидкий на- воз	7,8	0,45	0,23	0,25	0,37	1 : 0,6 : 0,8
Жидкая фракция	4,8	0,38	0,23	0,21	0,36	1 : 0,6 : 1
Твердая фракция	20,9	0,56	0,22	0,30	0,42	1 : 0,5 : 0,7

На животноводческих комплексах, построенных по другим проектам и с иной технологией уборки, хранения и подготовки навоза к использованию, другими будут продукты обработки и химический состав. Возможно также получение и не разбавленного водой бесподстилочного навоза.

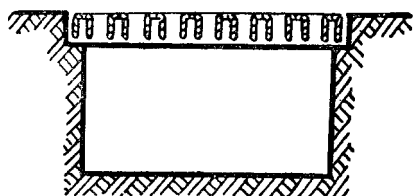
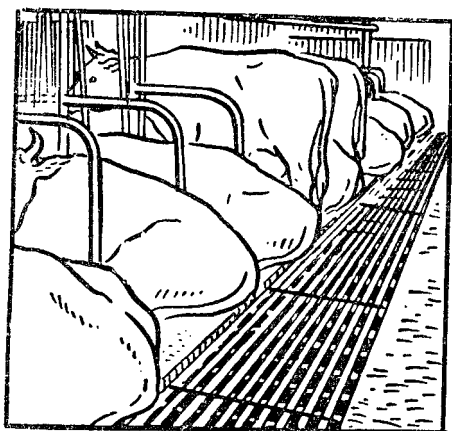


Рис. 5. Устройство стойл и навозного канала для бесподстилочного содержания скота: справа — поперечный разрез навозного канала

Каждая последовательно выполняемая технологическая операция на пути навоза от животного до поля требует отдельного рассмотрения. Химический состав и физико-механические свойства навоза в большой степени зависят от способов содержания животных.

СПОСОБЫ СОДЕРЖАНИЯ ЖИВОТНЫХ

Привязное содержание наиболее распространено на молочных фермах. Опыт показал, что наилучшим оказалось короткое стойло, в конце которого находится решетка, перекрывающая навозный канал (рис. 5).

Место лежания животных покрывают обычно деревянным настилом или матом из пористой резины. Чистота животных и затраты труда на очистку стойл в большой степени зависят от длины стойла. Длина его должна быть на 15—20 см короче косой длины туловища животного. Средняя длина стойла для молочных коров примерно 145 см с колебаниями от 135 до 155 см.

Ширина стойл и разделители между ними должны обеспечивать расположение животного перпендикулярно решетке и исключать дефекацию в стойле. Привязь должна ограничивать подвижность животного в стойле на полшага вперед и назад. Следует учитывать также, что голова животного в коротком стойле постоянно находится над кормушкой. Поэтому внутренний борт ее должен быть не выше 25 см, чтобы он не мешал голове и

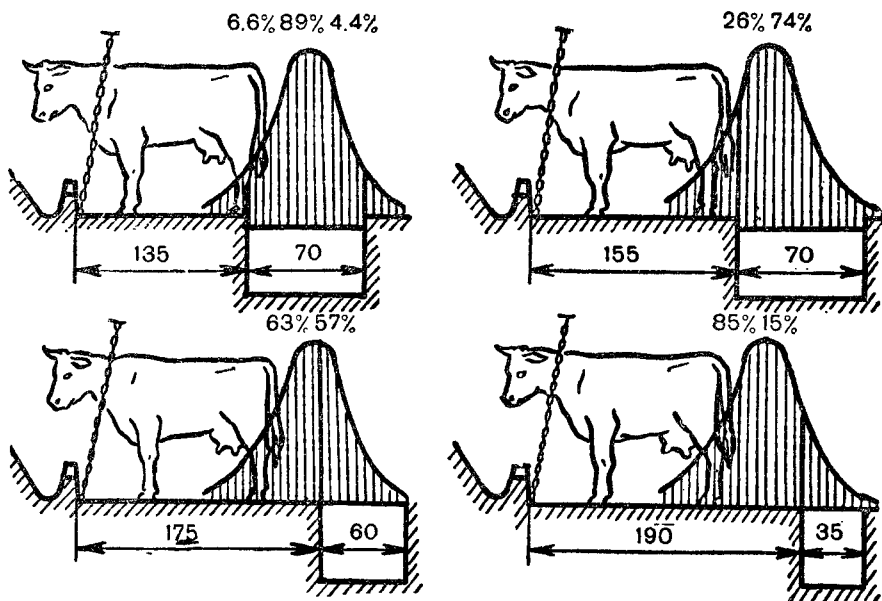


Рис. 6. Влияние длины стойла на загрязнение его экскрементами

шее животного при лежании и вставании и не вытеснял его назад.

Чтобы животное не могло лежать на решетке, стойло делают на 15—20 см выше решетки. При таком устройстве стойла зона дефекации почти полностью приходится на решетку, коровы меньше загрязняются, реже наблюдаются случаи повреждений и заболеваний вымени и копыт, уменьшаются затраты труда на очистку стойл от экскрементов (см. рис. 2). При правильном устройстве стойла почти 90% экскрементов попадают на решетку (рис. 6).

Беспривязное содержание. При этом способе содержания экскременты попадают на всю площадь помещения. В таких случаях на значительной площади и частично в местах отдыха животных устраивают щелевой или решетчатый пол. Молочных коров содержат преимущественно на частично щелевом полу в помещениях с боксами для отдыха. Длина боксов — не более длины животного (обычно 200—220 см), ширина — не более 105 см. Для содержания коров в чистоте полы бокса устраивают на 15—20 см выше навозного прохода.

На сплошном щелевом полу содержат главным образом откормочное поголовье крупного рогатого скота и свиней.

МЕХАНИЗАЦИЯ УДАЛЕНИЯ НАВОЗА ИЗ ПОМЕЩЕНИЙ

Из животноводческих помещений и с территории комплексов и ферм бесподстилочный навоз удаляют, выполняя три последовательные операции: очистку животных и уборку площади, на которой они находятся, транспортировку навоза в навозосборник и из него в карантинные навозоприемники и навозохранилища.

Затраты труда и средств на осуществление этих работ, применяемые системы навозоудаления и их эффективность в значительной степени зависят от способов содержания животных, объемно-планировочных и конструктивных решений стойл, боксов и станков, устройства и размещения в них кормушек и поилок.

Навоз в навозосборник транспортируют механическим и гидравлическим способами.

Механический способ применяют для сбора и транспортировки навоза внутри животноводческих помещений. Для этого используют скребковые и штанговые транспортеры, скреперные установки, бульдозеры. Скребковые и штанговые транспортеры, как правило, применяют на небольших фермах.

Дельта-скреперы используют для удаления навоза по навозному проходу или по каналу, перекрытому решеткой. Их применение целесообразно, когда навоз очень вязкий (навоз молодняка крупного рогатого скота, помет кур-несушек) или содержит подстилку (навоз подсосных свиноматок), что затрудняет применение гидротранспорта. При размещении дельта-скрепера под решеткой уменьшается загрязнение животных (рис. 7).

Бульдозеры и фронтальные погрузчики применяют для очистки навозных проходов и заблокированных свободных площадей, по которым передвигаются животные. Навозный проход должен быть ниже уровня стойл.

Для сбора навоза в конце навозного прохода сооружают навозоприемник, перекрытый решеткой.

Гидравлические способы удаления навоза основаны на применении различных систем гидротранспорта (по каналам и бесканальный), самотечно-сплавных систем периодического и непрерывного действия, рециркуляционной системы.

Гидросмыв по каналам предусматривает ежедневное удаление экскрементов водой, которую подают к смывным насадкам по специальной сети или из смывных бачков, подключенных к общей водопроводной сети. Применяется на крупных свиноводческих комплексах (по воспроизводству, выращиванию и откорму 54 и 108 тыс. свиней в год).

Бесканальный смыв обеспечивает ежедневное удаление экскрементов из зоны дефекации с помощью гидравлической уста-

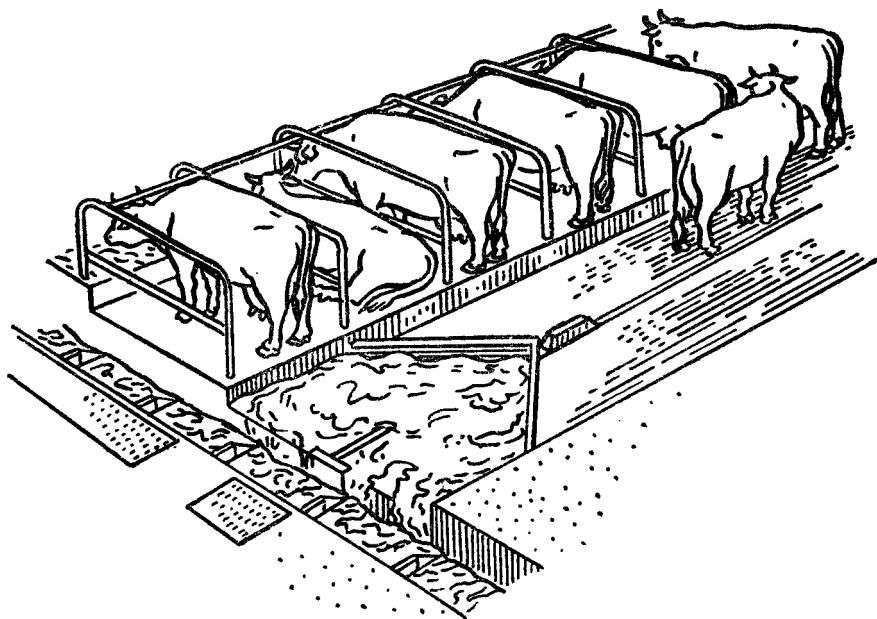


Рис. 7. Дельта-скрепер в навозном канале при беспривязном содержании коров в индивидуальных боксах

новки с высоким давлением смывных струй. Для такого смыва не требуется строительства глубоких каналов навозоудаления, в связи с чем сокращаются затраты на их устройство и расход воды.

Самотечно-сплавная система периодического действия (отстойно-лотковая или шиберная) предусматривает накопление экскрементов в продольных каналах навозоудаления, выход из которых перекрыт шиберами (рис. 8).

Объем каналов рассчитан на 2-недельное накопление навоза. Периодически их очищают, открывая шиберы. Для более полного опорожнения каналы навозоудаления делают U-образной формы. Сужение канала книзу обеспечивает увеличение скорости движения массы по дну и более полную очистку его от осадка. Однако часть осадка все же остается на дне и стенках каналов навозоудаления, и ее приходится смывать чистой водой или рециркулятом. При смыве осадка чистой водой резко увеличивается объем навоза и соответственно уменьшается концентрация питательных веществ. Поэтому для очистки дна и стенок каналов лучше использовать жидкую фракцию из навозохранилищ. Получаемые при этом навозные стоки имеют влажность 95—96%.

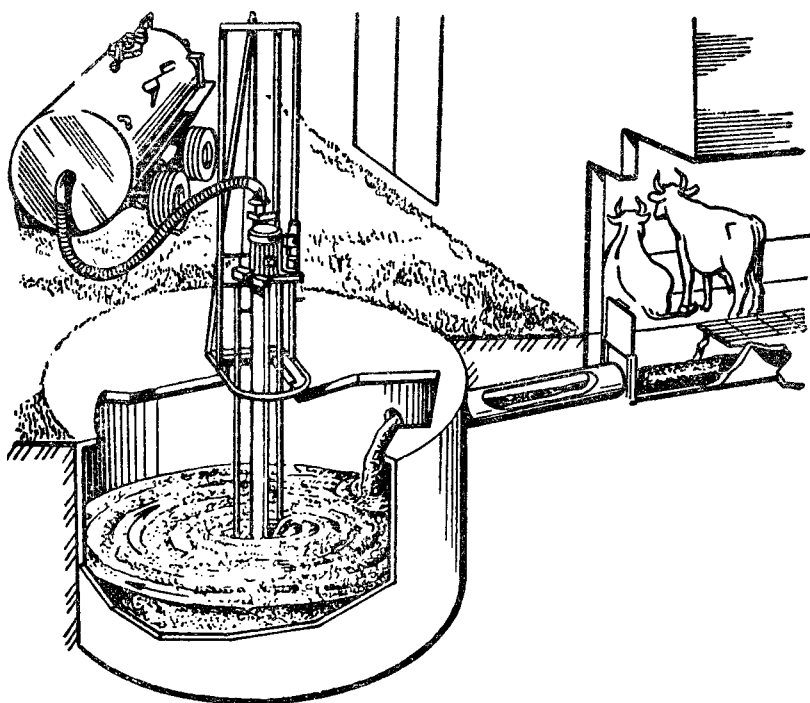
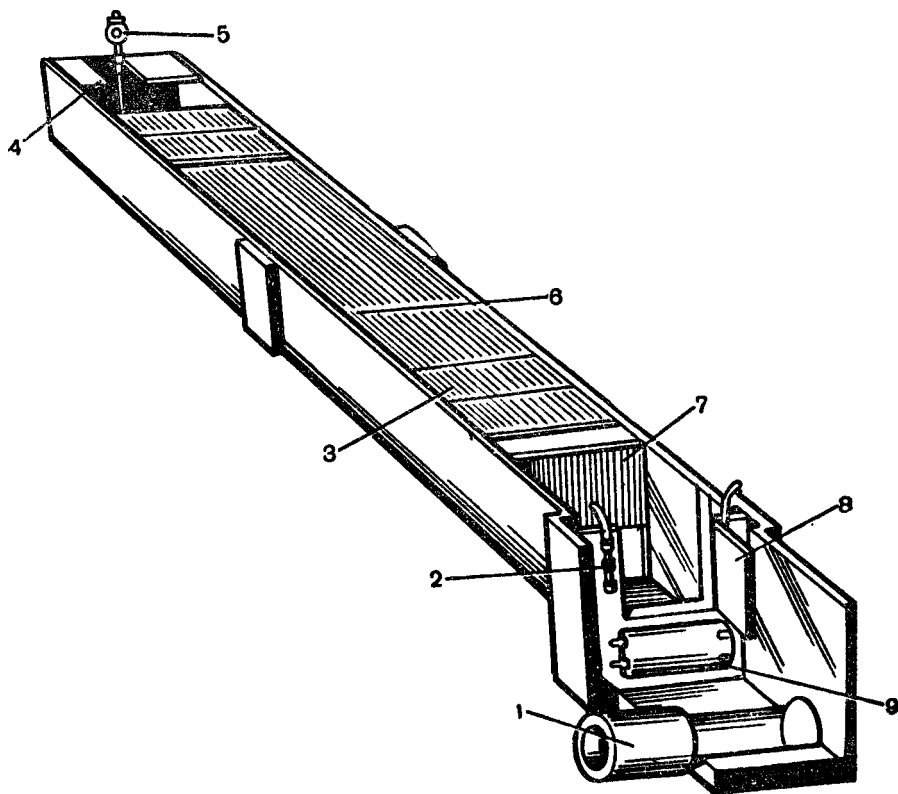


Рис. 8. Самотечно-сплавная система удаления навоза периодического действия

Самотечно-сплавная система непрерывного действия получила в последние годы широкое распространение (рис. 9). При использовании этой системы навоз удаляют из помещения по самотечным каналам, которые перед вводом животных в помещение наполняют водой на 10—20 см. Каналы не должны иметь уклона, так как в противном случае моча будет стекать, а кал оставаться. В поперечном сечении каждый канал имеет форму прямоугольника. Провалившись под решетку, кал и моча перемешиваются в нем и непрерывно текут под действием силы тяжести в коллектор, расположенный перпендикулярно продольным каналам. Коллектор располагают ниже самотечных каналов с тем, чтобы на стыке не было подпора. Система проста по устройству, удобна в эксплуатации, не требует добавления воды к навозу крупного рогатого скота и свиней. Она надежно работает при содержании сухого вещества в навозе от 8 до 12%. В связи с этим не следует допускать потерь воды из автопоилок.

Систему успешно применяют на фермах крупного рогатого скота и свиней. Она обеспечивает высокий эффект при строгом



Р и с. 9. Фрагмент самотечно-сплавной системы удаления навоза непрерывного действия:

1 — поперечный коллектор; 2 — замковое устройство; 3 — решетчатая панель; 4 — сливной трубопровод; 5 — задвижка; 6 — продольный самотечный канал; 7 — гидрозатвор; 8 — шибер; 9 — порожек

соблюдении правил эксплуатации, а также требований технологии содержания и кормления животных. При использовании этой системы нельзя применять для подстилки животным солому, торф и особенно опилки, нежелательно также попадание в навоз остатков корма. Поэтому устройство кормушек должно по возможности исключать потери корма. Обязательна гидроизоляция всех навозных коммуникаций.

Рециркуляционная система предусматривает использование осветленной жидкой фракции бесподстилочного навоза для промывки каналов. Она позволяет резко сократить расход воды, безотказно работает при попадании в навоз остатков корма.

ТРАНСПОРТИРОВКА К МЕСТУ ХРАНЕНИЯ ИЛИ ПОДГОТОВКИ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

Транспортировка бесподстилочного навоза от помещений к месту хранения (обработки) выполняется по магистральным (обычно поперечным) каналам с помощью скребковых транспортеров или самотеком. Форма дна магистрального коллектора, оборудованного транспортером, соответствует конструкции транспортера. Магистральные самотечные коллекторы выполняют из железобетонных труб внутренним диаметром не менее 500 мм или из бетона (железобетона). В поперечном сечении бетонные и сборные железобетонные каналы имеют трапецевидную форму со скругленным дном. Уклон коллектора в сторону движения навоза 2,0—2,5%. Если по условиям рельефа такой уклон обеспечить трудно, то коллектор прокладывают с уклоном 1%, но тогда предусматривают ежедневную его промывку осветленной жидкой фракцией. Поперечный канал делают глубже впадающих в него продольных каналов не менее чем на 0,3—0,4 м, с тем чтобы избежать подпора навоза на выходе из продольных каналов.

Самотечные каналы необходимо периодически, не реже одного раза в 5 дней, промывать технической водой или осветленными стоками. При этом скорость смыва для коллекторов диаметром 0,5—0,6 м должна быть не менее 0,7 м/с при давлении струи на выходе не менее 100 кПа, что обеспечивается смывной системой, предусмотренной для очистки каналов навозоудаления.

Поперечный коллектор чаще всего прокладывают под коридором, разделяющим две производственные секции для содержания животных. Это позволяет изолировать его от производственных секций, существенно уменьшить загазованность воздуха в зоне нахождения животных и обслуживающего персонала, исключить возникновение сквозняков. В коридоре продольные каналы навозоудаления перекрывают сплошными плитами, а в местах пересечения их с поперечным коллектором (в зоне нахождения шиберов и порожков) устраивают смотровые колодцы, закрытые съёмными крышками. В конце каждого поперечного коллектора в зоне его примыкания к навозоприемнику насосной станции устанавливают задвижку, позволяющую перекрыть канализационную систему комплекса на случай проведения ремонтных работ в навозоприемнике.

Навозоприемник служит для приема и временного хранения «залповых» поступлений навозных масс с комплекса, которые бывают во время промывки или опорожнения навозоприемных каналов.

На вводе магистрального коллектора в навозоприемник уста-

навливают отделитель крупных включений. Пропускная способность отделителя превышает 230 м³/ч.

Транспортировка навоза из навозосборника в карантинные навозоприемники и навозохранилища. Между животноводческими помещениями и навозохранилищами, помимо навозосборников, должно быть не менее трех карантинных навозоприемников. Их используют для промежуточного выдерживания (карантинирования) навоза в течение 6 суток. В случае отсутствия на комплексе особо опасных заболеваний навоз после 6-суточного карантинирования перекачивают насосом в навозохранилище.

Для транспортировки вязкого и негомогенного навоза от здания до места хранения (обработки) наиболее пригодна трубопроводная установка УТН-10, которая состоит из поршневого насоса гидроприводной станции, навозопровода и шкафа управления.

При использовании насосов навозохранилища могут находиться за пределами комплекса или фермы.

Для перекачки жидкого навоза из навозосборников используют фекальные насосы и специальные насосы НЖН-200, НЦВ-2, ПНЖ-250, ЦМФ-160. Глубина выгрузки насосами НЦВ-2 и ЦМФ-160 не ограничена, так как они могут быть опущены на дно хранилища. Горизонтальные фекальные насосы ФГ 81/19 и ФГ 144/46 переоборудуют, заменяя всасывающий патрубок и крыльчатку. Крыльчатку снабжают двумя ножами, вращающимися вместе с ней, а во всасывающем патрубке устанавливают два неподвижных (противорежущих) ножа. Для надежной работы трубопроводов, оборудования, машин и дождевальных установок крайне необходимо обеспечить насосы приспособлениями для измельчения остатков корма (сена, соломы, початков и стеблей кукурузы, корнеплодов и т. д.). Предельная высота всасывания насосов, работающих под заливом, — до 6 м.

Для получения полужидкого навоза с высоким содержанием питательных веществ следует применять безводные способы удаления экскрементов из животноводческих помещений: механический с использованием дельта-скреперов, транспортеров, самотечно-сплавной непрерывного действия в сочетании с рециркуляцией, рециркуляционный.

Не следует разбавлять навоз водой, так как в условиях производства даже при безводных способах удаления экскрементов в них может попадать вода от подтекания автопоилок, мытья кормоушек, подмывания вымени и уборки помещений.

Для удобрения полей бесподстильным навозом с одновременным поливом или орошением его разбавляют водой не в каналах навозоудаления, а в смесительной камере непосредственно перед орошением. Хранение разбавленного навоза требует больших капиталовложений на строительство хранилищ или прудов-накопителей.

ХРАНЕНИЕ

Во время осеннего или весеннего бездорожья, при вспышках эпизоотий, отсутствии свободных полей и в других случаях, когда невозможно вывозить и вносить навоз в почву, его хранят в специальных емкостях. Продолжительность хранения навоза в зависимости от почвенно-климатических и организационно-хозяйственных условий колеблется от 2—3 месяцев в южных районах до 5—7 — в северных.

Потери азота и органического вещества при хранении бесподстилочного навоза в 3—7 раз меньше, чем при хранении подстилочного (табл. 59). Различия в потерях азота из открытых и закрытых хранилищ незначительны. Поэтому полевые хранилища целесообразно строить открытыми; прифермские могут быть закрытыми.

59. Потери азота и органического вещества при хранении навоза (по данным Л. И. Ефремовой)

Навоз	Потери при хранении			
	зимой		летом	
	органического вещества	азота	органического вещества	азота
Подстилочный	31—34	36—40	35—40	35—37
Бесподстилочный	5—8	3—8	9—15	4—14

При хранении бесподстилочного навоза отношение N : P : K не ухудшается, повышается содержание аммонийного азота, уменьшается отношение C : N—NH₄.

Суммарную емкость хранилищ определяют с учетом ежедневного выхода экскрементов, степени разбавления их водой и продолжительности хранения навоза. Его хранят в каналах навозоудаления, коллекторах, навозосборниках, карантинных навозоприемниках и навозохранилищах (прифермских и полевых), при наличии трубопроводов — в прифермских хранилищах. В этом случае их соединяют трубопроводами с небольшими по вместимости полевыми заправочными станциями (или гидрантами) для подачи навоза в цистерны-разбрасыватели или дождевальные установки. Глубина хранилищ не должна превышать 4—5 м, т. е. чтобы навоз можно было выгружать насосами. Дно их делают с уклоном к заборному устройству для стока навоза. Дно и стены хранилища должны быть гидроизолированы и устойчивы к коррозионному воздействию навоза. До наступления морозов хранилища заполняют жидким навозом на высоту не менее чем 0,5 м над выходным концом трубы, чтобы обеспечить нормальную эксплуатацию.

Хранение навоза в лагунах, оврагах, балках и котлованах, а также в хранилищах без гидроизоляции запрещается.

На фермах при численности поголовья не выше 200 условных голов строят чаще прямоугольные и круглые хранилища вместимостью до 500 м³. На крупных комплексах (до 2000 условных голов) сооружают высокие цилиндрические хранилища из железобетона вместимостью 3—5 тыс. м³. Хранилища для бесподстилочного навоза оборудуют установками для перемешивания (гомогенизации).

Для сокращения затрат на строительство навозохранилищ сточные воды кормоцеха и доильного зала хранят в хранилищах без установок для гомогенизации и используют отдельно. При внесении навоза дождевальными установками сточные воды применяют для его разбавления.

На мелких и средних фермах в районах Севера и Сибири, где бесподстилочный навоз в открытых хранилищах замерзает и за лето не всегда полностью оттаивает, его целесообразно хранить под полом животноводческого помещения при условии, если под полом не вечно мерзлый грунт. В этом случае исключается необходимость систематической вывозки навоза и упрощается эксплуатация системы навозоудаления, особенно при беспривязном содержании животных.

Навозохранилище под щелевым полом здания располагают при низком уровне грунтовых вод и надежно гидроизолируют днища и стены. Вместимость подпольного хранилища должна обеспечивать хранение навоза в течение всего стойлового периода при одно-двухразовой выгрузке в год, а глубина — возможность механизированной выгрузки. При использовании фронтально-перскидных погрузчиков она должна быть не менее 5 м, а при выгрузке канатно-скреперной установкой — не менее 3 м. Ширину подпольных траншей делают не менее 2,8 м. Днище хранилища выполняют с уклоном 0,25—0,50% в сторону выгрузного торца. В самом глубоком месте устраивают приямок размером 1×1 м, глубиной 0,5—0,6 м для откачки жижи из хранилища.

Для выгрузки навоза в торце подпольного хранилища устраивают пандус с уклоном не более 20%. Перед выгрузкой навоза из подпольного хранилища жижу откачивают насосом НЖН-200.

СПОСОБЫ ПОДГОТОВКИ НАВОЗА К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Разнообразие технологий, сооружений и технических средств для уборки, обеззараживания, дезодорации, хранения, транспор-

тировки и внесения навоза в почву существенно влияет на изменение физико-механических свойств и химического состава бесподстилочного навоза, навозных стоков и продуктов их обработки. Поэтому содержание питательных веществ в навозных стоках и продуктах их обработки на комплексах, построенных по разным проектам, не может быть охарактеризовано средними данными, так как оно находится в прямой зависимости от степени разбавления экскрементов водой, а также от применяемых технологий, сооружений и технических средств.

Для агроэкономической оценки различных технологий, сооружений и технических средств, применяемых для подготовки навоза, необходимо знание закономерностей действия их на характер и величину изменений химического состава и свойств получаемых продуктов обработки как удобрения.

Из распространенных в настоящее время способов подготовки навоза к использованию, обеззараживания и дезодорации наиболее существенное влияние на изменение химического состава и эффективность бесподстилочного навоза, навозных стоков и продуктов их обработки оказывают различные способы удаления навоза и разделения его на фракции, аэрация и термическая обработка.

В процессе подготовки к использованию из навоза извлекают инородные включения и крупные частицы, измельчают остатки корма, при хранении перемешивают, разделяют на фракции, а иногда подвергают различным обработкам. Для удаления примесей используют вертикальные и горизонтальные грохоты разнообразных форм. Наклон вертикального грохота должен иметь соотношение не более чем 1 : 3. Горизонтальные самоочищающиеся радиальные грохоты с вращающимися скребками устанавливают в коллекторах и перед насосными станциями. Возможно также применение виброгрохотов. Инородные примеси и крупные частицы необходимо извлекать при любой технологии подготовки бесподстилочного навоза для использования в качестве удобрения.

Измельчение остатков корма повышает надежность работы насосов, трубопроводов и дождевальных установок, улучшает текучесть навоза. Измельчитель помещают перед насосной станцией и навозосборником. Измельчение обязательно перед внесением навоза дождевальными установками.

ГОМОГЕНИЗАЦИЯ (ПЕРЕМЕШИВАНИЕ) НАВОЗА

При хранении бесподстилочный навоз влажностью более 90% расслаивается и образует три слоя, которые различаются между собой по плотности, содержанию сухого вещества и питательных элементов.

В верхней части образуется плотный плавающий слой (остатки кормов и твердых экскрементов) влажностью 78—84%, почти без аммиачного азота; внизу осаждаются твердые частицы навоза, песок, ил влажностью 84—88%, которые тоже содержат мало аммиачного азота; между этими слоями находится осветленная жидкость (влажность 88—94%), богатая аммиачным азотом. По мере разбавления навоза водой увеличивается скорость осаждения твердых частиц. Свиной навоз расслаивается быстрее, чем коровий.

Перемешивание навоза — обязательный технологический прием, от которого в большой степени зависит надежность работы насосов, цистерн-разбрасывателей и дождевальных установок, полнота его выгрузки из хранилищ и равномерность распределения питательных элементов и органического вещества как в самом навозе, так и на удобряемой площади.

В хранилищах навоз перемешивают специальными устройствами. Карантинные навозоприемники также оборудуют такими устройствами и дозаторами для внесения в гомогенную массу химических реагентов, обеспечивающих ее обеззараживание.

В круглых хранилищах вместимостью до 3000 м³ для гомогенизации используют устройства с тангенциальными насадками. При этом одно кольцо насадок монтируют в верхней части хранилища, второе — в нижней, в зоне выпадения осадка. Навозохранилища подключают к насосной станции с грязевым насосом при помощи всасывающе-нагнетательной трубопроводной сети. При перекачивании навоза через тангенциальные насадки за счет кругового движения обеспечивается хорошее перемешивание осадка. В нижнем кольце насадки устанавливают таким образом, чтобы выходящая из них струя попадала в осадок снизу. Применение тангенциальных насадок возможно при содержании сухого вещества в навозе менее 10%. В круглых хранилищах вместимостью 3000 м³ для перемешивания навоза используют реактивные мешалки.

При проектировании устройств для перемешивания свиного навоза необходимо иметь в виду, что для его гомогенизации требуется более интенсивное вертикальное перемешивание в связи с сильным самоуплотнением осадка на дне.

Механическую гомогенизацию бесподстилочного навоза осуществляют рамными и шнековыми мешалками, мешалками-волокушами.

Рамные мешалки целесообразно устанавливать в хранилищах большой вместимости (2500—5000 м³) и применять для перемешивания полужидкого и жидкого навоза и навозных стоков, содержащих 3—12% сухого вещества. Рамные мешалки надежны в работе, обеспечивают хорошую гомогенизацию навоза и почти полную его выгрузку из хранилищ.

Шнековые мешалки используют для гомогенизации в круглых и прямоугольных хранилищах навозных стоков, содержащих менее 2% сухого вещества.

Пневматические устройства для гомогенизации применяют в небольших хранилищах вместимостью до 200 м³.

При хранении бесподстилочного навоза в хранилищах вместимостью свыше 1000 м³ его перемешивают не реже чем через 6 дней, во время вывозки — несколько раз в день по 40—60 мин.

РАЗДЕЛЕНИЕ НА ФРАКЦИИ

Полужидкий и жидкий бесподстилочный навоз, вносимый в качестве удобрения мобильными средствами (автомобильные и тракторные цистерны-разбрасыватели), не разделяют на фракции. Но такой навоз нередко применяют для орошения сельскохозяйственных культур. В этом случае для повышения надежности работы трубопроводов, а также технических средств и сооружений, используемых при орошении, возникает необходимость в разделении бесподстилочного навоза на фракции. Получаемую твердую фракцию хранят на бетонированных площадках.

Жидкую фракцию часто хранят без гомогенизации. Однако для полной выгрузки ее целесообразно перемешивать, чтобы избежать выпадания взвешенных частиц в осадок и уплотнения последнего на дне хранилища. Поскольку относительное содержание взвешенных частиц в жидкой фракции невелико, ее используют для орошения так же, как и сточные воды, без установки дополнительного специального оборудования.

При разделении важно наиболее полно выделить твердую фракцию, чтобы в жидкой осталось как можно меньше взвешенных частиц, способных к оседанию в хранилищах. Качество работы по разделению навоза на фракции оценивают по эффекту осветления суспензии и влажности твердой фракции.

Эффект осветления — массовая доля взвешенных частиц, выделенных в твердую фракцию. Определяют по формуле:

$$\Xi_0 = \frac{ВВ_{\text{н}} - ВВ_{\text{ж}}}{ВВ_{\text{н}}} \cdot 100,$$

где ВВ_н, ВВ_ж — удельная масса взвешенных веществ соответственно в исходном навозе и в жидкой фракции, кг/м³.

Разделение на фракции — процесс механический, и он не сопровождается потерями, за исключением части аммонийного азота. Следовательно, зная содержание сухого вещества в исходной, твердой и жидкой фракциях, выход твердой фракции можно определить по формуле:

$$T = \frac{M(C_{\text{и}} - C_{\text{ж}})}{C_{\text{т}} - C_{\text{ж}}},$$

где M — исходная масса навоза, т; $C_{\text{и}}$, $C_{\text{ж}}$, $C_{\text{т}}$ — содержание сухого вещества в исходной массе, жидкой и твердой фракциях, %.

Массу жидкой фракции определяют по разности масс исходного навоза и твердой фракции.

Существуют разные способы разделения навоза на фракции. Для этого применяют различное оборудование и сооружения. Они действуют по принципу осаждения (седиментации) или фильтрования.

Следует иметь в виду, что взвешенные частицы большого размера сравнительно легко отделяются естественным осаждением и фильтрацией. Отделение мелких частиц возможно лишь в случае преодоления дзета-потенциала или снижения его до значения, близкого к нулю. Для этого требуется электрическая или химическая коагуляция.

Естественное отстаивание (осаждение) основано на свойстве более плотных взвешенных частиц оседать под действием сил гравитации. Испарение воды, а также откачивание или сброс жидкой фракции через шандорное устройство ускоряют разделение навоза на фракции и увеличивают полноту выпадания взвешенных частиц в осадок.

Скорость осаждения взвешенных частиц навоза крупного рогатого скота и свиней неодинакова. Например, бесподстилочный навоз крупного рогатого скота, содержащий сухого вещества более 6%, практически не осаждается, скорость осаждения свиного навоза в 2 с лишним раза больше, чем коровьего.

Естественное отстаивание осуществляется в различных отстойниках. Для достижения осадком влажности около 80% требуется обычно не менее 40 дней. Во время отстаивания и естественного подсушивания осадка теряется большое количество азота.

Горизонтальный отстойник-накопитель. Для осаждения взвешенных частиц из жидкого свиного навоза чаще всего строят горизонтальные отстойники-накопители. Например, в Калининской области в совхозе имени 50-летия СССР такие отстойники работают 10 лет.

В целях активного воздействия на процесс сгущения осадка используют различные отстойники-сгустители.

Горизонтальный отстойник-сгуститель используется в качестве первичного сооружения непрерывного действия. Производительность отстойника примерно 25 м³/ч, эффект осветления — 80%, влажность получаемого осадка — 90—92%.

Вертикальный отстойник периодического действия позволяет совместить осаждение с карантинированием.

Вертикальный отстойник непрерывного действия представляет

собой резервуар круглой или прямоугольной формы. Эффект осветления суспензии свиного навоза в таком отстойнике достигает 86%, а влажность получаемого осадка — 93—94%.

Применение вертикальных отстойников для навозных стоков влажностью более 96% обеспечивает получение наиболее осветленной жидкой фракции и одновременно позволяет уменьшить количество осадка, подлежащего дальнейшему обезвоживанию с помощью механических способов разделения.

Заглубленные вертикальные отстойники строят из железобетона, а установленные на поверхности сваривают из стальных листов. Отстойники сварной конструкции применяют в совхозе «Красногорский» Челябинской области и на свиноводческом комплексе совхоза-комбината имени 50-летия СССР в Наро-Фоминском районе Московской области.

При отстаивании навоза в течение 2 ч производительность отстойника 75 м³/ч, эффект осветления — более 80%, влажность получаемого осадка — 93—95%.

Влияние осаджения на изменение химического состава навоза. Несмотря на различия в устройстве различных отстойников для разделения жидкого навоза на фракции, закономерности изменения химического состава твердой и жидкой фракций примерно одинаковы. Неодинаков лишь размер этих изменений. Взвешенные частицы из навозных стоков крупного рогатого скота при влажности 95% осаждаются крайне медленно и в небольшом количестве. В результате этого содержание сухого вещества в осадке по сравнению с таковым в исходных стоках немного увеличилось (на 0,86%), а химический состав осадка почти не отличался от состава стоков. При разделении на фракции навозных стоков свинофермы, имевших влажность 95 и 98%, а также стоков молочной фермы при влажности 98% увеличиваются различия между химическим составом получаемого осадка и исходных навозных стоков. Например, при влажности навозных стоков свиней и коров 95% содержание сухого вещества в полученном осадке из жидкого свиного навоза составляет 9%, а из коровьего — 5,86%. При влажности же разделяемых стоков 98% осадок из стоков свинофермы содержал сухого вещества 11,6%, а из коровьих — 5,2%.

Для биотермического обеззараживания бесподстилочного навоза или осадка содержание в них сухого вещества должно быть не менее 30—25%. Содержание сухого вещества в осадке (5,21—11,6%) явно недостаточно для возникновения процессов биотермии. Кроме того, содержание в навозных стоках сухого вещества и элементов питания растений уменьшается прямо пропорционально степени разбавления экскрементов водой. Вместе с этим следует отметить, что процентное содержание их в осадке во всех случаях было намного выше, чем в жидкой фракции. В действительности же, как это показали исследования, разделение навозных

стоков на фракции вовсе не решает вопроса о выделении основной массы питательных веществ в осадок (табл. 60).

60. Распределение элементов питания растений между осадком и жидкой фракцией при отстаивании стоков
(В. А. Васильев и др., 1978)

Химический состав стоков	Распределение состава, в %, при разделении стоков влажностью			
	95 %		98 %	
	осадок	жидкая фракция	осадок	жидкая фракция
Со свинофермы				
Общая масса	49	51	14	86
Сухое вещество	88	12	78	22
Зола	73	27	59	41
Органическое вещество	90	10	82	18
Азот общий	62	38	29	71
Азот аммонийный	57	43	22	78
Фосфор (P_2O_5)	85	15	63	37
Калий (K_2O)	56	44	16	82
С молочной фермы				
Общая масса	77	23	28	72
Сухое вещество	91	9	73	27
Азот общий	80	20	37	63
Азот аммонийный	78	22	28	72
Фосфор (P_2O_5)	85	15	47	53
Калий (K_2O)	77	23	30	70

При влажности навозных стоков 95% (что соответствует разбавлению экскрементов водой примерно вдвое) большая часть питательных веществ остается в осадке, при влажности 98% (разбавление экскрементов водой примерно в 5 раз) основная масса питательных веществ попадает в жидкую фракцию (особенно азот и калий) в результате выщелачивания их из осадка. Полнота выделения сухого вещества в осадок с увеличением влажности навозных стоков уменьшается. Так, при влажности навозных стоков 95% оказалось сухого вещества в осадке 88% от валового содержания его в навозных стоках свинофермы и 91% от сухого вещества навозных стоков молочной фермы; при влажности 98% количество сухого вещества в осадках уменьшилось соответственно до 78 и 73%. При дальнейшем разбавлении экскрементов водой в жидкую фракцию поступает еще большее количество органического вещества и основных элементов питания растений. Это подтверждается результатами анализов химического состава навозных стоков, а также осадка и жидкой фракции, получаемых в вертикальных отстойниках свиноводческого комплекса «Кузнецовский» (табл. 61). В отстойники поступали с комплекса навоз-

ные стоки, содержащие всего 0,8% сухого вещества, что соответствует разбавлению экскрементов водой примерно в 13 раз.

61. Химический состав стоков, осадка и жидкой фракции на комплексе «Кузнецовский» и распределение питательных веществ (В. А. Васильев и др., 1978)

Химический состав стоков	Содержание, % на сырое вещество			Соотношение фракций, %	
	в стоках	в осадке	в жидкой фракции	осадок	жидкая фракция
Общая масса	100	100	100	8	92
Сухое вещество	0,80	5,60	0,40	54	46
Зола	0,21	0,60	0,15	26	74
Органическое вещество	0,59	5,00	0,25	62	38
Азот общий	0,073	0,206	0,057	22	72
Азот аммонийный	0,041	0,052	0,045	9	91
Фосфор (P_2O_5)	0,049	0,213	0,037	33	67
Калий (K_2O)	0,028	0,038	0,031	9	91

С повышением влажности навозных стоков увеличивается валовое содержание азота и калия в жидкой фракции, что приводит к соответствующему уменьшению валового содержания их в осадке.

Отношения N : P : K, C : N и C : N—NH₄, необходимые для характеристики навозных стоков, осадка и жидкой фракции как удобрения, приведены в таблице 62.

62. Влияние степени разбавления экскрементов водой на изменение отношений N : P : K и C : N—NH₄ в осадке и жидкой фракции (В. А. Васильев и др., 1978)

Удобрение	Содержание сухого вещества, %	Отношение		
		N : P : K	C : N	C : N—NH ₄
Экскременты свиней	11,3	1 : 0,6 : 0,4	5	19 *
Стоки влажностью 95% ·	5,0	1 : 0,6 : 0,4	5	8
осадок из них	9,0	1 : 1 : 0,4	8	14
жидкая фракция	1,2	1 : 0,3 : 0,5	1,5	2
Стоки влажностью 98%	2,0	1 : 0,6 : 0,4	5	8
осадок из них	11,6	1 : 1,4 : 0,2	15	29
жидкая фракция	0,5	1 : 0,3 : 0,5	1,3	1,8
Стоки, поступающие в отстойники	0,8	1 : 0,7 : 0,4	4	7
осадок из отстойника	5,6	1 : 1 : 0,2	12	78
жидкая фракция	0,4	1 : 0,6 : 0,5	2,2	2,8

* Аммонийный азот определяли в свежих экскрементах.

При разделении навозных стоков на фракции относительное содержание фосфора в осадке увеличивается, а содержание калия уменьшается. Вместе с этим в жидкой фракции уменьшается относительное содержание фосфора и несколько увеличивается содержание калия. Кроме того, с увеличением степени разбавления экскрементов водой увеличивается отношение $C:N$ и особенно $C:N-NH_4$ в осадке, что приводит к снижению его эффективности как источника азота.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что распределение питательных веществ навозных стоков между осадком и жидкой фракцией приводит к коренным изменениям в них отношений азота к фосфору и калию, углерода к азоту общему и доступному для питания растений аммонийному азоту, к существенному изменению характеристики их как удобрений. Поэтому осадок следует дополнять азотом минеральных туков и в случае необходимости калием, а жидкую фракцию — фосфором.

63. Влияние экскрементов, осадка и жидкой фракции на урожай зерна овса
(В. А. Васильев и др., 1978)

Вариант опыта	Навоз со свиной фермы, % к контролю	Навоз с молочной фермы, % к контролю
Без удобрения	20	24
Экскременты — контроль	100	100
Осадок из стоков 95%-ной влажности	85	84
Осадок из стоков 95%-ной влажности+K	86	84
Осадок из стоков 98%-ной влажности	55	48
Осадок из стоков 98%-ной влажности+K	58	50
Жидкая фракция из стоков 95%-ной влажности	109	98
Жидкая фракция из стоков 95%-ной влажности+P	113	98
Жидкая фракция из стоков 98%-ной влажности	98	85
Жидкая фракция из стоков 98%-ной влажности+P	112	85

Для агрономической оценки экскрементов, навозных стоков, осадка и жидкой фракции как удобрений в ВИУА проведены исследования на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве. Действие удобрений изучали на овсе. В период вегетации было отмечено сильное отставание растений в росте на контрольном варианте (табл. 63).

Экскременты свиней и крупного рогатого скота повысили урожай овса в этих опытах почти в 5 раз. Осадок, полученный из стоков влажностью 95%, по влиянию на урожай несколько уступал экскрементам, а при использовании осадка из стоков влажностью 98% урожай был получен почти в 2 раза меньше. Причина этого в довольно широком отношении $C:N-NH_4$. Жидкая фракция во всех вариантах опытов действовала на урожай примерно так же, как и экскременты, так как отношение $C:N-NH_4$ не превышало 2. Аналогичные результаты получены и в опыте, в котором изучали действие на урожай овса навозных стоков, а также осадка и жидкой фракции из вертикальных отстойников, взятых на свиноводческом комплексе «Кузнецовский».

Исследования химического состава осадка и жидкой фракции и их влияния на урожай приводят к выводу о необходимости принципиально новой оценки органических удобрений как источника азота не только по отношению $C:N$, но и по отношению $C:N-NH_4$.

Механическое разделение применяют для полужидкого или жидкого навоза, а также для дополнительного обезвоживания осадка, получаемого при естественном отстаивании навозных стоков. В отличие от естественного отстаивания в лагунах и отстойниках применение механических средств обеспечивает более быстрое разделение навозных стоков на фракции. Однако эффективность их по полноте выделения сухого вещества в твердую фракцию и другим показателям неодинаковая.

Фильтрование. Для фильтрования применяют различные устройства нередко в сочетании со шнековыми прессами. Общим для всех устройств подобного типа является наличие сит. Они бывают подвижными (вибрирующие сита) или пассивными (процеживающие). В получаемой с сит твердой фракции содержится так мало сухого вещества, что его нельзя складировать навалом. Содержание сухого вещества в твердой фракции, полученной с вибросита на свиноводческом комплексе «Кузнецовский», составляло в среднем около 15%, что исключало вывоз машинами. Однако сита пригодны для отделения только крупнодисперсных примесей.

Установки пассивного действия (соломенные, фашинные, щелевые) не находят применения, так как быстро заиливаются.

Для ускорения фильтрования применяют дополнительные силы (центробежные в центрифугах, давление в фильтрах-прессах). Кроме того, используют установки с регенерируемым рабочим органом.

Дуговое сито — самая простая установка для разделения навоза на фракции. Оно состоит из сварной рамы, на которой наклонно установлен желоб. Дно желоба — вогнутое сито из перфорированного металлического листа. Под ситом — поддон для фильтрата. Навозные стоки подаются на сито тонким слоем по всей ширине его через распределительный лоток. При стекании их

по кривой перфорированной поверхности сита фильтрат поступает в поддон, а затем в сборник. Твердая фракция сваливается с сита в накопитель или на транспортер, которым подается для дальнейшего обезвоживания (влажность ее 86—90%).

Фильтрация на дуговом сите происходит под действием силы тяжести и небольших центробежных сил, а очистка сита от твердых частиц навоза — вновь поступающими навозными стоками. Эффект осветления на такой установке — около 40%. Установка пригодна лишь для разделения стоков влажностью более 97%. Поэтому применяется только в качестве первой ступени обезвоживания навозных стоков, получаемых на животноводческих комплексах с гидросмывом экскрементов.

Виброгрохот применяется для разделения навозных стоков на твердую и жидкую фракции. На комплексе по откорму 9880 бычков в год в совхозе «Вороново» Московской области установлен виброгрохот типа ГИЛ-32. Производительность его — около 100 м³/ч, влажность получаемой твердой фракции — 82—85%. Из-за низкого эффекта осветления жидкая фракция содержит много взвешенных частиц. При хранении они образуют плотный осадок. Поэтому фильтрат дополнительно осветляют в вертикальных или горизонтальных отстойниках.

Виброгрохот барабанный используют для разделения навозных стоков на фракции. Производительность виброгрохота ГБН-100 — от 40 до 80 м³/ч, влажность твердой фракции — 84—86%, эффект осветления — 30—50%.

Фильтр-пресс шнековый применяют для дополнительного обезвоживания твердой фракции, получаемой на фильтрующих установках.

Производительность пресса винтового НЖН-68 — 6—10 т/ч при влажности исходной массы 84—92%. Влажность получаемой твердой фракции — 65—68%, эффект осветления — 75—80%. Потребляемая мощность электродвигателя — 11 кВт.

Фильтрующая центрифуга предназначена для разделения на фракции жидкого навоза и осадка из первичных отстойников. Производительность центрифуги УОН-700 конструкции ВНИИМЖ — 40—80 т/ч при влажности исходной массы 90—96%. Влажность получаемой твердой фракции около 82%, эффект осветления 40—65%.

Осадительная центрифуга предназначена для ускорения осаждения взвешенных веществ. Разделение основано на разности плотностей взвеси и жидкой фазы, которая во много раз увеличивается за счет действия центробежных сил. Центрифугу ОГШ-502К-4 применяют на свиноводческом комплексе совхоза «Лузинский» Омской области. Твердая фракция, получаемая с центрифуги, пригодна для биотермического обеззараживания.

Государственные испытания отечественных и зарубежных цент-

рифуг показали, что ни одна из них не обеспечивала получения твердой фракции с содержанием сухого вещества более 30%. Значительная часть сухого вещества оставалась в жидкой фракции.

В зарубежной практике для разделения навозных стоков на фракции испытывали вакуумный барабанный фильтр. В результате пришли к выводу о непригодности его из-за низкой производительности и дороговизны.

Для разделения навозных стоков на фракции используют также **прессование**, выполняемое прессами с одинарной или двойной процеживающей лентой. Они работают по принципу непрерывно двигающейся фильтрующей ленты, пропускаемой между отжимными валиками. Одинарные прессы, т. е. прессы с одной цедильной лентой, проще по устройству, дешевле и надежнее в работе по сравнению с прессами, снабженными двумя лентами. Получаемая при этом твердая фракция содержит 20—25% сухого вещества.

Одним из лучших фильтров-прессов для разделения бесподстилочного навоза на фракции считается сепаратор французской фирмы «Сафит», удостоенный серебряной медали по решению жюри Международного салона сельскохозяйственных машин и оборудования.

64. Химический состав осадка, твердой фракции и фугата и распределение между ними питательных и других веществ (по данным ВИАУ)

Химический состав	Содержание, % на сырое вещество			Распределение между фракциями, %	
	осадок из отстойника	твердая фракция	фугат	в твердой фракции	в фугате
		из центрифуги			
Общая масса	100	100	100	9	91
Сухое вещество	5,60	22,80	4,00	35	65
Зола	0,60	1,04	0,62	15	85
Органическое вещество	5,00	21,76	3,38	37	63
Азот общий	0,206	0,354	0,189	15	84
Азот аммонийный	0,052	0,017	0,050	3	88
Фосфор	0,213	0,345	0,212	13	87
Калий	0,038	0,040	0,036	9	91

Транспортер-дозатор используется для приема и накопления твердой фракции и осадка, поступающих из установок и сооружений для разделения. Он состоит из бункера вместимостью 60 м³, оборудованного транспортерами для подачи массы и выгрузным шнеком. За время накопления и хранения в бункере масса дополнительно обезвоживается под действием силы тяжести самой массы. Твердая фракция иногда обезвоживается до

Таким образом, механическое разделение (как и естественное осаждение) не обеспечивает необходимой полноты выделения сухого вещества и элементов питания растений в осадок. Это подтверждается результатами анализов осадка из вертикальных отстойников свиноводческого комплекса, а также твердой фракции и фугата, полученных при разделении осадка на центрифуге (табл. 64).

65. Влияние центрифугирования на изменение отношений $N:P:K$, $C:N$ и $C:N-NH_4$ в твердой фракции и фугате по сравнению с исходным осадком (В. А. Васильев и др., 1980)

Удобрение	Сухое вещество, %	Отношение		
		N : P ₂ O ₅ : K ₂ O	C : N	C : N—NH ₄
Осадок из вертикальных отстойников	5,6	1 : 1 : 0,2	12	48
Твердая фракция из центрифуги	22,8	1 : 1 : 0,1	31	640
Фугат из центрифуги	4,0	1 : 1 : 0,2	9	34

66. Влияние навозных стоков и продуктов их разделения на урожай зерна овса (В. А. Васильев и др., 1980)

[illegible]

Твердая фракция, полученная при центрифугировании осадка, из-за мизерного содержания доступного азота и чрезвычайно широкого отношения в ней $C:N-NH_4$, достигавшего 640, дала урожаи овса в 4 раза меньше, чем исходные стоки, и почти в 3 раза меньше, чем осадок из отстойника. Дополнение осадка из отстойника и твердой фракции из центрифуги калием практически не изменяло их эффективности, так как содержание калия в почве было достаточным для урожая, полученного в этом опыте.

Фугат действовал на урожай примерно так же, как и исходные стоки, хотя доступного азота в нем было меньше и отношение $C:N-NH_4$ намного шире. Объяснить это можно, по-видимому, тем, что в фугат поступает большое количество мелкодисперсных и коллоидных частиц, богатых белковыми веществами, которые легко разлагаются и в процессе вегетации растений обеспечивают их доступным азотом. Интересно также отметить, что фугат, содержащий практически одинаковое с осадком количество питательных веществ, обеспечил получение более высокого урожая овса. Причины этого, надо полагать, в том, что отношение $C:N-NH_4$ в фугате, равное 34, было почти в 1,5 раза меньше, чем в осадке. Аналогичные результаты получены при возделывании кукурузы, вико-овсяной смеси и других культур.

Различные способы механического разделения навозных стоков оказывают неодинаковое влияние на химический состав твердой и жидкой фракций и распределение массы и питательных веществ между фракциями (табл. 67).

После механического разделения навозных стоков в твердой фракции существенно увеличивается относительное содержание сухого вещества, общего азота, фосфора и золы. В связи с этим некоторые специалисты ошибочно полагают, что основная масса элементов питания растений и сухого вещества навоза будто бы попадает в твердую фракцию, а жидкая фракция не имеет ценности как удобрение. Подобные представления иногда приводят к ошибкам при проектировании сооружений и разработке машин и оборудования для подготовки навоза к использованию в качестве удобрения. В результате проектами нередко предусматриваются такие технологии, сооружения и технические средства для уборки и подготовки навоза, которые делают невозможным эффективное использование его для удобрения (гидросмыв, биологическая очистка, высушивание и т. п.).

В действительности же, как показали исследования, механическое разделение навозных стоков на фракции, равно как и разделение их путем естественного отстаивания, не обеспечивает выделения основной массы питательных веществ в твердую фракцию. Значительная, а при сильном разбавлении большая часть валового содержания их остается в жидкой фракции (см. табл. 64 и 67). Например, на свиноводческом комплексе «Кузнецовский»

67. Агрохимическая характеристика твердой и жидкой фракций, получаемых при механическом разделении навозных стоков
(В. А. Васильев и др., 1980)

Удобрение	Содержание, % на сырое вещество						Общая масса, %	N : P : K	C : N	C : N - NH ₄	N : N - NH ₄
	сухого вещества	N _{общ}	N - NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	зола					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Навозные стоки со свиноводческого комплекса «Кузнецовский», из них:											
осадок	0,80	0,073	0,041	0,049	0,028	0,21	100	1 : 0,7 : 0,4	4	7	1,8
жидкая фракция	5,60	0,206	0,052	0,213	0,038	0,60	100	1 : 1 : 0,2			
	0,40	0,057	0,045	0,037	0,031	0,15	100	1 : 0,6 : 0,5	12 2,2	48 2,8	4 1,3
Распределение по фракциям, %:											
осадок	54	22	9	33	9	26	8	—	—	—	—
жидкая фракция	46	72	91	67	91	74	92	—	—	—	—
Осадок со свиноводческого комплекса «Кузнецовский», из них:											
твердая фракция	5,60	0,206	0,052	0,213	0,038	0,60	100	1 : 1 : 0,2	12	48	4
фугат	22,80	0,354	0,017	0,345	0,040	1,04	100	1 : 1 : 0,1	31	640	21
	4,00	0,189	0,050	0,212	0,036	0,62	100	1 : 1 : 0,2	9	34	3,8
Распределение по фракциям, %:											
твердая фракция	35	15	3	13	9	15	9	—	—	—	—
фугат	65	84	88	87	91	85	91	—	—	—	—

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

Осадок сточных
вод г. Москвы (не
обработанный коа-
гулянтом), из них:

	6,11	0,218	0,015	0,169	0,010
твердая фрак- ция	28,50	0,443	0,021	0,50	0,024
фугат	3,24	0,190	0,014	0,123	0,008

Распределение по
фракциям, %:

твердая фрак- ция	53	23	15	34	29
фугат	47	77	83	66	71

Осадок сточных
вод г. Москвы
(обработанный
коагулянтом), из
них:

	6,00	0,207	0,015	0,148	0,011
твердая фрак- ция	25,88	0,853	0,041	0,570	0,026
фугат	0,35	0,018	0,007	0,010	0,003

Распределение по
фракциям, %:

твердая фрак- ция	95	93	63	94	69
фугат	5	7	37	6	31

7	8	9	10	11	12
1,64	100	1 : 0,8 : 0,05	10	149	15
9,62	100	1 : 1,1 : 0,05	21	450	21
0,76	100	1 : 0,6 : 0,04	7	89	14
62	11	—	—	—	—
38	89	—	—	—	—
1,62	100	1 : 0,7 : 0,05	11	146	14
7,41	100	1 : 0,7 : 0,03	11	225	21
0,11	100	1 : 0,6 : 0,2	7	17	3
95	22	—	—	—	—
5	78	—	—	—	—

после разделения на виброфильтрах стоков, содержавших сухого вещества 1,57% (в результате гидросмыва экскременты свиней были разбавлены водой не менее чем в 6 раз), в фильтрате оставалось сухого вещества 72%, азота общего — 87, аммонийного — 98, фосфора — 58, калия — 95% от исходного валового содержания.

Важно отметить, что твердая и жидкая фракции, получаемые при механическом разделении навозных стоков, коренным образом отличаются друг от друга и от исходных стоков по химическому составу и отношениям $N:P:K$, $C:N$, $C:N-NH_4$, $N_{общ}:NH_4$. В твердой фракции возрастает отношение $C:N$, $C:N-NH_4$ и $N_{общ}:NH_4$, в результате чего она обесценивается как источник доступного азота для питания растений.

Общими недостатками всех способов механического разделения навозных стоков на фракции оказались высокая влажность получаемой твердой фракции и низкая полнота выделения в нее сухого вещества, а также большие затраты на выполнение этих работ.

Хорошие результаты дает применение механических средств для разделения навоза на фракции в сочетании с предварительной обработкой массы коагулянтами.

Электрическое и химическое разделение (электрофлотокоагуляция) применяют для более полного отделения от жидкости мельчайших взвешенных частиц. Для этого через жидкую фракцию пропускают электрический ток или обрабатывают ее химическими коагулянтами (неорганическими или полимерными катионоактивными). При такой обработке собственный заряд частиц снижается до значения, близкого к нулю, в результате чего происходит коагуляция взвешенных частиц с образованием хлопьев, которые нетрудно отделить от жидкости-носителя. Хорошие результаты дает применение неорганических коагулянтов (солей железа и алюминия) при механическом разделении осадка или стоков на фракции. Недостаток метода — большой расход коагулянтов — от 0,1 до 1% от массы навозных стоков. Значительно меньше (50—200 г на 1 м³) требуется полимерных катионоактивных коагулянтов.

При предварительной обработке массы неорганическими коагулянтами перед механическим разделением осадка или стоков на фракции резко увеличивается полнота выделения сухого вещества и элементов питания в твердую фракцию.

Применение полимерных катионоактивных коагулянтов приводит к существенному изменению химического состава твердой фракции и фугата (табл. 68).

Обработка осадка коагулянтами обеспечивает весьма высокую полноту выделения сухого вещества, азота и фосфора в твердую фракцию (табл. 69).

68. Влияние полимерного коагулянта на химический состав фракций после разделения осадка сточных вод центрифугой «Гумбольдт» (по данным ВИАУ, В. А. Васильев и др., 1980)

Показатель	Содержание, % на сырое вещество					
	осадок из отстойника		твердая фракция		фугат	
	необработанный	обработанный	из необработанного осадка	из обработанного осадка	из необработанного осадка	из обработанного осадка
Сухое вещество	6,11	6,00	28,50	25,88	3,24	0,35
Зола	1,64	1,62	9,62	7,41	0,76	0,11
Органическое вещество	4,47	4,38	18,88	18,47	2,48	0,24
Азот общий	0,218	0,207	0,443	0,853	0,19	0,018
Азот аммонийный	0,015	0,015	0,021	0,041	0,014	0,007
Фосфор	0,169	0,148	0,50	0,570	0,123	0,010
Калий	0,010	0,011	0,024	0,026	0,008	0,003
C : N	10	11	21	11	7	7
C : N—NH ₄	149	146	454	225	89	17

69. Влияние обработки полимерным коагулянтом на распределение состава осадка сточных вод между твердой фракцией и фугатом (по данным ВИАУ, В. А. Васильев и др., 1980)

Химический состав	Распределение, %			
	в твердой фракции		в фугате	
	из обработанного осадка	из необработанного осадка	из обработанного осадка	из необработанного осадка
Общая масса	11	22	89	78
Сухое вещество	53	95	47	5
Зола	62	95	38	5
Органическое вещество	49	96	51	4
Азот общий	23	93	77	7
Азот аммонийный	15	63	83	37
Фосфор	34	94	66	6
Калий	29	69	71	31

ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ

Термическая обработка — надежное средство обеззараживания и дегельминтизации навоза. Но она требует значительных затрат энергии, поэтому навоз подвергают термической обработке лишь в случае возникновения эпизоотий на животноводческих комплексах. Действие ее основано на свойстве сырого белка, в том числе белка бесспорных микроорганизмов, яиц и зародышей гельминтов, свертываться при температуре более 56°C. При об-

работке стоков затраты энергии и средств возрастают соответственно степени разбавления экскрементов водой.

Большой эффект обеспечивает термическая обработка куриного помета, так как содержание сухого вещества в нем в 4—5 раз больше, чем в бесподстилочном навозе. Термическая сушка помета, не снижая удобрительных свойств, превращает его в высококонцентрированное быстродействующее органическое удобрение с благоприятными физико-механическими свойствами. Во избежание больших потерь азота сушить помет надо сразу после удаления из птичника, пока в нем не накопилось большое количество аммонийного азота.

70. Влияние термической обработки экскрементов и навозных стоков свинофермы на потери азота и отношение $C:N-NH_4$
(по данным ВИА, В. А. Васильев и др., 1979)

Показатели	Смесь экскрементов			
	не разбавлен- ных водой	разбавленных		не разбав- ленных водой
		в 2 раза	в 5 раз	
	в исследованиях 1976 г.			в исследова- ниях 1977 г.
Потери общего азота, %:				
нагревание	4,7	2,5	Нет	5,8
кипячение	28,6	19,3	21,1	22,5
высушивание	56,5	51,8	57,0	74,0
Потери аммонийного азо- та, %:				
нагревание	Нет	Нет	Нет	3,2
кипячение	47,2	55,7	70,4	25,5
высушивание	95,7	96,6	99,2	95,0
Отношение $C:N-NH_4$:				
нагревание	14	11	9	7
кипячение	42	49	65	9
высушивание	509	625	2300	129

Влияние термической обработки на изменение химического состава навоза зависит от способа ее применения. При нагревании экскрементов и навозных стоков в течение суток при температуре 56°C потери общего азота практически отсутствуют. При их кипячении в течение 3 ч потери значительны. В результате высушивания до постоянной массы при температуре 105°C теряется от 50 до 75% общего азота и почти весь аммонийный (табл. 70). Сильно увеличивается отношение $C:N-NH_4$, вследствие чего навоз обесценивается как источник доступного для питания растений азота. Вместе с тем уменьшается отношение $N:P$. В высушенном навозе азота остается в 2 раза меньше, чем фосфора. Возникает необходимость в дополнение к высушенному навозу вносить в почву азот минеральных удобрений.

71. Агрохимическая характеристика навоза, использованного в 1977—1978 гг.
(В. А. Васильев и др., 1979)

Удобрение	Содержание, %						C : N	C : N—NH ₄
	сухого вещества	N _{общ}	N—NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	органи- ческого вещества		
Экскременты свиней до обра- ботки	8,8	0,865	0,579	0,415	0,260	7,5	4	7
	9,0	0,462	0,193	0,442	0,282	7,6	8	20
Экскременты свиней после су- точного нагревания при тем- пературе 56 °C	9,4	0,873	0,599	0,449	0,280	8,1	5	7
	9,5	0,476	0,242	0,438	0,308	8,2	9	17
Экскременты свиней после на- гревания в течение 3 ч при температуре 100 °C	10,4	0,792	0,509	0,456	0,334	9,0	6	9
	11,5	0,516	0,168	0,546	0,387	10,1	10	30
Экскременты свиней после вы- сушивания при температуре 105 °C	100	2,56	0,331	4,31	2,92	85,5	17	129
	100	2,86	0,19	5,10	3,55	84,8	15	223
Экскременты коров с фермы ТСХА	11,7	0,692	0,305	0,273	0,488	10,1	7	17
Навоз крупного рогатого ско- та французской фирмы Serete после высушивания при тем- пературе 120—140 °C	95,5	1,76	0,038	1,39	2,53	70,7	20	930

Примечание. В числителе — характеристика экскрементов, использованных для опыта 1977 г., в знаменателе — для опы-
та 1978 г. Экскременты коров и навоз фирмы Serete использованы в опыте 1978 г.

Для агрономической оценки термически обработанного навоза в 1977 и 1978 гг. были проведены опыты. Химический состав навоза, использованного в опытах, приведен в таблице 71.

Результаты этих опытов представлены в таблице 72.

72. Действие термически обработанных экскрементов свиней на урожай овса
(В. А. Васильев и др., 1979)

Варианты опытов	Отношение C : N—NH ₄	Прибавка урожая к контролю, %	
		в 1977 г. (действие)	в 1978 г. (последей- ствие)
Экскременты до обработки	7	184	21
Экскременты после суточного нагре- вания при температуре 56 °С	7	196	19
Экскременты после кипячения в те- чение 3 ч	9	153	22
Экскременты после высушивания при температуре 105 °С	129	66	39

Самый низкий урожай был получен от термически высушенного навоза.

В другом опыте удвоение дозы общего азота коровьего навоза, имевшего довольно узкое отношение C:N и C:N—NH₄, сопровождалось весьма существенной прибавкой урожая овса (табл. 73).

73. Действие термически высушенного навоза крупного рогатого скота на урожай овса в опыте ВИУА в 1978 г.
(В. А. Васильев и др., 1979)

Варианты опытов	Отношение C : N—NH ₄	Прибавка урожая к контролю, %	
		зерна	соломы
Коровий навоз:			
0,1 г N/kg почвы	17	150	134
0,2 г N/kg почвы	17	241	180
Термически высушенный навоз круп- ного рогатого скота фирмы Serete:			
0,1 г N/kg почвы	930	-9	-7
0,2 г N/kg почвы	930	-24	-8

Совершенно иная картина наблюдалась в этом опыте при таком же увеличении нормы внесенного в почву азота термически высушенного навоза крупного рогатого скота. Следуя укоренившимся представлениям об оценке органических удобрений как источника азота только по отношению C:N, можно было полагать,

что термически высушенный навоз фирмы Serete, имевший отношение $C:N=20$, не окажет отрицательного действия на урожай и с удвоением нормы общего, в том числе и аммонийного, азота навоза обеспечит дальнейший рост урожая. В действительности же удвоение нормы термически высушенного навоза, имевшего чрезвычайно широкое отношение $C:N-NH_4=930$, привело не к повышению, а к дальнейшему и довольно существенному снижению урожая овса — по сравнению с неудобренным контролем на 24 %.

Результаты исследований убедительно свидетельствуют о том, что оценка органических удобрений как источника азота только по отношению $C:N$ недостаточна. Важна оценка и по отношению $C:N-NH_4$.

Аэробная обработка. В коммунальном хозяйстве аэробная обработка промышленных и бытовых стоков применяется для очистки их от органического вещества и последующего сброса в водные источники. Иногда эту обработку применяют в сельском хозяйстве для очистки навозных стоков. Но она обычно не вызывается необходимостью и противоречит интересам земледелия.

Для сельского хозяйства нашей страны сброс навозных стоков в водоемы, а следовательно, и предшествующая ему очистка не вызываются никакой необходимостью. Наоборот, чем больше органического вещества, а также биогенных элементов содержит навоз, тем большую ценность он имеет для земледелия. К тому же биологическая очистка чрезвычайно дорога, требует огромного разбавления навоза водой и обесценивает его как удобрение.

74. Содержание азота и фосфора в экскрементах и фильтрате и дозы их для внесения на 1 га 200 кг азота (данные ВИУА по комплексу «Кузнецовский»)

Удобрение	Содержание, %			
	сухого вещества	азота общего	фосфора (P_2O_5)	необходимая доза, т
Экскременты (кал+моча)	9,82	0,72	0,47	30
Фильтрат после II ступени биологической очистки	0,24	0,01	0,006	2100

Навозные стоки, используемые для удобрения, не следует подвергать естественной аэрации или обработке на искусственных сооружениях биологической очистки, так как она, несмотря на огромные затраты, не обеспечивает дегельминтизации и обеззараживания от патогенной микрофлоры, приводит к огромным потерям азота и обесценивает их как удобрение.

Содержание азота в биологически очищенном фильтрате уменьшается в десятки раз по сравнению с таковым в исходных экс-

крементах, а необходимая доза фильтрата для внесения такого же количества азота многократно увеличивается (табл. 74).

Применение огромной массы биологически очищенных стоков приводит к усилению поверхностного стока вносимых удобрений и увеличению инфильтрации нитратов в грунт (табл. 75).

75. Средняя расчетная скорость инфильтрации в грунтах при поливной норме 20 мм (200 м³/га) (Крамер и др., 1978)

Грунт	Скорость инфильтрации			
	необработанного жидкого навоза		фильтрата после биологической очистки	
	мм/ч	%	мм/ч	%
Песок	0,3	100	6,5	2167
Средний суглинок	0,1	100	0,7	700

Анаэробная обработка. Это эффективное средство обеззараживания, дегельминтизации и дезодорации навоза. Ее осуществляют с помощью метановых бактерий в бескислородной среде при температуре 30—32 (мезофильный режим) или 56—58 °С (термофильный режим). Предпочтительнее проводить сбраживание при температуре 56—58 °С, в этом случае в течение 2 суток гибнут яйца гельминтов, мух и возбудителей многих заразных болезней, за исключением тех, которые вызываются споровыми микроорганизмами. Сброженный навоз представляет собой однородную массу, которая при хранении не расслаивается. Образующийся в процессе брожения горючий газ — метан — используется на хозяйственные нужды в качестве топлива.

В последние годы в связи с энергетическим кризисом, а также в связи со строительством крупных животноводческих комплексов находят применение установки для метанового сбраживания навоза и других органических отходов.

При метановом сбраживании навоза мезофильными бактериями практически отсутствуют потери азота. Навоз, подвергшийся такому сбраживанию, является эффективным органическим удобрением. Но при мезофильном режиме для обеззараживания навоза требуется довольно длительное время. Поэтому ученых-гигиенистов заинтересовало метановое сбраживание навоза при температуре 56 °С и выше.

В результате исследований, проведенных Всесоюзным научно-исследовательским институтом ветеринарной санитарии (ВНИИВС) и Всесоюзным институтом гельминтологии имени акад. К. И. Скрябина (ВИГИС), установлено, что при термофильном сбраживании

обеззараживание навоза от яиц гельминтов и возбудителей многих заразных заболеваний (за исключением вызываемых спорowymi микроорганизмами) достигается в короткое время — не более чем за 3 дня.

При этом режиме химический состав (относительное содержание азота, фосфора и калия) бесподстилочного навоза не изменяется, уменьшается лишь количество органического вещества, углерод которого расходуется на образование метана (CH_4). Убыль валового содержания органического вещества за 5 дней (срок вполне достаточный для обеззараживания) и даже за 10 дней брожения не больше, чем при хранении подстилочного навоза даже в штабелях плотной укладки, — 12—18% (табл. 76).

76. Баланс азота и органического вещества по срокам сбраживания навоза (В. А. Васильев и др., 1981)

Дата отбора проб		Длительность сбраживания, дней		Баланс азота, %				Баланс органи- ческого веществ- ва, %	
				N _{общ}		N—NH ₄			
в 1977 г.	в 1978 г.	в 1977 г.	в 1978 г.	в 1977 г.	в 1978 г.	в 1977 г.	в 1978 г.	в 1977 г.	в 1978 г.
01/II	29/05	5	5	—0,6	+0,3	+11,0	+52	—11,7	—8,9
06/II	02/06	10	9	+3,0	+0,6	+34,8	+74	—15,0	—17,6
11/II	09/06	15	16	+1,7	—5,0	+26,8	+56	—22,0	—29,2
16/II	13/06	20	20	+2,5	—1,6	+12,3	+93	—25,2	—27,9
21/II	19/06	25	26	+3,5	+1,7	+6,3	+66	—33,3	—30,9

Одновременно обеспечивается эффект дезодорации: сброженный навоз не имеет неприятного запаха. Он представляет собой гомогенную массу, которая при хранении не расслаивается и не требует перемешивания. Сначала наблюдается быстрое нарастание содержания аммонийного азота под влиянием аммонификации, а через 20—25 дней брожения — затухание этого процесса, что связано с закреплением аммонийного азота микроорганизмами. По действию на урожайность культур сброженный навоз не уступает несброженному бесподстилочному навозу (табл. 77 и 78).

77. Влияние сброженного навоза на урожай зеленой массы кукурузы, %
(В. А. Васильев и др., 1981)

Вариант опыта	Урожай	Прибавка к фону
Без удобрения — контроль	95	—5
РК-фон	100	—
Фон+N	140	40
Фон+сброженный навоз	124	24
Фон+несброженный навоз	132	32

**78. Влияние бесподстильного навоза на урожай овса
в зависимости от длительности сбраживания**
(В. А. Васильев и др., 1981)

Срок бро- жения, дней	Отношение в навозе C : N—NH ₄	Урожай, %	
		зерна	соломы
Несброженный навоз			
0	65	100	100
Сброженный навоз			
5	39	120	116
9	31	113	112
16	32	116	121
20	25	136	133
26	28	146	142

Эффективность навоза как источника азота для питания растений существенно возрастает по мере сужения отношения $C:N-NH_4$. Количество внесенного азота навоза, а также фосфора и калия во всех вариантах опытов одинаково.

Обработка формалином. Для обеззараживания навоза от неспоровых патогенных микроорганизмов иногда применяют формалин. При этом тормозятся микробиологические процессы, уменьшаются скорость и интенсивность разложения органического вещества. Аммонийный азот навоза связывается формалином с образованием гексаметилентетрамина (уротропина), который обладает свойствами медленнодействующего азотного удобрения. Одновременно устраняется зловонный запах. Обработанный формалином навоз в течение 3,5 месяца задерживает в почве процессы нитрификации и связанные с ней потери азота. Токсического действия навоза, обработанного формалином, на проростки злаковых культур не наблюдается. Для определения размеров потерь органического вещества и азота при хранении обработанного формалином навоза проведены производственные опыты на Центральной опытной станции (ЦОС) в Барыбино Московской области. Потери сухого вещества составляют 9,2—12,2%, органического вещества — 11,4—14,1%.

Потери азота практически отсутствуют. По действию на урожай картофеля обработанный формалином навоз почти не уступает необработанному (табл. 79).

Обработка ускоренными электронами. По данным ВНИИВС, обработка ускоренными электронами в определенном режиме обеспечивает 100%-ную дегельминтизацию и обеззараживание биологически очищенного центрифугата. При этом не изменяется содержание основных элементов питания растений в навозе, навозных стоках и биологически очищенном центрифугате. Обработан-

ный ускоренными электронами навоз действовал на урожай овса в вегетационных опытах так же, как и необработанный.

79. Влияние навоза, обработанного формалином, на урожайность картофеля

(по данным Е. И. Алиевой и Г. И. Фарафоновой, 1976)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Прибавка урожайности, ц/га
Без удобрений — контроль	202	—
Навоз (40 т/га)	289	87
Навоз (40 т/га) + формалин (1 л/м ³)	279	77
Навоз (40 т/га) + формалин (5 л/м ³)	272	70
з. е., ц/га	13,8	—
Р, %	1,8	—

Эта технология в условиях производства не отработана. Поэтому способ не нашел применения на практике.

* * *

Подводя итог сказанному в настоящем разделе, следует еще раз подчеркнуть, что навоз здоровых животных не требует никакой обработки, если он не используется для удобрительных поливов. Всякие ограничения или ненужные обработки, создающие различные трудности в использовании навоза (в хранении, подготовке, транспортировке и т. п.), неизбежно приводят к накоплению неиспользованного навоза, переполнению емкостей для его хранения, ухудшению ветеринарно-санитарного состояния территории ферм.

Для подготовки навоза к эффективному использованию в качестве удобрения обычно необходимо лишь извлечение из него инородных включений, измельчение остатков корма и обеспечение гомогенизации (поддержание его в однородном состоянии).

Анализ приведенных выше данных позволяет выявить некоторые закономерности действия различных факторов на изменение химического состава навоза, продуктов его обработки и влияния их на урожай. Знание этих закономерностей дает возможность объективно оценить пригодность различных способов подготовки навоза для применения его в качестве удобрения. В обобщенном виде результаты этой оценки следующие.

Различные системы гидросмыва для уборки навоза из каналов навозоудаления не могут быть рекомендованы для проектирования, так как разбавление навоза водой приводит к значительному уменьшению концентрации питательных веществ и увеличению объемов навозных стоков, возрастанию потребности в емкостях для хранения и транспортных средствах для доставки удобрений в поле.

Не следует разделять на фракции навоз, вносимый с помощью цистерн-разбрасывателей, так как это не обеспечивает получения такого осадка (твердой фракции), который по содержанию сухого вещества был бы пригоден для биотермии. Кроме того, при этом ухудшается отношение $C : N$ и еще более $C : N - NH_4$, в результате чего действие осадка на урожай резко уменьшается. Но разделение на фракции может быть целесообразным для повышения надежности работы системы трубопроводов и дождевальных установок при использовании бесподстилочного навоза для удобрительных поливов, а также при использовании жидкой фракции для удаления экскрементов из навозных каналов (рециркуляция). Для достижения этого желательно применять технические средства и способы разделения навоза на фракции, обеспечивающие высокую полноту выделения взвешенных веществ в твердую фракцию и получение ее с содержанием сухого вещества не менее 30 %.

Аэрация и биологическая очистка в аэротенках не могут быть рекомендованы для проектирования систем использования навоза в качестве удобрения, так как они приводят к огромным потерям азота, резкому увеличению объемов биологически очищенного фильтрата (фугата), применяемого для удобрительных поливов, значительному усилению поверхностного стока и инфильтрации, загрязнению нитратами водных источников.

Из рассмотренных способов обеззараживания не ухудшают качества навоза как удобрения метановое брожение и обработка формалином.

ДЕЙСТВИЕ БЕСПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА И ПРОДУКТОВ ЕГО ОБРАБОТКИ НА УРОЖАЙНОСТЬ

По действию на урожайность бесподстилочный навоз не уступает подстилочному (табл. 80, 81).

80. Влияние навоза на урожайность картофеля
(по данным, обобщенным В. А. Васильевым, Г. И. Крысановой-Кирсановой, 1982)

Почвы	Внесено $N_{\text{общ}}$ в составе навоза, кг/га		Урожай по фону, ц/га	Прибавка урожая, ц/га		Оплата 1 кг $N_{\text{общ}}$ навоза прибавкой урожая, кг	
	подсти- лочный	беспод- стилоч- ный		подсти- лочный	беспод- стилоч- ный	под- стилоч- ный	беспод- стилоч- ный
Супесчаные	112—243	80—152	224	68	77	42	75
Суглинистые	84—243	56—208	235	46	43	28	49
В среднем	84—243	56—208	227	56	60	36	64

81. Сравнительная эффективность навоза в пропашных севооборотах
(по данным, обобщенным В. А. Васильевым, Г. И. Крысановой-Крысановой, 1982)

Показатель	Навоз	
	подстилочный	бесподстилочный
Внесено азота навоза, кг/га в год	20—90	20—80
Урожай по фону на 1 га в год, ц з. е.	37,9	37,9
Прибавка урожая основной и побочной продукции в расчете на 1 га в год, ц з. е.	8,8	11,2
Прибавка урожая первой культуры на 1 га в год, ц з. е.	14,0	19,5
Процент к суммарной прибавке за севооборот	48	52
Прибавка урожая последней культуры на 1 га в год, ц з. е.	5,7	5,6
Процент к суммарной прибавке за севооборот	19	17

При внесении равного количества общего азота навоз от разных видов животных оказывает примерно одинаковое действие на урожай.

Как источник азота бесподстилочный навоз уступает минеральным азотным удобрениям, особенно в том случае, если его вносят для подкормки растений поверхностным способом, что объясняется значительными потерями аммонийного азота в результате улетучивания аммиака с поверхности почвы и растений. При удобрительных поливах бесподстилочным навозом общие потери азота снижаются, потому что аммонийный азот впитывается в почву вместе с водой. На урожай пропашных и других культур с продолжительным периодом вегетации азот бесподстилочного навоза при немедленной заделке последнего в почву оказывает примерно такое же действие, как и азот минеральных удобрений.

Минеральные эквиваленты. При благоприятных условиях сравнения бесподстилочный навоз по действию на урожайность сельскохозяйственных культур не уступает подстилочному и эквивалентному количеству азота, фосфора и калия минеральных удобрений. Однако в условиях производства при вынужденном круглогодичном использовании азот и калий бесподстилочного навоза нередко теряются. Поэтому для получения такой же урожайности культур, как от навоза, минеральных удобрений требуется меньше. Для определения количества минеральных удобрений, равноценного по действию на урожайность 100 кг питательных веществ бесподстилочного навоза, в ГДР и ЧССР разработаны минеральные эквиваленты. Например, эквивалент N₅₀ означает, что 50 кг азота минеральных туков позволяют получить такую же урожайность, как от 100 кг азота бесподстилочного навоза. Разработанные в ЧССР минеральные эквиваленты для бесподстилочного навоза приведены в таблице 82, их можно использовать и в условиях нашей страны.

**82. Минеральные эквиваленты питательных веществ
для бесподстилочного навоза (М. Шкарда, 1985)**

Срок внесения	Почва			
	легкая песчаная	средняя		тяжелая илватая
		суглини- стая	глинистая	
I (август — сентябрь)	N ₅₀ P ₁₀₀ K ₆₀	N ₅₀ P ₁₀₀ K ₇₀	N ₆₀ P ₁₀₀ K ₈₀	N ₈₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀
II (октябрь — ноябрь)	N ₆₀ P ₁₀₀ K ₇₀	N ₇₀ P ₁₀₀ K ₈₀	N ₈₀ P ₁₀₀ K ₉₀	N ₉₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀
III (декабрь — февраль)	N ₇₀ P ₁₀₀ K ₈₀	N ₈₀ P ₁₀₀ K ₉₀	N ₉₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	N ₉₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀
IV (март — май)	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀
IV (май — в междурядья, прямая заделка в почву)	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀
V (июнь — в междурядья, прямая заделка в почву)	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀
V (июнь — июль — некор- невая подкормка)	N ₇₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	N ₈₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	N ₉₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	N ₉₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀

С учетом возможных потерь нормы вносимого азота и калия должны быть соответственно увеличены.

Действие продуктов обработки навоза на урожай неодинаково и находится в зависимости от их химического состава и отношений $N:P:K$, $C:N$ и $C:N-NH_4$.

Эффективность осадка, получаемого при естественном отстаивании навозных стоков, по мере разбавления экскрементов водой, уменьшается. Объясняется это вымыванием из него аммонийного азота, который поступает в основном в жидкую фракцию.

Твердая фракция, выделяемая из навоза или осадка с помощью различных механических средств (виброгрохоты, виброфильтры, центрифуги и др.), в связи с резким увеличением отношения $C:N$ и в еще большей степени $C:N$ и $N-NH_4$ нередко снижает урожай. Результаты испытания эффективности твердой фракции в полевом опыте в совхозе-комбинате имени 50-летия СССР (Московская область) приводятся в таблице 83.

Применение твердой фракции с виброфильтра во все сроки внесения было неэффективным. Аналогичные результаты были получены на однолетних травах, овсе и кукурузе. Причиной этого оказалось чрезвычайно широкое отношение $C:N-NH_4$, равное 225—300.

83. Влияние твердой фракции свиного навоза на урожай клубней картофеля (по данным Э. А. Даулбаева, С. Ф. Полунина, ВИУА)

Количество удобрений, т/га	Внесено с дозой удобрения, кг/га			Урожай, ц/га	Прибавка урожая, ц/га
	N _{общ}	P ₂ O ₅	K ₂ O		
Контроль, без навоза	—	—	—	147	—
40 т в феврале по снегу	156	98	28	100	—47
40 т в марте по тающему снегу	180	140	46	110	—37
40 т в мае перед обработкой почвы	144	127	58	121	—26

Жидкая фракция, а также фильтрат, или фугат, по действию на урожай значительно превосходят осадок и твердую фракцию и не уступают экскрементам в том случае, если в них содержится равное количество общего азота.

Термически высушенный навоз отличается очень низким содержанием аммонийного азота и чрезвычайно широким отношением C:N—NH₄. Поэтому действие его на урожай очень слабое.

Для эффективного использования термически высушенного навоза, а также твердой фракции в качестве удобрения необходимо дополнительно (сверх потребности растений на запланированный урожай) вносить в почву азот минеральных удобрений с таким расчетом, чтобы отношение C:N было не больше 20.

Сброженный навоз по действию на урожай не уступает азоту минеральных туков и несброженному навозу. С увеличением длительности сбраживания и степени минерализации навоза в нем уменьшается отношение C:N—NH₄. В результате усиливается действие его на урожай.

Навоз, обработанный формалином, по действию на урожай почти не уступает необработанному.

ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ СИСТЕМ УБОРКИ, ХРАНЕНИЯ И ПОДГОТОВКИ БЕСПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА ДЛЯ УДОБРЕНИЯ

Проектированию крупных животноводческих комплексов и ферм промышленного типа предшествует разработка технико-экономического обоснования (ТЭО). Одновременно разрабатывается новый план организационно-хозяйственного устройства с соответствующей системой кормопроизводства. Применительно к принятой системе кормопроизводства проектируются системы эффективного использования навоза в качестве удобрения и соответствующую

щие агротехнические и мелиоративные мероприятия, гарантирующие производство необходимого количества кормов хорошего качества при надежной защите окружающей среды от загрязнения.

Комплексы проектируют по возможности в центре удобряемых массивов, независимо от их хозяйственной принадлежности. Средний радиус транспортировки навоза от комплекса до полей не должен превышать 6 км. К разработке технико-экономического обоснования, а также задания на проектирование систем уборки, обработки, обеззараживания, дезодорации, хранения и использования навоза, получаемого при бесподстилочном содержании животных, к экспертизе готовых проектов привлекают агрохимиков, ветеринарных и санитарных врачей, инженеров-механиков, зоотехников, инженеров-строителей, гидротехников, гидрогеологов и экономистов.

Строительство животноводческих комплексов промышленного типа с бесподстилочным содержанием животных создает предпосылки для полной механизации и автоматизации трудоемких работ, связанных с использованием навоза в качестве удобрения. Однако их реализация требует соблюдения при проектировании таких комплексов следующих важных положений.

НЕОБХОДИМАЯ ПЛОЩАДЬ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАВОЗА

Площадь сельскохозяйственных угодий и структура посевных площадей должны обеспечивать полное использование навоза в качестве удобрения. При ее определении следует принимать в расчет максимально допустимую среднегодовую нагрузку азота навоза, не превышающую 200 кг/га сельскохозяйственных угодий. Такая норма не ухудшает качество урожая; под отдельные культуры в севообороте она может быть увеличена или уменьшена в зависимости от потребности их в питательных веществах. На орошаемых площадях максимально допустимая среднегодовая норма азота навоза 300 кг/га.

Площадь сельскохозяйственных угодий (га), необходимую для полного использования навоза в качестве удобрения (при среднегодовой норме азота навоза 200 кг/га и потерях из него при хранении 10% азота), определяют по формуле:

$$П = 0,9 \cdot \frac{А \cdot \Gamma}{20},$$

где А — содержание азота в навозе, %; Γ — годовой выход навоза, т; 0,9 — сохранившаяся часть азота за вычетом 10% потерь его при хранении; 20 — число, получаемое при выведении формулы в результате умножения 100% на среднегодовую норму азота (100 · 0,2 т) = 20.

Площадь сельскохозяйственных угодий, необходимая для полного использования бесподстилочного навоза в качестве удобрения, приведена в таблице 84.

84. Минимальная площадь сельскохозяйственных угодий для крупных животноводческих комплексов

Показатель	Комплексы		
	на 2 тыс. коров	на 10 тыс. бычков	на 108 тыс. свиней
Годовой выход навоза при влажности 90%, т*	55 000	100 000	120 000
Содержание в нем азота, %	0,43	0,53	0,73
Валовое содержание азота, ц	2 355	5 300	8 760
Валовое содержание азота за вычетом 10% потерь при хранении 3 месяца, ц	2 128	4 770	7 884
Доза экскрементов при норме азота 2 ц/га, т	52	42	30
Необходимая площадь сельскохозяйственных угодий, га	1 064	2 385	3 942

* Для расчетов выхода навоза потери корма у коров приняты равными 5%, у бычков и свиней — 10%.

Для комплексов крупного рогатого скота следует проектировать травяные и зернотравяные севообороты, а для свиноводческих — зернотравяные, а в районах недостаточного увлажнения — зернопаровые севообороты.

УБОРКА И УДАЛЕНИЕ НАВОЗА ИЗ ПОМЕЩЕНИЙ

Станки, боксы и стойла должны быть устроены так, чтобы зона дефекации животных приходилась в основном на решетчатый пол. Рациональные объемно-планировочные решения станков, боксов и стойл, правильное размещение в них кормушек и поилок позволяют резко уменьшить загрязнение помещения и животных, значительно сократить затраты труда и расход воды на уборку экскрементов за пределами решетчатого пола (рис. 10).

Для удаления навоза из животноводческих помещений проектируют такие системы, которые обеспечивают получение бесподстилочного навоза влажностью не более 93%. Внутренняя поверхность каналов навозоудаления и коллекторов должна быть гладкой, с хорошей заделкой стыков сборных элементов. Каналы навозоудаления оборудуют вытяжной вентиляцией, исключающей выход газов из-под решеток в помещение.

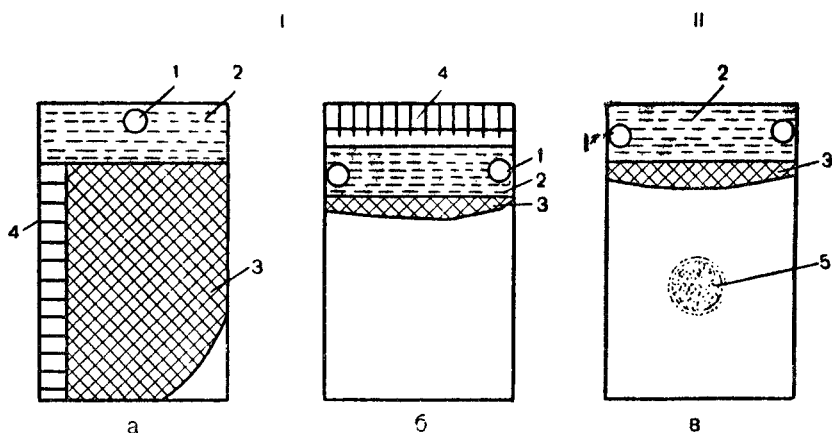


Рис. 10. Схемы размещения кормушек, поилок и решеток в станках для откорма свиней жидким и сухим кормом:

I — для жидкого кормления; II — для напольного кормления сухим кормом; 1 — поилка; 2 — решетка; 3 — зона дефекации и загрязнения; 4 — кормушка; 5 — сухой корм; а — станок устроен неправильно; б, в — станки устроены правильно

Все навозные коммуникации и хранилища необходимо обеспечивать надежной гидроизоляцией, исключающей фильтрацию мочи в грунт и загрязнение водных источников и грунтовых вод.

При проектировании систем уборки экскрементов из каналов навозоудаления, а также способов уборки и дезинфекции помещений следует предусматривать минимальный расход воды, так как при разбавлении экскрементов водой резко возрастают объемы навозных стоков:

Влажность навоза, %	90	92	94	95	96	97	98	99	99,5
Объем, %	100	125	167	200	250	333	500	1000	2000

Во избежание разбавления навоза водой сточные воды, получаемые при уборке и дезинфекции помещений, мытье кормушек и молочной посуды, желательно хранить отдельно от навоза.

ХРАНЕНИЕ И ПОДГОТОВКА НАВОЗА К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

Навозоприемники или центральный коллектор должны быть оборудованы устройствами для извлечения попадающих в навоз инородных включений и измельчения остатков корма, а хранилища — установками для перемешивания бесподстилочного навоза, что необходимо для выгрузки его в однородном (гомогенном) состоянии.

При возникновении опасных инфекционных заболеваний навоз обеззараживают; возможность его дальнейшего использования определяет ветеринарная служба.

Суммарная вместимость навозохранилищ, навозоприемников, каналов и коллекторов навозоудаления должна обеспечить хранение такого количества навоза, которое накапливается за время, в течение которого его нельзя использовать для удобрения (осеннее или весеннее бездорожье, отсутствие свободных полей и т. д.). Объем хранилищ проектируют в зависимости от продолжительности такого периода и выхода навоза, однако, как правило, он должен быть рассчитан на 2—6-месячное хранение.

Потери азота при хранении бесподстилочного навоза в течение 3—4 месяцев принимают равными 10 %.

Во избежание послойного намораживания бесподстилочного навоза при заполнении хранилища зимой необходимо предусмотреть устройство для подачи его в хранилище снизу.

Закрытые навозоприемники должны быть оборудованы принудительной вентиляцией, так как при хранении навоза накапливается значительное количество аммиака, метана, сероводорода, углекислого газа, скатола, меркаптанов и других зловонных веществ.

Вокруг хранилища предусматривают устройство водосточных каналов во избежание разбавления навоза водой с площади водосбора. Подъездные пути к хранилищам должны иметь твердое покрытие, рассчитанное на передвижение большегрузного автомобильного транспорта и тракторов класса 30—50 кН.

В проект включают только такие способы обработки навоза, которые обеспечивают сохранность не менее 80 % азота от исходного валового содержания в экскрементах.

Бесподстилочный навоз, используемый для удобрительных поливов, разделяют на фракции для повышения надежности работы трубопроводов и дождевальных установок. Разделять навоз на фракции целесообразно сразу после карантинирования.

При проектировании систем использования навоза предусматривают рациональное сочетание удобрительных поливов с внесением навоза цистернами-разбрасывателями на площадях, непригодных для орошения.

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА

Для эффективного использования бесподстилочного навоза в качестве удобрения необходимо соблюдать следующие требования: не накапливать длительное время, так как это приводит к переполнению емкостей, загрязнению окружающей среды и распространению инфекций и инвазий;

норму внесения определять по потребности растений в азоте в расчете на планируемый урожай с учетом содержания его в навозе, коэффициента использования, степени окультуренности почвы и наличия удобрений в хозяйстве; она должна быть не выше потребности в нем растений;

применять навоз надо главным образом на тех полях, где его можно быстро заделывать в почву;

в осеннее время бесподстилочный навоз вносят в первую очередь на почвах с высокой емкостью поглощения. На легкосуглинистых, супесчаных и песчаных почвах его применяют в сочетании с соломой или под озимые промежуточные культуры во избежание потерь питательных веществ от вымывания;

следует избегать внесения навоза в зимний период на затопляемых весной участках, а также на склонах, где возможен смыв удобрений талыми водами. На склонах его можно применять лишь при условии своевременной заделки в почву;

под парозанимающие культуры навоз вносят под зяблевую вспашку. Если их рано убирают (например, вико-овсяную смесь на зеленый корм и др.), то навоз заделывают под вспашку после уборки этих культур;

целесообразно вносить навоз большей частью на полях, где выращивают промежуточные культуры или используют солому для удобрения; при совместном применении бесподстилочного навоза и соломы в почву поступает в 1,5 раза больше органического вещества, чем при использовании подстилочного;

при углублении пахотного слоя навоз не следует применять под глубокую вспашку. Лучше его внести на вывернутый малоплодородный слой почвы перед перепахкой или дискованием. Под влиянием навоза малоплодородный слой почвы быстрее окультурируется, и углубление пахотного слоя обеспечивает более высокие прибавки урожая;

в районах безотвальной обработки почвы вносить под пропашные и зерновые культуры, а заделывать под отвальную вспашку, которая обычно чередуется с безотвальными обработками. Если невозможно быстро запахать навоз, его заделывают широкозахватными луцильниками или дисковыми боронами вслед за разбрасыванием;

во избежание накопления нитратов в получаемой продукции и грунтовых водах ежегодно удобрять максимальную площадь пашни умеренными нормами навоза. Лучше внести на всю площадь сельскохозяйственных угодий по 30 т/га, чем на половину — по 60 т/га. Исключение составляют только сильноистощенные почвы, которые нуждаются в больших нормах органических удобрений для быстрейшего окультурирования. При сплошном применении норма бесподстилочного навоза под зерновые культуры не должна быть ниже 15, а под пропашные — 25 т/га, иначе его трудно рав-

номерно разбросать и он не всегда обеспечивает высокие прибавки урожая;

за счет навоза удовлетворять 50—80 % потребности растений в азоте;

при внесении в чистом пару под озимые культуры не дополнять навоз азотными удобрениями, так как в пару, особенно при высоком содержании гумуса, обычно накапливается значительное количество нитратов.

Для удобрительных поливов вегетирующих растений навоз разбавляют водой в 6—8 раз непосредственно в период внесения, а во вневегетационный период — в 2—4 раза. Дренажные стоки с орошаемых площадей во избежание загрязнения водных источников желательно направлять на повторное орошение.

Поля орошения с использованием жидкого навоза нельзя устраивать на территориях зон санитарной охраны источников водоснабжения, минеральных источников, в зонах санитарной охраны курортов, а также на площадях с выходами на поверхность закарстованных, сильнотрещиноватых пород и в местах выклинивания водоносных горизонтов.

Для защиты окружающей среды и водных ресурсов от загрязнения при использовании бесподстилочного навоза осуществляют комплекс агротехнических мероприятий, направленных в первую очередь на предотвращение потерь питательных веществ. Важнейшее значение имеет применение научно обоснованных норм внесения бесподстилочного навоза, рассчитанных по потребности возделываемых культур в элементах питания. Это исключает накопление избытка нитратов в растениях и ограничивает их инфильтрацию в грунтовые воды.

Загрязнение водных источников в результате поверхностного стока предотвращает быстрая заделка бесподстилочного навоза, внесенного на поверхность почвы. При использовании навоза осенью для повышения водопроницаемости почвы проводят противэрозионную обработку (глубокую вспашку, контурную вспашку, рыхление подпахотного слоя, кротование, лункование и т. п.).

Чтобы ограничить поверхностный сток и инфильтрацию, а следовательно, предотвратить опасность загрязнения поверхностных и грунтовых вод, целесообразно, где это возможно, не оставлять поля свободными от посевов и после уборки основной культуры высевать промежуточные.

Для уменьшения потерь избыточного количества азота бесподстилочный навоз применяют в сочетании с измельченной соломой, оставляемой в поле после уборки урожая зерна. Этот прием обеспечивает закрепление азота в органических соединениях микрофлорой почвы. Не менее эффективен пожнивный посев небобовых сидератов (рапс, сурепица и др.), имеющих так же, как и солома, широкое отношение углерода к азоту.

НОРМЫ, СРОКИ И СПОСОБЫ ВНЕСЕНИЯ

Специфика применения бесподстилочного навоза определяется в первую очередь его текучестью, особенностями химического состава и накоплением большого количества на 1 га сельскохозяйственных угодий — до 20—40 т в год.

Нормы внесения навоза зависят от многих факторов и прежде всего от объемов накопления и содержания питательных веществ.

Норму бесподстилочного навоза устанавливают, как правило, на основании потребности удобряемой культуры в азоте и содержания его в навозе. В условиях орошения эффективны несколько повышенные нормы навоза. Их следует дифференцировать в зависимости от типа почвы, ее механического состава, срока внесения навоза, особенностей предшественника, расстояния транспортировки и реакции культур на удобрения.

В таблице 85 приведены примерные нормы внесения бесподстилочного навоза под основные сельскохозяйственные культуры для усредненных условий. Приведенные нормы ориентировочны. На местах их уточняют с учетом конкретных условий и результатов опытов зональных научно-исследовательских учреждений.

РАСЧЕТ НОРМ БЕСПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА ДЛЯ УДОБРИТЕЛЬНЫХ ПОЛИВОВ

Годовую норму внесения навоза при удобрительных поливах определяют для каждой культуры севооборота. Ее рассчитывают с учетом выноса питательных веществ урожаем, содержания их в навозе и коэффициентов использования этих веществ культурами. Годовую норму навоза рассчитывают для каждого элемента питания отдельно по следующей формуле:

$$Д = \frac{В}{10 \cdot К \cdot С},$$

где В — вынос элемента питания растений планируемым урожаем, кг/га; К — коэффициент использования элемента питания растений удобренной культурой; С — содержание элемента питания растений в навозе, %.

Коэффициенты использования питательных веществ навоза культурами на разных почвах при внесении его в различные сроки неодинаковы. Их устанавливают на основе обобщенных данных опытов зональных научных учреждений.

За норму внесения не разбавленного водой навоза или навозных стоков принимают минимальную из трех расчетных величин (по одному из элементов питания). Недостающее количество двух других питательных элементов вносят в виде минеральных удобрений. В качестве примера можно привести расчеты нормы навоза для кукурузы.

85. Примерные нормы, время внесения и способы заделки бесподстильного навоза

Культура	Примерная годовая норма азота навоза, кг/га	Время внесения	Способ заделки
Зерновые	140	Под основную обработку	Под плуг
Картофель столовый	120—180	Осенью и весной под весеннюю перепахку	То же
Картофель фуражный	240—280	То же	»
Сахарная свекла (фабричная)	200—240	Осенью и весной под весеннюю обработку	Под плуг или дисковый луцильник
Кормовая и сахарная свекла на корм скоту	320—360	То же	То же
Кукуруза на зеленый корм и силос	240—320	»	»
Многолетние злаковые и бобово-злаковые травосмеси	240—320	После укосов	Боронование после укосов
Луга	200—240*	То же	То же
Пастбища	200—240	По окончании вегетации, до вегетации, при поливах после стравливания	Боронование в начале вегетации
Однолетние травы	120—160	Осенью под зябь или весной под предпосевную обработку	Под плуг, дисковый луцильник
Рожь на зеленый корм	140	Под вспашку или предпосевную обработку	Под плуг, дисковый луцильник, культиватор

* Годовую норму навоза вносят частями в два-три срока.

В данном примере коэффициенты использования питательных веществ в первый год приняты по азоту 0,5, по фосфору — 0,3 и калию — 0,8. На окультуренных почвах коэффициенты по фосфору и калию принимают за единицу.

В навозных стоках свиноводческого комплекса при влажности 98,4% содержится 0,114% азота, 0,085 — фосфора и 0,039% калия. С запланированным урожаем зеленой массы кукурузы (700 ц/га) из почвы выносятся приблизительно 170 кг/га азота, 65 — фосфора и 210 кг/га калия. Годовые нормы навозных стоков (т/га), необходимые для возмещения такого выноса питательных веществ, составят в этом случае:

$$\text{по азоту: } D_N = \frac{170}{10 \cdot 0,5 \cdot 0,114} = 198;$$

$$\text{по фосфору: } D_P = \frac{65}{10 \cdot 0,3 \cdot 0,085} = 255;$$

$$\text{по калию: } D_K = \frac{210}{10 \cdot 0,8 \cdot 0,039} = 673.$$

В данном случае за норму внесения навоза принимают минимальную (255 т/га), исчисленную по потребности кукурузы в фосфоре. При использовании нормы, рассчитанной по калию, в почву поступили бы избыточные количества азота и фосфора, намного превышающие потребность в них кукурузы.

Недостающие количества азота и калия, которые необходимо внести в почву в дополнение к навозу в виде минеральных удобрений, будут следующими (с учетом коэффициентов использования азота минеральных туков 0,5 и калия 0,8):

$$\text{азота: } \frac{(298-255) \cdot 0,114 \cdot 10 \cdot 0,5}{0,5} = 49 \text{ кг/га};$$

$$\text{калия: } \frac{(673-255) \cdot 0,039 \cdot 10 \cdot 0,8}{0,8} = 163 \text{ кг/га}.$$

В связи с коренными изменениями отношений азота к фосфору и калию (N : P : K) при различных способах подготовки навоза к использованию ниже приводится еще один пример расчета годовой нормы при внесении под кукурузу фильтрата после второй ступени биологической очистки. Содержание азота в нем всего лишь 0,01 %, фосфора — 0,006 и калия — 0,021 %. При урожае зеленой массы кукурузы 700 ц/га и таких же выносах NPK, как и в предыдущем примере, годовые нормы фильтрата (т/га) составят:

$$\text{по азоту: } D_N = \frac{170}{10 \cdot 0,5 \cdot 0,01} = 3400;$$

$$\text{по фосфору: } D_P = \frac{65}{10 \cdot 0,3 \cdot 0,006} = 3611;$$

$$\text{по калию: } D_K = \frac{210}{10 \cdot 0,8 \cdot 0,021} = 1250.$$

В данном случае за норму внесения навоза также принимают минимальную (1250 т/га), рассчитанную по потребности кукурузы в калии. Недостающие количества азота и фосфора для внесения в виде минеральных удобрений составят (с учетом коэффициента использования фосфора минеральных туков 0,2), кг/га:

$$\text{азота: } \frac{(3400-1250) \cdot 0,01 \cdot 10 \cdot 0,5}{0,5} = 215;$$

$$\text{фосфора: } \frac{(3611-1250) \cdot 0,006 \cdot 10 \cdot 0,3}{0,2} = 212.$$

Норму навоза или стоков, рассчитанную по питательным веществам, следует дополнять чистой водой до оросительной нормы по водопотреблению, так как первая, как правило, значительно меньше оросительной нормы и не обеспечивает растения достаточным количеством воды.

СРОКИ ВНЕСЕНИЯ

В основных земледельческих районах РСФСР почти на всех почвах, за исключением песчаных и супесчаных в районах избыточного увлажнения, под яровые культуры наиболее эффективно осеннее внесение навоза. Однако многие хозяйства не могут применять навоз осенью, так как тракторы и транспорт заняты в это время на уборке и вывозе урожая. Поэтому значительную часть его вносят весной, а это требует больших капиталовложений на строительство емкостей для хранения навоза зимой. К тому же для вывоза и внесения весной всего количества накопленного за зиму навоза требуется много цистерн-разбрасывателей. Простой расчет показывает, что для 6-месячного хранения экскрементов на животноводческих комплексах по откорму 10 тыс. бычков и 108 тыс. свиней потребовалась бы емкость навозохранилищ с гидроизоляцией стоимостью соответственно 500 тыс. и 550 тыс. руб. (стоимость 1 м³ емкости принята в расчетах 10 руб.). В случае удаления навоза с применением воды необходимая емкость для хранения соответственно увеличивается.

Для вывоза и внесения годового выхода экскрементов (100—110 тыс. т) в течение 50 рабочих дней необходимо соответственно 13—15 тракторов К-700 с большегрузными цистернами РЖТ-16.

Приведенный расчет убеждает в том, что на крупных комплексах внесение всего количества бесподстилочного навоза только в оптимальные сроки (весной перед посевом и осенью под зяблевую вспашку) явно нереально. Внесение весной всего накопленного за зиму навоза неизбежно приводит к сильному уплотнению почвы, к запозданию с обработкой ее и посевом и, как следствие, к снижению урожая.

Весеннее внесение навоза неизбежно сопровождается сильным уплотнением почвы.

Таким образом, если учесть еще отрицательное действие этого фактора, то снижение урожая достигнет, пожалуй, таких размеров, что навоз в первый год действия не всегда компенсирует недобор урожая от уплотнения почвы и запоздания с обработкой ее и посевом удобряемой культуры.

В связи с изложенным вопрос о сроках внесения навоза на крупных животноводческих комплексах приобретает особую актуальность.

К настоящему времени в стране накоплен значительный экспериментальный материал об эффективности внесения бесподстилочного навоза в различные, в том числе и зимние, сроки. По обобщенным В. Г. Минеевым и В. А. Васильевым (1976) результатам 126 отечественных и зарубежных опытов, бесподстилочный навоз при зимнем внесении по действию на урожай несколько уступал весеннему, особенно при разбрасывании его по снегу (табл. 86).

В ряде опытов действие навоза при зимнем внесении было почти таким, как под зябь и весной. Полученные результаты позволяют рекомендовать в условиях крупных животноводческих комплексов как вынужденный прием круглогодное внесение бесподстилочного навоза. Внесение навоза в зимнее время возможно при глубине снежного покрова до 20 см и температуре воздуха до -10°C . Недопустимо разбрасывание навоза на затопляемых участках, а также на склонах, где возможен смыв его талыми водами. На склонах навоз можно вносить только при условии своевременной заделки в почву. При зимнем внесении навоза принимают меры к ограничению сброса талых вод в водные источники.

Круглогодное внесение навоза избавляет от необходимости строить огромные емкости для его хранения, дает возможность своевременно проводить весенние полевые работы, избежать уплотнения почвы. Для круглогодного использования навоза в каждом хозяйстве должен быть разработан план-график внесения его на сельскохозяйственные угодья.

ПРИМЕРНЫЕ ПЛАНЫ-ГРАФИКИ КРУГЛОГODOVОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАВОЗА И УДОБРИТЕЛЬНЫХ ПОЛИВОВ

В качестве примера круглогодного использования 48 тыс. т бесподстилочного навоза для дождевания культур травянопропашного кормового севооборота в районах с теплой зимой может служить план-график, разработанный в ГДР для молочного комплекса на 2000 коров.

Орошаемая площадь 1200 га разбита на четыре поля севооборота, по 300 га каждое. Под сахарную свеклу с сентября по ноябрь вносят на 1 га по 40 т навоза, который перед дождеванием разбавляют водой в соотношении 1:3, что соответствует дождевальной норме $160 \text{ м}^3/\text{га}$. Во втором поле севооборота в июне и июле навозом удобряют однолетний райграс из расчета 25 т/га. В третьем поле под однолетние травы в декабре и январе навоз вносят по 25 т/га; после уборки трав в конце июля и в августе на этом же поле вносят еще по 15 т/га. В четвертом поле многолетние бобово-злаковые травы удобряют навозом в феврале и марте, в конце мая и июне из расчета по 55 т/га.

86. Эффективность бесподстильного навоза в зависимости от сроков внесения
(В. Г. Минеев, В. А. Васильев, 1976)

Научное учреждение	Почва	Звено севооборота, культура	Норма навоза, т/га, или содержащихся в нем NPK, кг/га	Прибавка урожая, %, при внесении навоза			
				под зябь	по замёрзшей зяби	по снегу	весной
1	2	3	4	5	6	7	8
ВИУА	Дерново-подзолистая тя-желосуглинистая	Картофель	$N_{300}P_{105}K_{400}$	17	27	27	39
ЦНИИМЭСХ	Дерново-подзолистая суглинистая	»	$N_{96}P_{40}K_{40}$	18	16	10	19
	Дерново-подзолистая супесчаная	»	$N_{66}P_{36}K_{60}$	26	29	11	22
Латвийский НИИ земледелия и экономики сельского хозяйства	Дерново-слабоподзолистая, хорошо окультуренная, супесчаная	»	$N_{149}P_{113}K_{125}$	13	12	—	19
СибНИИСХоз, опытные хозяйства:							
«Омское»	Слабовыщелоченный тя-желосуглинистый чернозем	Кукуруза на зеленый корм	50	22	—	43	45
	То же	Яровая пшеница	50	37	—	10	27

1	2	3
«Новоуральское»	Обыкновенный чернозем	То же
«Омское»	Слабовыщелоченный тяжело-суглинистый чернозем	Пшеница, ячмень, овес
	То же	Пшеница, пшеница, ячмень
	»	Овес на зеленый корм, пшеница, ячмень
НИИСХ ЦЧП, опытное хозяйство «Галовское»	Чернозем	Пшеница яровая
Институт агрохимии и почвоведения СО АН СССР	Серая лесная оподзоленная	Кукуруза на зеленый корм
Совхоз «Гутовский»	Выщелоченный чернозем среднегумусовый	То же

4	5	6	7	8
50	57	—	46	73
50	19	—	17	17
50	34	—	24	26
50	20	—	22	30
$N_{120}P_{24}K_{120}$	—	—	21	18
$N_{175}P_{45}K_{85}$	63	—	57	66
$N_{325}P_{190}K_{165}$	47	—	38	86

При таком распределении навоз в севообороте вносят ежегодно. Только в апреле и мае остатки навоза (5000 т) хранят, так как вносить его некуда. Этими запасами покрывается недостающее количество навоза для дождевания в июне. Для хранения навоза (5000 т) целесообразно иметь навозохранилища вместимостью, равной по меньшей мере 2-месячному выходу навоза.

Дождевание навозом возможно при температуре воздуха до 8—10°C мороза (при слабом ветре).

Для охраны водных источников от загрязнения при орошении навозом, максимального использования питательных веществ в земледелии и высокоэффективной почвенной очистки необходимо не допускать сброса навозных стоков за пределы орошаемого участка, соблюдать расчетные нормы и сроки полива, иметь сеть гидрорежимных скважин для наблюдения за химическим составом грунтовых вод.

План круглогодичного внесения бесподстилочного навоза цистернами для совхоза-комбината «Мир» Барановичского района Минской области (табл. 87) разработан Всесоюзным научно-исследовательским институтом кормов (ВИК) и ЦНИИМЭСХ совместно с районным управлением сельского хозяйства и агрономами совхоза. Применяемая структура посевных площадей обеспечивает получение кормов для 10 тыс. бычков, 800 коров и 600 телят. Годовой выход экскрементов от откормочного поголовья составляет, по данным ЦНИИМЭСХ, 106 400 т. Для хранения навоза в хозяйстве построены семь открытых навозохранилищ общей вместимостью 30 тыс. м³. Бесподстилочный навоз почти круглый год вывозят и равномерно вносят при помощи восьми цистерн ХТС. 100.27 и двух цистерн РЖТ-8, агрегируемых с тракторами Т-150К.

ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА ДЛЯ УДОБРИТЕЛЬНЫХ ПОЛИВОВ

Использование бесподстилочного навоза для удобрительных поливов в сочетании с внесением его цистернами-разбрасывателями дает возможность значительно увеличить сроки внесения и несколько уменьшить потребность в емкостях для его хранения. Применение навоза для удобрительных поливов сочетают с поливами чистой водой. Это позволяет эффективнее использовать оросительные системы и оборудование, так как навоз вносят не только в период вегетации, но и в осенне-зимний период.

Для удобрительных поливов бесподстилочный навоз применяют поверхностно-самотечными способами, а также используя передвижные и закрытые стационарные оросительные системы.

87. План круглогодичного внесения навоза цистернами
РЖТ-8, РЖТ-16 в совхозе-комбинате «Мир» Минской области

Культура	Удобряемая площадь, га	Доза внесе- ния навоза, т/га	Количество вносимого навоза по месяцам, т/га												Всего за год, т
			IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
Озимая рожь	200	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6000	6 000
Озимая рожь на зеленый корм	100	30	—	—	—	—	—	—	3000	—	—	—	—	—	3 000
Ячмень	100	20	—	—	—	—	—	—	—	2000	—	—	—	—	2 000
Кукуруза на силос	140	80	—	9000	2 200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11 200
Корнеплоды	70	90	—	—	6 300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6 300
Картофель	5	60	—	—	—	—	—	—	—	300	—	—	—	—	300
Однолетние травы на силос	253	30	—	—	—	—	4590	3000	—	—	—	—	—	—	7 590
Однолетние травы на корм	231	30	—	—	—	2 000	930	3000	1000	—	—	—	—	—	6 930
Однолетние травы на сено	90	30	—	—	—	—	1500	1200	—	—	—	—	—	—	2 700
Многолетние тра- вы на сенаж	2300	20	—	—	3 500	9 000	2000	1800	3000	—	4 000	12 700*	10 000*	—	46 000
Многолетние тра- вы на зеленый корм	80	20	—	—	—	—	—	—	—	1600	—	—	—	—	1 600
Многолетние тра- вы на сено	65	20	—	—	—	—	—	—	—	—	1 300	—	—	—	1 300
Пастбища	574	20	—	—	—	—	—	—	—	5000	6 480	—	—	—	11 480
Ежемесячное на- копление, т			8867	8867	8 867	8 867	8867	8867	8867	8867	8 867	8 867	8 867	8867	106 404
Расход по меся- цам, т			—	9000	12 000	11 000	9020	9000	7000	8900	11 780	12 700	10 000	6000	106 400
Остаток к концу месяца, т			8867	8734	5 601	3 468	3315	3182	5049	5016	2 103	—1 730	—1 133	2067	—

* Многолетние травы на сенаж только в первый год эксплуатации комплекса недополучат в июне 1730 т и в июле 1133 т навоза. В дальнейшем плановая потребность в навозе ежемесячно будет удовлетворяться его накоплением.

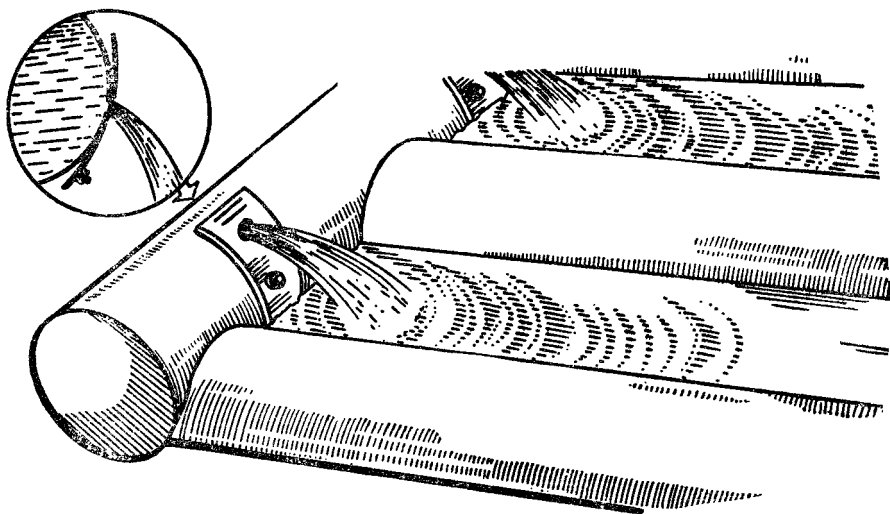


Рис. 11. Деталь водовыпуска из капрового трубопровода

Поверхностно-самотечные способы полива. При наличии благоприятного рельефа (уклон поверхности орошаемого участка 0,01—0,002) культуры сплошного посева орошают поверхностно-самотечными способами: напуском по полосам и затоплением по чекам, а пропашные культуры — напуском по проточным бороздам. Животноводческие стоки в полосы, чеки и борозды подают по металлическим трубам и гибким трубопроводам из мелиоративной ткани или полиэтилена (рис. 11).

При поливе напуском по полосам жидкий навоз в смеси с водой подается из разборного трубопровода, во время движения эта смесь впитывается в почву. Лучшие результаты получаются при поливе по длинным проточным или затопляемым бороздам. На почвах со слабой водопроницаемостью навоз вносят в борозды с уклоном не более 0,002. Поверхностные способы удобрительного полива не обеспечивают равномерного распределения удобрения. Кроме того, они не могут быть использованы при больших уклонах участка.

Весьма эффективно совмещение удобрительных поливов с вспашкой. Для этого в нижней части участка нарезают борозду для предотвращения сброса жидкого навоза с участка. Вспашку начинают после заполнения навозом выводной борозды, при пересечении которой плугом навоз направляется в плужную борозду. При следующем проходе трактора с плугом плужная борозда запахивается. Выводные борозды нарезают длиной 80—300 м поперек направления вспашки. При уклоне более 0,01 и сложном

рельефе наиболее приемлема вспашка с нарезкой коротких (140—300 м) плужных борозд. Полив при вспашке рекомендуется на относительно ровных участках с уклоном в одну сторону не более 0,02. На участках с уклоном более 0,02 при поливе возможна водная эрозия почвы.

Полив при вспашке с применением разборного трубопровода РТ-180 высокоэффективен, и это дает основание рекомендовать использование временной оросительной сети в хозяйствах как самостоятельного способа транспортирования и внесения жидкого навоза на небольших животноводческих комплексах.

Передвижные оросительные системы. Широкое распространение в хозяйствах получило дождевание жидкой фракцией навоза с помощью передвижных оросительных систем. В состав передвижного оборудования входят: насосные станции типа СНП, разборные трубопроводы типа РТ, РТШ и др.; арматура и фасонные части, дождевальные машины и аппараты ДДН-70, ДКШ-64 («Волжанка»), ДА-2, ДД-30 и типа «Роса». Используют также комплексы ирригационного оборудования КИ-50 «Радуга», М-80-Е, «Сигма-50Д».

Жидкий навоз или смесь с поливной водой подают от насосных станций на удобряемые участки по разборному стальному трубопроводу, собранному из звеньев длиной 5 м с быстроразборным соединением. В настоящее время в хозяйствах в основном имеются трубы диаметром 180 мм двух видов — РТ-180 и РТШ-180 с конусным (РТ) и шаровым (РТШ) типом соединения.

Для внесения подготовленного жидкого навоза на участки используют короткоструйные и дальнеструйные дождевальные установки. Удобрительный полив проводят при скорости ветра не более 3 м/с и общем уклоне поверхности до 0,01.

Если жидкий навоз осветлен и размер твердых включений не превышает 3—5 мм, для дождевания используют среднеструйные дождевальные аппараты; в остальных случаях — дальнеструйные, преимущественно односопловые. При влажности жидкого навоза 92—99% дальность струи дальнеструйных дождевателей снижается на 5—15% по сравнению со струей чистой воды.

Дальнеструйные дождевальные аппараты надежны в работе (даже при распределении жидкого навоза, не прошедшего предварительной подготовки). Работоспособность дождевателей обеспечивается после прохода навозной массы через центробежные насосы. Основной недостаток аппаратов в том, что они требуют высокого напора (5—6 кгс/см²). Потери напора в сети 2—4 кгс/см² и более.

Для удобрительного полива жидкой фракцией навоза после его разделения, а также разбавленным навозом и сточными водами применяют широкозахватный дождеватель ДКШ-64 «Волжанка». Этот трубопровод на колесах состоит из двух дождеваль-

ных крыльев, работающих позиционно, с фронтальным перемещением. Применять его рекомендуется на ровных участках с уклоном до 0,02, не имеющих линий электропередач, столбов и других препятствий.

Дождевальнй трубопровод работает от гидрантов оросительной сети (постоянной или быстроразборной) с питанием от стационарных или передвижных насосных станций. Площадь захвата одним поливным крылом полной длины с одной позиции 0,72 га. Продолжительность стоянки на позиции при поливной норме 100 м³/га — 40 мин.

Принципиально технологии полива жидким навозом и водой не различаются. Поэтому при организации удобрительного полива руководствуются теми же требованиями, что и при поливе водой. Вместо круговой работы дождевальной установки ДДН-70 часто рекомендуется полив по сектору. Полив по кругу допускается в том случае, если тракторист-поливальщик не находится на тракторе.

Использование передвижного дождевального оборудования по обычным схемам требует постоянного перемещения разборного трубопровода, что затрудняет его эксплуатацию, увеличивает трудовые затраты. При внесении жидкого навоза и поливе водой в полустационарном варианте на базе установок ДДН-70, когда разборный трубопровод находится на одном месте, эксплуатация его упрощается, а надежность системы повышается. Но для этого требуются разборный трубопровод большей протяженностью (в 4—6 раз) и дополнительная арматура. Удельные трудовые затраты при этом снижаются на 50%.

Эффективна стационарная схема использования передвижного оборудования с переносными аппаратами ДД-30 или ДА-2. По этой схеме передвижной разборный трубопровод выполняет роль стационарного, а дождевание осуществляется посредством дальнеструйных переносных или стационарных аппаратов ДД-30. Всей системой полива на площади 70 га управляет машинист-оператор.

Стационарную и полустационарную системы удобрительного полива, смонтированные из передвижного дождевального оборудования, целесообразно использовать лишь в сочетании с поливами водой в течение вегетации.

При наличии снежного покрова жидкую фракцию навоза по орошаемым участкам следует распределять поверхностно-самотечным способом и в первую очередь по бороздам. Зимой вместо дождевателей используют поливной распределительный трубопровод с отверстиями по длине. При этом навозная масса подается на мерзлую поверхность, в том числе под снег, с поливом напуском, затоплением или по бороздам.

Применение передвижных установок требует больших затрат

ручного труда и не обеспечивает удовлетворительных санитарно-гигиенических условий труда.

Закрытые стационарные оросительные системы позволяют полностью автоматизировать и механизировать технологический процесс внесения жидкой фракции навоза под сельскохозяйственные культуры.

Опыт работы совхоза «Вороново» Московской области показал, что для внесения жидкой фракции навоза с успехом можно использовать закрытые оросительные системы, построенные для полива чистой водой. Стационарная оросительная сеть из асбестоцементных труб ВТ-9 и ВТ-12 с гидравлическими расчетами для чистой воды вполне подходит для внесения жидкой фракции навоза влажностью 94,5% и более, с размерами частиц до 10 мм. Заиливания и закупорки трубопроводов на оросительной сети не происходит. Отложения солей, а также агрессивного действия жидкой фракции навоза на трубы и муфты не наблюдается. Однако опыт эксплуатации показывает, что закрытая оросительная сеть должна быть тупиковой для того, чтобы при аварийных ситуациях и ремонте можно было отключить каждое ответвление (поливной участок) от магистрального трубопровода.

Дождевальные машины ДДН-70 для внесения жидкой фракции навоза можно применять без переоборудования. Несмотря на снижение некоторых показателей работы при дождевании стоками, эта машина наиболее производительна при использовании жидкой фракции навоза, содержащей большое количество взвешенных веществ; площадь полива с одной позиции равна 0,86—0,94 га. При дождевании жидкой фракцией радиус действия ДДН-70 снижается на 5—15%. Во избежание образования поверхностного стока норма полива жидкой фракцией навоза на тяжелосуглинистых почвах не должна превышать 200 м³/га.

При использовании дополнительно осветленной в накопителе жидкой фракции (содержание сухого вещества не более 0,5%) пригодна струйная установка ДКШ-64 («Волжанка») в обычном исполнении.

Режим орошения. В связи с накоплением большого количества жидкого навоза на крупных комплексах возникает необходимость использования его в течение всего года и строительства хранилищ на время, когда навоз невозможно подать на поля (отсутствие полей для удобрения, сильные морозы и т. п.).

Значительное количество азота, а также фосфора и калия в течение длительного периода вегетации потребляют многолетние многоукосные злаковые травы, особенно кострец безостый и ежа сборная, поэтому необходимо насыщать ими севообороты.

Годовую оросительную норму удобрительных поливов многолетних трав используют за три-четыре полива: ранней весной и после каждого укоса или скармливания. При необходимости по-

лива чистой водой норму и график полива рассчитывают по водопотреблению сельскохозяйственных культур согласно общепринятым методикам, которые применяются при орошении. Срок полива чистой водой определяют по влажности почвы. Для большинства культур нижний предел влажности почвы, при котором дается очередной полив, составляет 70—80% полной влагоемкости (ПВ).

Для использования всего навоза, поступающего с комплекса, а также обеспечения поголовья крупного рогатого скота сочными, грубыми и концентрированными кормами (сенажом, силосом, травяной мукой и т. д.) необходимо вводить в хозяйствах кормовые севообороты, в составе которых 60—80% занимают травы, а также высокоинтенсивные кормовые культуры, требующие высоких норм удобрений.

Большая работа по внедрению удобрительных поливов бесподстилочным навозом, особенно на многолетних культурных пастбищах, проводится в Московской, Белгородской и Тамбовской областях кафедрой луговодства ТСХА.

Высокие урожаи кормовых культур при использовании бесподстилочного навоза для удобрительных поливов получают в совхозе «Вороново» Московской области, в колхозах «Россия» Шебекинского района, имени Жданова Ракитянского района, имени XXII партсъезда Ивнянского района, в совхозе «Данченский» Белгородской области, племсовхозе «Варатик» Молдавской ССР.

В кормовом севообороте культуры размещают таким образом, чтобы можно было равномерно использовать жидкую фракцию в течение года. Особенно отзывчивы на орошение многолетние травы: из злаковых — кострец безостый, тимофеевка луговая, лисохвост луговой, овсяница луговая, мятлик луговой, ежа сборная; из бобовых — клевер красный, люцерн рогатый, люцерна синяя.

При рациональном использовании навоза для удобрительных поливов можно получить не один-два укоса многолетних трав, а три-четыре. Переработка зеленой массы на травяную муку, брикеты и гранулы методом высокотемпературной сушки обеспечивает получение чистой продукции и с точки зрения санитарии и гигиены.

Исследованиями Всесоюзного научно-исследовательского института по сельскохозяйственному использованию сточных вод (ВНИИССВ) в течение ряда лет в производственных условиях (совхозы «Вороново», «Знамя Октября» и другие хозяйства Московской области) выявлена высокая эффективность орошения многолетних злаковых трав жидкой фракцией стоков комплекса.

Строительство систем орошения должно быть закончено до ввода в действие животноводческих ферм, так как после заполнения хранилищ некуда будет принимать навоз и его придется вывозить цистернами.

Устройство полей орошения с использованием жидкого навоза не разрешается на территориях зон санитарной охраны источников водоснабжения, минеральных источников, курортов, а также на площадях с выходами на поверхность закарстованных, сильно-трещиноватых пород и в местах выклинивания водоносных горизонтов.

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКИХ НОРМ НАВОЗА НА УРОЖАЙ, ЕГО КАЧЕСТВО И ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ

Нельзя ежегодно применять чрезмерно высокие нормы бесподстилочного навоза на одних и тех же земельных участках, так как это не обеспечивает дальнейшего роста урожая (табл. 88, рис. 12).

88. Влияние ежегодного внесения возрастающих норм бесподстилочного навоза на продуктивность севооборота и накопление $N-NO_3$ в почве и подстилающей породе
(по данным ВИУА, В. А. Васильев и др., 1981)

Удобрения	Внесено азота за 5 лет, кг/га	Урожай всех культур (среднее за 1973—1977 гг.) ц/га з. е.	Прибавка урожая	Вынос азота, кг/га	Использовано азота удобре- ния, %	Обнаружено $N-NO_3$ в слое 450 см, кг/га	
						осенью 1977 г.	весной 1978 г.
Без удобрений	—	168	—	315	—	106	126
Навоз — 1 доза	616	232	64	477	25	Не опреде- лено	Не опреде- лено
Навоз — 2 дозы	1232	286	118	615	24	266	248
Навоз — 3 дозы	1848	306	138	667	19	Не опреде- лено	Не опреде- лено
Навоз — 4 дозы	2464	307	139	690	15	То же	То же
Навоз — 5 доз	3080	323	155	760	14	478	449
НРК эквивалентно 2 дозам навоза	1232	340	172	888	46	588	502
Навоз — 1 доза + +НРК, эквива- лентно 1 дозе на- воза	1232	327	159	796	39	Не опреде- лено	Не опреде- лено

Так, внесение среднегодовой нормы азота более 246 кг/га (1232 кг/га за 5 лет) не вызывало существенного повышения продуктивности кормового севооборота и сопровождалось накоплением нитратов в растениях и почве. При внесении больших норм под кормовые культуры в них накапливается значительное коли-

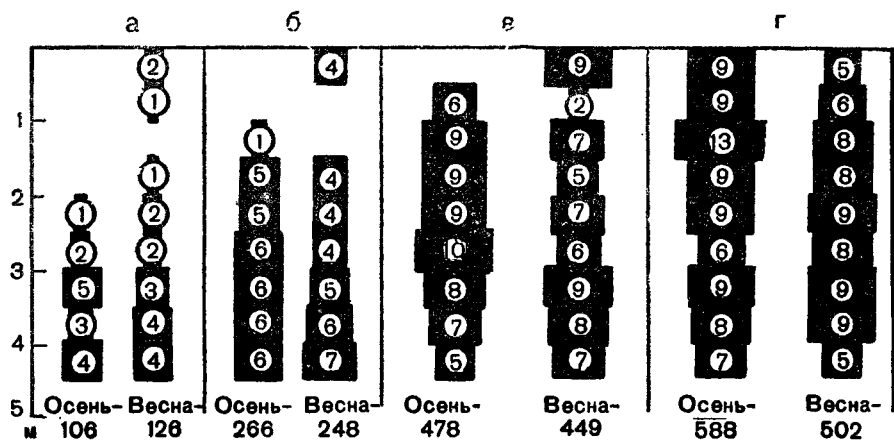


Рис. 12. Влияние возрастающих норм навоза на миграцию нитратного азота по профилю почв:

а — без удобрения; б — навоз, две нормы (за 5 лет — N_{1282} кг/га); в — навоз, пять норм (за 5 лет — N_{3080} кг/га); г — NPK, эквивалентно двум нормам навоза. Цифры в кружочках обозначают количество нитратного азота, мг на 1 кг абсолютно сухой почвы

чество нитратов. Содержание нитратного азота свыше 0,1% в расчете на сухое вещество корма может быть опасным для здоровья животных. Количество фосфора, кальция и магния с увеличением норм бесподстилочного навоза повышается незначительно.

При использовании повышенных норм бесподстилочного навоза под картофель в клубнях снижается содержание крахмала, возможна задержка их созревания (табл. 89).

Применение чрезмерно высоких норм навоза под сахарную свеклу повышает в корнях содержание растворимой золы, которая отрицательно влияет на выход сахара.

Влияние навоза на плодородие почвы. Внесение бесподстилочного навоза благоприятно сказывается на некоторых агрохимических свойствах почвы. В исследованиях ЦНИИМЭСХ после выращивания сахарной свеклы, ячменя, овса, удобренных бесподстилочным навозом, в почве уменьшилось содержание подвижного алюминия, возросла степень насыщенности основаниями, несколько увеличилось содержание питательных веществ. Аналогичные результаты получены в исследованиях с внесением бесподстилочного навоза под картофель, кукурузу. Установлено также положительное влияние бесподстилочного навоза на антифитопатогенные свойства почвы.

Наряду с этим бесподстилочный навоз оказывает незначительное положительное действие на восполнение убыли запасов гумуса

89. Влияние удобрений на содержание крахмала в клубнях картофеля
(по данным С. И. Балахонova, 1968, 1973)

Фон	Урожай на фоне, ц/га	Подстилочный навоз			Бесподстилочный навоз		
		Н, Р, К в дозе навоза, кг/га	прибавка урожаю к фону, ц/га	% крахмала	Н, Р, К в дозе навоза, кг/га	прибавка урожаю к фону, ц/га	% крахмала

Дерново-подзолистая суглинистая почва

Без удобрения	232	N ₁₆₅ P ₆₉ K ₁₅₅	58	20,1	N ₈₄ P ₄₂ K ₆₅	51	20,6
N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀	262	N ₁₆₅ P ₆₉ K ₁₅₅	44	19,2	N ₈₄ P ₄₂ K ₆₅	47	19,6
Без удобрения	232	N ₂₄₃ P ₅₃ K ₁₀₂	51	19,8	N ₈₄ P ₄₂ K ₆₅	51	20,6
N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀	262	N ₂₄₃ P ₅₃ K ₁₀₂	50	19,8	N ₈₄ P ₄₂ K ₆₅	47	19,6

Дерново-подзолистая супесчаная почва

Без удобрения	162	N ₁₆₅ P ₆₉ K ₁₅₅	73	16,0	N ₈₄ P ₄₂ K ₆₅	66	16,5
N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀	230	N ₁₆₅ P ₆₉ K ₁₅₅	66	15,4	N ₈₄ P ₄₂ K ₆₅	60	15,4
Без удобрения	162	N ₂₄₃ P ₅₃ K ₁₀₂	67	15,9	N ₈₄ P ₄₂ K ₆₅	66	16,5
N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀	230	N ₂₄₃ P ₅₃ K ₁₀₂	55	15,4	N ₈₄ P ₄₂ K ₆₅	60	15,4

в почве. Наиболее благоприятным для накопления гумуса в почве является отношение углерода к азоту (C:N) в органических удобрениях, равное 20—25. В неподстилочном же навозе это отношение обычно равно 5—9. Поэтому при избытке азота и одновременном недостатке углерода микрофлора почвы после разложения легкодоступных источников углерода (органическое вещество навоза, корневых и пожнивных остатков и т. п.) начинает минерализовать углерод гумуса почвы. В результате количество вновь образованного гумуса из внесенного в почву органического вещества неподстилочного навоза едва покрывает убыль гумуса от минерализации его микрофлорой почвы.

Для создания благоприятного отношения C:N неподстилочный навоз следует применять в сочетании с органическими веществами, богатыми углеродом, такими, например, как солома злаковых культур, у которых отношение C:N обычно 80—100. Это способствует пополнению запасов гумуса в почве.

ОСОБЕННОСТИ УДОБРЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ КУЛЬТУР

Картофель. При выращивании столового картофеля хорошего качества нормы азота должны быть ограничены: под ранние сорта — 140—180, среднепоздние — 120—160 кг/га. Под семенной картофель навоз лучше вносить под предшественник или с осени под зябь. Половину потребности картофеля в азоте целесообразно удовлетворять за счет азота минеральных удобрений. В этом случае норму навоза соответственно уменьшают.

Сахарная и кормовая свекла. На легких почвах максимальные нормы азота под эти культуры не должны превышать 400 кг/га, средних суглинках — 300, черноземах — 200, а при орошении — 300 кг/га. При сочетании навоза с минеральными удобрениями (азотными) соответственно меньше вносят азота навоза. Внесение навоза под сахарную свеклу завершают до зяблевой вспашки, так как проходы машин по вспаханной зяби до ее замерзания могут привести к сильному уплотнению почвы и ухудшению условий для появления всходов весной.

Многолетние злаковые и бобово-злаковые смеси. Период отращивания злаковых трав до укоса весьма короткий. Поэтому для них эффективен только растворимый азот. Недостаток влаги приводит к снижению степени минерализации азота органических соединений. Следовательно, потребность злаковых трав в азоте можно полностью обеспечить за счет навоза при внесении только под первый укос, когда в почве обычно есть запасы воды. На почвах, богатых коллоидами, а также на участках, подверженных заплыванию, разовые нормы навоза необходимо ограничивать

20—25 т/га; более высокие нормы приводят к образованию корки и повреждению отрастающих трав. В летнее время не рекомендуется вносить навоз цистернами по травам первого года пользования из-за разрушения дернины и образования колеи. При дождевании всю потребность трав в азоте можно обеспечить за счет навоза. При сочетании внесения навоза цистернами с дождеванием чистой водой можно использовать высокие нормы, если дождевание проводят сразу после разбрасывания навоза. Травы следует удобрять перед посевом, в период покоя и после укосов. Подкормку сенокосов и пастбищ проводят в первые 7 дней после скашивания (стравливания) с таким расчетом, чтобы корм после отрастания использовался не раньше чем через 20—25 дней. Для травосмесей, содержащих 60% бобовых, разовую норму азота ограничивают 60—80 кг/га, меньше 40% бобовых — увеличивают до 120 кг/га.

Красный клевер и люцерна отличаются высокой потребностью в фосфоре и калии. На бедных почвах можно вносить небольшие нормы навоза под беспокровный посев люцерны. Для удобрения навозом отводят участки с травами последнего года пользования.

Однолетние кормовые культуры удобряют смесью навоза с водой. После удобрительного полива (дождевания) растения промывают чистой водой.

Однолетние небобовые культуры. Потребность в азоте овса и ячменя, возделываемых на зеленый корм, составляет 120—140 кг/га. На 50—75% она должна обеспечиваться за счет навоза. Лучший срок его внесения — под зяблевую вспашку; на песчаных и супесчаных почвах предпочтительны весенние сроки.

Озимые промежуточные культуры. В связи с коротким периодом вегетации для этих культур наиболее важен аммонийный азот навоза. Для обеспечения потребности в азоте ржи, возделываемой на зеленый корм, цистернами-разбрасывателями вносят не более 25—30 т/га навоза. Более высокие нормы не рекомендуются, так как растения повреждаются навозом. Повышенные нормы жидкого навоза можно использовать при дождевании. На почвах с высокой поглотительной способностью навоз вносят под предпосевную обработку, на легких почвах его лучше применять зимой, до начала весеннего снеготаяния.

Кукуруза на зеленый корм и силос. При внесении под зябь потребность этой культуры в азоте может быть полностью обеспечена за счет навоза. Наиболее высокие урожаи кукурузы на силос получают при сочетании навоза с минеральными удобрениями. Удобрять ее навозом можно в период от уборки предшественника до весны.

Кормовая капуста потребляет много азота и хорошо отзывается на удобрение навозом. Урожайность ее повышается при внесении до 400 кг/га азота навоза. Его можно применять от уборки

предшественника до весны. В период вегетации капусты навоз вносят только дождеванием при разбавлении водой в 6—8 раз. После каждого удобрительного полива необходима промывка растений водой. Без промывки чистой водой удобрительный полив запрещается.

Озимые зерновые. На почвах с высокой поглотительной способностью навоз под эти культуры можно вносить осенью под предпосевную обработку, не опасаясь потерь питательных веществ. Доза навоза для подкормки не должна превышать 25 т/га. Часть потребности озимых в азоте (25%) обеспечивают за счет минеральных удобрений. Вносить навоз на посевах озимых цистернами-разбрасывателями можно только по замерзшей почве. Применение этого способа в другие сроки приводит к повреждению растений и стеканию навоза в колеи. Дождевание навозом возможно как осенью после прекращения вегетации при разбавлении его водой в 2 раза, так и весной после начала вегетации при разбавлении водой в 6 раз.

Яровые зерновые. 75% потребности этих культур в азоте обеспечивает внесение 30—35 т/га навоза. На почвах с высокой поглотительной способностью навоз лучше запахивать осенью, с низкой — целесообразно вносить по замерзшей почве. После посева (в ранние сроки вегетации) целесообразно дождевание навозом, разбавленным водой в 6—8 раз.

Озимый рапс удобряют навозом в основном перед предпосевной обработкой почвы. Чтобы не допустить сильного развития растений с осени, норму навоза ограничивают 50 т/га. Подкормка навозом с помощью цистерн-разбрасывателей возможна по замерзшей почве. Весьма эффективно сочетание навоза с азотом минеральных удобрений.

Овощные культуры можно удобрять навозом только перед основной или предпосевной обработкой почвы. Во избежание инфекций и инвазий не рекомендуется применять его под культуры, используемые в свежем виде. Во время вегетации подкормку не проводят.

Лугопастбищные угодья. Навоз на этих угодьях по действию на урожай не уступает эквивалентному количеству питательных веществ минеральных удобрений. Продуктивность пастбищ повышается при многократном применении небольших норм. Разовая норма внесения навоза не должна превышать 25—35 т/га. По травам навоз нельзя разбрасывать цистернами, если после них на поле остается колея и разрушается дернина. На пастбищах навоз вносят сразу после стравливания или скашивания и прекращают за 3 недели до очередного использования. Поедаемость корма значительно улучшается, когда подкормка навозом сопровождается поливом чистой водой.

ТОРФ

Основная часть запасов торфа в нашей стране находится на территории РСФСР (92,3%), из них почти $\frac{3}{4}$ располагаются в Сибири и на Дальнем Востоке и только $\frac{1}{4}$ — в европейской части. Обеспеченность пашни запасами торфа по основным районам РСФСР следующая (табл. 90).

90. Обеспеченность пашни запасами торфа в РСФСР

Район	Распределение по основным районам, %		Запасы торфа на 1 га пашни, тыс. т
	запасов торфа	пашни	
Северо-Западный	13,1	2,7	6,28
Центральный	3,4	12,7	0,35
Волго-Вятский	1,3	6,6	0,25
Центрально-Черноземный	0,1	9,4	0,01
Поволжский	0,2	25,7	0,01
Уральский	6,2	15,3	0,52
Западно-Сибирский	68,7	16,9	5,26
Восточно-Сибирский	3,2	7,9	0,52
Дальневосточный	3,6	2,5	1,86
Калининградская область	0,2	0,3	0,86

В республике преобладают месторождения торфа верхового типа (50,6%). Месторождения низинного типа, где добывают основную массу торфа, используемого для нужд промышленности и сельского хозяйства, составляют 31,1%, переходного — 16,2, смешанного — 2,1%.

Торфяной фонд РСФСР составляют месторождения различной площади: преобладают небольшие месторождения, площадь которых менее 100 га; однако основные запасы сосредоточены на месторождениях площадью более 1000 га, число которых относительно невелико.

С увеличением добычи торфа возрастает количество выработанных месторождений, т. е. карьеров и фрезерных полей.

ДОБЫЧА ТОРФА

В настоящее время торф для компостирования добывают послойно-поверхностным способом — фрезерным и скреперно-бульдозерным.

Технология послойно-поверхностной добычи торфа в качестве первоначального этапа работы предусматривает осушение болота. Для этого на нем прокладывают осушительную сеть (рис. 13). Строительство сети на низинных торфяниках заканчивают за 1, а на переходных и верховых — за 2 года до начала добычи торфа. С осушенного торфяника удаляют кустарники, деревья и пни. Для этого используют кусторезы, корчевальные машины и корчеватели-собиратели. Высокие кочки (выше 25 см) срезают и размельчают. Затем дернинный слой распахивают кустарниково-болотными плугами на глубину 30—40 см и разрабатывают тяжелыми дисковыми боронами на глубину 15—20 см.

Карты, на которых добывают торф, должны иметь выпуклую форму, чтобы на них не задерживалась дождевая вода. Для придания поверхности такой формы используют шнековый профилировщик, которым срезают грунт у картовой канавы под заданным углом наклона и перемещают его к середине карты. Одновременно машина задними катками укатывает поверхность.

При добыче торфа послойно-поверхностным способом верхний слой залежи рыхлят дисковым лушильником на глубину до 6 см, ворошат и затем убирают высушенный торф в штабеля. Влажность торфяной крошки должна быть доведена до 60%, что достигается двукратным ее ворошением дисковым лушильником. При солнечной погоде такую влажность торф приобретает обычно через 2 суток. Подсушенную крошку убирают в штабеля скрепером-бульдозером СБТУ-2,5 (СБТ-3,0). При этом следят, чтобы в штабель не попал сырой торф из нижней неподсушенной части слоя. Высоту штабеля доводят обычно до 2,5—3 м.

При заготовке торфа для компостирования на одном и том же участке болота за летний период проводят до 20—26 циклов работ и добывают при этом с каждого гектара около 1000 т подсушенной торфяной крошки. Технологические операции и состав агрегатов для добычи торфяной крошки фрезерным и скреперно-бульдозерным (послойно-поверхностными) способами приведены в таблицах 91 и 92.

Заготовка торфа для подстилки значительно сложнее, что связано прежде всего с его сушкой. Сфагновый слаборазложившийся торф сохнет намного медленнее, чем низинный хорошо разложившийся. Кроме того, влажность подстилочного торфа необходимо довести до 45—50%.

При фрезерном способе заготовки залежь рыхлят на глубину 15—20 мм фрезерным барабаном с тарельчатыми ножами.

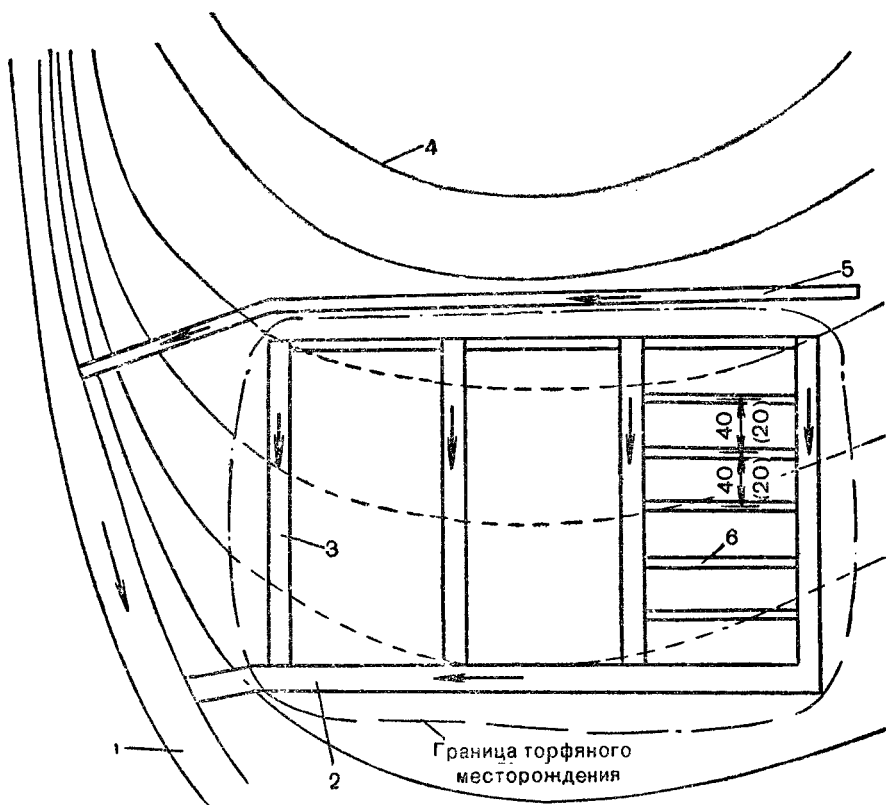


Рис. 13. Схема осушительной сети:

1 — водоприемник; 2 — магистральный канал; 3 — валовой канал; 4 — горизонтали; 5 — нагорный канал; 6 — картовые каналы

Ворошат торфяную крошку ворошилкой 2—3 раза в каждый цикл, а убирают сначала валкователем, а затем уборочной машиной.

При длительном хранении подстилочный торф самовозгорается, поэтому рекомендуется часть его в процессе заготовки по возможности вывозить к фермам. Цикл заготовки подстилки обычно составляет 3 дня. За сезон на одной и той же площади торфяной залежи можно провести 18—25 циклов.

В настоящее время на крупных торфодобывающих предприятиях применяют комплекс машин промышленного типа, которые обеспечивают получение торфа влажностью 45—50%, пригодного для подстилки скоту. Состав агрегатов для добычи подстилочного торфа с пневматическим подбором торфокрошки приведен в таблице 93.

91. Технологические операции и состав агрегатов для фрезерного способа добычи торфа

Технологическая операция	Состав агрегата		Режим работы агрегата	
	трактор	машина	производительность, га/ч	рабочая скорость (средняя), км/ч
Первый вариант				
Фрезерование залежи	ДТ-75Б	Фрезерный барабан МТФ-14	4,2—4,4	6,4
Ворошение (сушка) торфокрошки	ДТ-75Б	Ворошилка МТФ-22	13,1—13,8	9,3
Валкование торфокрошки	ДТ-75Б	Валкователь МТФ-33А	10,2—10,8	10,3
Уборка торфа	ДТ-75Б	Уборочная машина МТФ-43А	1,6—1,8	6,3
Штабелевание торфа	—	Штабелирующая машина МТФ-71А	950 м³	—
Второй вариант				
Фрезерование залежи	ДТ-75Б	Фрезерный барабан МТФ-13	3,4—3,6	7,7
	ДТ-75Б	Фрезерный барабан МТФ-12А	2,8—3,0	8,7
Ворошение (сушка) торфокрошки	ДТ-75Б	Ворошилка МТФ-21	7,3—7,7	10,4
Валкование торфокрошки	ДТ-75Б	Валкователь МТФ-31	7,3—7,7	10,3
Уборка торфа	ДТ-75Б	Уборочная машина МТФ-41	1,4—1,6	6,3
Штабелевание торфа	—	Штабелирующая машина МТФ-71	915 м³	—

СВОЙСТВА ТОРФА

Торф широко применяют в сельском хозяйстве. В состав его входят гуминовые кислоты, обладающие адсорбционными свойствами, в нем содержится много азота. Кроме того, торф обладает антисептическими свойствами. К отрицательным свойствам следует отнести большую влажность в условиях естественного залегания, присутствие закисных соединений, слабую активность биологических процессов и высокую кислотность.

Торф образуется из растений, произрастающих на поверхности болот. После отмирания вследствие избыточного увлажнения поверхности болот они попадают в условия, характеризующиеся слабым доступом кислорода. Благодаря этому разложение растительных остатков протекает медленно и не достигает стадии минерализации. Оно происходит в самом верхнем слое болот, который получил название торфогенного.

92. Технологические операции и состав агрегатов для скреперно-бульдозерного способа добычи торфа

Технологическая операция	Состав агрегата		Режим работы агрегата	
	трактор	машина	производительность, га/ч	рабочая скорость (средняя), км/ч
Первый вариант				
Рыхление залежи	ДТ-75Б	Лушитель ЛДГ-10	8,2—9,4	8,8
Ворошение (сушка) торфокрошки	ДТ-75Б	Лушитель ЛДГ-10	9,4—9,8	10,4
Уборка торфа из расстила	ДТ-75Б	Скрепер-бульдозер СБТ-3,0	0,85—0,90	6,4
Штабелевание торфа	ДТ-75Б	Скрепер-бульдозер СБТ-3,0	42—45 м³	5,4
Второй вариант				
Рыхление залежи	ДТ-75Б	Лушитель ЛДГ-5	4,5—5,0	8,8
Ворошение (сушка) торфокрошки	ДТ-75Б	Лушитель ЛДГ-5	5,0—5,6	10,4
Уборка торфа из расстила	ДТ-75Б (Т-74)	Скрепер-бульдозер СБТУ-2,5	0,65—0,70	6,4
Штабелевание торфа	ДТ-75Б (Т-74)	Скрепер-бульдозер СБТУ-2,5	30—35 м³	5,4

ГРУППЫ И ТИПЫ ТОРФА

Процессы, протекающие в торфогенном слое, зависят главным образом от двух внешних факторов: количества и состава минеральных веществ, попадающих на поверхность торфяника (минерального режима), и от характера увлажнения (водного режима). Минеральный режим определяет состав зольных элементов в торфе и их количество. В зависимости от минерального режима торф разделяют на две большие группы: нормально-зольный (содержание золы до 12% на сухое вещество) и высокозольный, в пределах которых выделяются три типа торфа: верховой, переходный и низинный.

Торф верховых болот (верховой) образуется на возвышенных элементах рельефа из сфагновых мхов, пушицы и других растений, нетребовательных к минеральным питательным веществам и влаге.

Торф низинных болот (низинный) формируется на пониженных частях рельефа из гипновых мхов, травянистых (осоки, тростники) и древесных растений (ольха, береза, ель, ива), требовательных к питательным веществам и влаге. Торф переходных болот (переходный) занимает промежуточное место между торфом низинных и верховых болот.

93. Технологические операции и состав агрегатов для добычи подстилочного торфа с пневматическим подбором торфокрошки

Технологическая операция	Состав агрегата		Режим работы агрегата		
	трактор	машина	производительность, га/ч	рабочая скорость (средняя), км/ч	рабочая передача трактора
Первый вариант					
Фрезерование залежи	ДТ-75Б	Фрезерный барабан МТФ-14	4,2—4,6	6,4	IV
Ворошение (сушка) торфокрошки	ДТ-75Б	Ворошилка МТФ-22	13,1—13,8	9,3	VI—VII
Уборка торфа из расстила	ДТ-75Б	Уборочная машина ППФ-5	1,1—1,2	7,4	III—V
Штабелование торфа	—	Штабелирующая машина МТФ-71А	950 м³	—	—
Второй вариант					
Фрезерование залежи	ДТ-75Б	Фрезерный барабан МТФ-13 или Фрезерный барабан МТФ-12А	3,4—3,6 2,8—3,0	7,7 8,7	IV IV
Ворошение (сушка) торфокрошки	ДТ-75Б	Ворошилка МТФ-21	7,3—7,7	10,4	VI—VII
Уборка торфа из расстила	ДТ-75Б	Уборочная машина ППФ-3	0,9—1,0	7,4	III—V
Штабелование торфа	—	Штабелирующая машина МТФ-71	915 м³	—	—

Большое влияние на состав растительности, произрастающей на поверхности торфяников и формирующей слои торфа, оказывает водный режим. Наименее увлажненные участки покрыты лесами: на низинных торфяниках встречается ольха, береза, ива, ель, сосна; на переходных — береза или сосна, на верховых — только сосна. На более увлажненных торфяниках преобладают травы. Для низинных болот характерны осоки и тростник, переходных — осока, шейхцерия и пушица. В наиболее влажных местах торфяников доминируют мхи. Гипновые (зеленые) мхи произрастают главным образом на низинных торфяниках, а сфагновые (белые) — на торфяниках верхового типа.

Растения, из которых образуется торф, оказывают большое влияние на его свойства.

Ботанический состав — один из основных признаков, определяющих качество торфа для сельскохозяйственного использования. По растениям-торфообразователям можно определить, в каких условиях водного и зольного питания формировался торфяник. Ботанический состав торфа определяют с помощью микроскопа при 80—100-кратном увеличении. По характеру клеточного состава

ва растительных остатков и некоторым другим признакам выявляют растения, участвовавшие в образовании торфа, и устанавливают процентное соотношение различных остатков.

По характеру ботанического состава на территории СССР различают около 40 видов торфа. Однако не все виды резко отличаются друг от друга по основным свойствам, и поэтому для практических целей в большинстве случаев достаточно различать три группы торфа: моховую, травяную и древесную. Некоторые виды торфа можно определять по внешним признакам, описание которых приведено в таблице 94.

94. Характеристика внешних признаков различных видов торфа

Торф	Характерные признаки видимых глазом растительных остатков	Сложение торфа, цвет и изменение его на воздухе
Сфагновый (верховой)	Остатки сфагновых мхов в виде тончайших листочков яйцевидной или удлинённой формы, длиной не более 4 мм и толщиной не более 2 мм, стебельки шнуровидные, бурого или палевого цвета	Рыхлое; губчатое или солоmistое; от соломенно-желтого до красновато-бурого, темнеет медленно, оттенок остается
Пушицевый (верховой)	На изломе хорошо заметны остатки пушицы, залегающие густыми прядями	Волокнистое; темно-коричневый, темнеет
Гипновый (низинный)	Остатки гипновых мхов в виде темных тонких (до 1—1,5 мм ширины) облиственных стебельков. Листья различной формы, часто с отогнутой верхушкой	Рыхло-губчатое; свежего торфа — золотисто-бронзовый, очень быстро переходит на воздухе в серый
Тростниковый (низинный)	Зеленоватые мелкие волосовидные корешки тростника и грубые жесткие зеленоватые лентообразные пластинки корневища шириной 10—15 мм с ясно заметными узлами	Волокнистое; цвет зеленоватый, темнеет, но оттенок остается
Древесный (низинный)	В плотной массе торфа заметны на глаз и чувствуются на ощупь различной величины грубожесткие или мягкие кусочки древесины с примесью белесых или бурых кусочков коры	Комковато-зернистое; от темно-серого, почти черного, до коричневого, темнеет

Степень разложения. Процесс неполного разложения растительных остатков в основном сводится к их измельчению и формированию новых органических соединений под воздействием микроорганизмов, благодаря которым образуются гумусовые вещества. Процентным содержанием разложившихся гумусовых веществ, а также мелких частиц негумифицированных остатков определяется одно из наиболее важных свойств торфа — степень разложения, от которой во многом зависят способы его использования. Она сильно колеблется — от 1—5 до 50—60 %. Степень разложения до

20% принято считать низкой, от 20 до 40 — средней и свыше 40% — высокой. Степень разложения устанавливают специальными анализами на дисперсность торфа, т. е. по способности разлагаться на составные части. В полевых условиях ее можно определить на глаз, пользуясь данными таблицы 95.

95. Признаки различной степени разложения торфа (по И. С. Кауричеву)

Степень разложения, %	Основные признаки состояния торфа
Менее 15 (неразложившийся)	Торфяная масса не продавливается между пальцами. Поверхность сжатого торфа шероховатая от остатков растений, которые хорошо различимы. Вода выжимается струей, как из губки, прозрачная, светлая
15—20 (очень слабо-разложившийся)	Вода выжимается частыми каплями, почти образуя струю, слабо-желтоватая
20—25 (слабо-разложившийся)	Вода отжимается в большом количестве, желтого цвета, растительные остатки заметны хуже
25—35 (средне-разложившийся)	Масса торфа почти не продавливается в руке, остатки растительности заметны; вода отжимается частыми каплями светло-коричневого цвета, торф слабо пачкает руки
35—45 (хорошо разложившийся)	Масса торфа продавливается слабо. Вода выделяется редкими каплями коричневого цвета
45—55 (сильно-разложившийся)	Масса торфа продавливается между пальцами, пачкая руку. В торфе заметны лишь некоторые растительные остатки. Вода отжимается в малом количестве, темно-коричневого цвета
Более 55 (очень сильно-разложившийся)	Торф продавливается между пальцами в виде грязеподобной черной массы. Вода не отжимается. Растительные остатки совершенно неразличимы

От степени разложения торфа зависят его физические и агрохимические свойства. Чем ниже степень разложения, тем выше воздухопроницаемость, влагоемкость, буферность, влаго- и газоплотительная способность торфа.

Емкость обменного поглощения, характеризующая адсорбционные свойства торфа, служит важным показателем его пригодности к использованию в качестве удобрения. Емкость поглощения торфа очень велика, она колеблется в пределах 120—230 мг·экв на 100 г сухого торфа (табл. 96).

Емкость поглощения верхового торфа изменяется в небольших пределах (125—152 мг·экв) и не обнаруживает четкой зависимости от степени разложения. У низинного торфа она больше, чем у верхового (147—230 мг·экв), и ее изменения связаны со степенью разложения: с увеличением последней возрастает и емкость поглощения. Переходный торф по емкости поглощения близок к верховому.

96. Емкость поглощения торфа (по данным ВНИИТП)

Торф	Степень разложения, %	Емкость поглощения, мг экв на 100 г сухого торфа
Верховой тип		
Сфагновый (медиум)	10	132
Комплексно-верховой	10	143
Пушицево-сфагновый	25	152
Пушицевый	35	141
Сосново-пушицевый	50	145
Сосновый	60	125
Низинный тип		
Сфагновый низинный	15	147
Гипновый	20	164
Шейхериево-осоковый	20	170
Осоковый	25	175
Березовый	50	225
Ольховый	55	230

Влагопоглощительная способность зависит не только от вида торфа, но и от степени его разложения, и колеблется в очень широких пределах (табл. 97).

97. Влагоемкость торфа (по данным ВНИИТП)

Торф	Степень разложения, %	Влагоемкость, % к абсолютно сухому веществу
Верховой тип		
Сфагновый	5	3000
»	10	2000
»	15	1700
»	20	1500
Сфагново-пушицевый	25	1200
Пушицевый	40	650
Сосновый	55	500
Низинный тип		
Гипновый	5	1500
Осоково-гипновый	10	1200
»	20	1000
»	25	850
Осоково-древесный	35	700
Древесный	45	500

1 кг абсолютно сухого вещества торфа способен поглотить и удержать от 5 до 30 кг воды. Наибольшей влагоемкостью обладает неразложившееся растительное волокно торфа. Верховой сла-

бразложившийся сфагновый торф отличается особенно высокой влагоемкостью и почти не имеет аналогов в переходном и низинном торфе. Такой торф наиболее пригоден для использования в качестве подстилки, и его часто называют подстилочным.

В таблице 98 показана естественная влажность различных торфяных залежей.

98. Содержание воды в торфе в естественных залежах, %
(по данным ВНИИТП)

Группа торфа	Тип торфа		
	верховой	переходный	низинный
Моховая	93,0	92,0	91,5
Травяная	91,5	91,0	90,0
Древесная	88,0	87,5	86,5

Зольные элементы торфа. В таблице 99 приведены данные о содержании основных зольных элементов в торфе различного типа. Они свидетельствуют о нарастании зольности и изменении состава золы по мере перехода от верхового торфа к низинному. Нормально-зольный торф содержит мало фосфора и калия. В высокозольном торфе с увеличением зольности понижается содержание органического вещества, азота и уменьшается влагоемкость, т. е. его агрохимические свойства ухудшаются.

99. Среднее содержание основных зольных элементов в нормально-зольном торфе, %
на абсолютно сухое вещество
(по данным ВНИИТП)

Тип торфа	Зольность	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	K ₂ O	P ₂ O ₅
Верховой	2,0	0,3	0,80	0,3	0,15	0,12	0,08	0,06
Переходный	4,0	0,8	1,20	0,7	0,70	0,20	0,10	0,09
Низинный	6,5	2,5	1,20	0,7	1,30	0,30	0,12	0,10

Иногда в высокозольном торфе содержится повышенное количество фосфора (более 2%) в виде минерала вивианита, который на воздухе приобретает характерную голубую окраску. Такой торф можно использовать как фосфорное удобрение. Характер минеральных включений в торф (известь, вивианит, охра) определяют по внешним признакам и по действию реактивов (табл. 100).

Некоторые основания зольной части торфа способны соединяться с химически активными веществами органической части торфа (в основном гуминовыми кислотами), заполняя их функ-

циональные группы. Чем больше в торфе оснований, тем полнее заполняются эти связи и выше степень насыщенности торфа основаниями. Этот показатель очень важен при оценке торфа. Поскольку количество оснований (главным образом кальция) в торфе различного типа неодинаково, изменяется и степень насыщенности их основаниями. Для верхового торфа она обычно не превышает 15%, для переходного колеблется в пределах 20—30%, а у низинного достигает 50—75%. Благодаря этому в гумусе верхового торфа содержится большое количество свободных гуминовых кислот, а низинного — их солей (гуматов кальция).

100. Минеральные включения в торфе (по данным ВНИИТП)

Включения	Характер и цвет включений		Изменение при действии реактивов		Мазок на белой бумаге (цвет и структура)
	в свежем состоянии	на воздухе	3%-ного раствора перекиси водорода	10%-ного раствора соляной кислоты	
Известь	Комочки и хлопья сероватые или беловато-желтоватые. Часто имеются раковины моллюсков	Не изменяется	Бурно вскипает *	Не изменяется	Дымчато-серый и белый; от тонкопылевой до гладкой
Вивианит	Белый или серовато-белый	Медленно синее	Не изменяется; вскипает в присутствии закисных соединений железа	Мгновенно синее **	В свежем состоянии от серовато-белого до белого; при подсыхании голубой; тонкопылеватая, осыпается
Охра	Комочки разной величины, хлопья или порошкообразная масса от желтоватого до оранжево-красного и малинового		Не изменяется	Не изменяется	От желтовато-красного до малинового; от пылевой до совершенно гладкой

* При содержании в торфе от 6 до 10% извести «вскипание» заметно на глаз. Если извести более 10%, торф «вскипает» бурно.

** Чем больше в торфе включений голубого цвета, тем больше в нем вивианита. Вивианит в чистом виде содержит 28% P_2O_5 .

Биохимическая устойчивость. По сравнению с органическим веществом отмерших растений торф отличается гораздо большей биохимической устойчивостью. Это связано с присутствием в нем таких веществ, как гуминовые кислоты, которые, будучи продуктами микробиологической деятельности, трудно усваиваются микроорганизмами и поэтому медленно разлагаются. В торфе приобретают большую биохимическую устойчивость даже углеводы, которые в обычных условиях являются наиболее доступными соединениями для микроорганизмов. Объясняется это тем, что в торфогенном слое протекает интенсивная микробиологическая деятельность, благодаря которой торф аккумулирует продукты жизнедеятельности микроорганизмов, обладающие антибиотическими свойствами.

101. Выделение тепла различными материалами при температуре 20 °С и аэрации (данные Н. Стрыгина)

Материал	Влажность материала, %	Количество выделенного тепла на 1 г сухого вещества за сутки, кал
Свежескошенная трава с преобладанием осоки	65,0	134,4
Навоз конский	71,4	93,1
Солома ржаная	44,0	33,8
Опилки сосновые	40,0	3,8
Торф осоково-сфагновый, степень разложения 10—15%	40,0	1,0
Торф гипновый, степень разложения 15%	40,0	1,0
Торф древесно-осоковый, степень разложения 35%	40,0	0,5
Торф пушицево-сфагновый, степень разложения 35%	40,0	0,3
Уголь бурый подмосковный	21,2	0,3

О биохимической устойчивости торфа можно судить по интенсивности его саморазогревания по сравнению с некоторыми другими веществами (табл. 101). Как видно из данных таблицы, торф при температуре 20 °С выделяет небольшое количество тепла, что свидетельствует о малой биохимической мобильности его органического вещества.

Микрофлора торфа. Торф содержит почти все физиологические группы микроорганизмов, способных участвовать в разложении органического вещества. Исключение составляют нитрифицирующие бактерии (которые могут заражать торф при появлении в нем достаточного количества аммиака) и азотобактер, не живу-

щий в торфе при обычных условиях. Наиболее богат микроорганизмами низинный торф, верховой — беден микроорганизмами, что объясняется его высокой кислотностью; переходный торф в этом отношении стоит ближе к низинному. Проветривание торфа приводит к увеличению количества почти всех видов микроорганизмов, за исключением целлюлозоразрушающих, денитрификаторов и грибов.

Торф не содержит болезнетворных для растений микроорганизмов.

ОСНОВНЫЕ АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТОРФА И ТРЕБОВАНИЯ К ЕГО КАЧЕСТВУ

Несмотря на высокое содержание азота в торфе (табл. 102), основная часть его (90—95%) находится в органической форме и становится частично доступной растениям лишь по мере минерализации. Количество нитратного и аммиачного азота в сухой массе хорошо разложившегося низинного торфа не превышает 0,09%, а верхового — 0,035%. Содержание органических веществ в верховом и переходном торфе достигает 94—96%, низинном — 72—94%. Они представлены в основном углеводами (целлюлоза, гемицеллюлоза, битумы, лигнин), протеинами и гуминовыми кислотами. Гемицеллюлоза и целлюлоза составляют незначительную часть (13—34%) органического вещества торфа. Сфагновый верховой торф богаче целлюлозой и гемицеллюлозой, чем низинный. На лигнин приходится значительная часть (27—50%) органического вещества, он очень устойчив к разложению микроорганизмами. Гуминовые кислоты — продукт деятельности аэробных микроорганизмов — не накапливаются в торфе в значительном количестве. Связываясь с аммиаком, они образуют гумат аммония, который может минерализоваться. В низинном торфе больше гуминовых кислот, чем в верховом. С увеличением степени разложения снижается количество целлюлозы, возрастает содержание гуминовых кислот, уменьшается отношение углерода к азоту (в верховом торфе оно составляет обычно 35—65, а в низинном — 15—28%) и повышается удобрительная ценность торфа.

При зольности менее 12% существует прямая связь между видами торфа и содержанием азота, кальция, фосфора, железа, алюминия, а также кислотностью. Если в золе торфа много кальция, его реакция нейтральная — он пригоден для удобрения, если в золе содержится большое количество железа и алюминия, его реакция кислая — торф малоприспособен для удобрения. Повышение зольности торфа сверх 12% за счет примеси глины и песка сни-

**102. Агрохимическая характеристика различных видов торфа
(данные Центральной торфоболотной опытной станции)**

Торф	Золь- ность, %	pH KCl	Группа торфа	Основной вид торфа
Верховой	1—5	2,8—3,6	Моховой Травяной	Сфагново-мочажинный Шейхцериево-сфагно- вый, пушицево-сфагно- вый
			Древесный	Сосново-сфагновый, сос- ново-пушицевый
Пере- ходный	3—8	2,8—3,6	Моховой Травяной	Сфагновый, гипновый Осоково-сфагновый, осо- ково-шейхцериевый
			Древесный	Древесно-осоковый, дре- весно-переходный
Низин- ный	5—12	4,8—5,8	Моховой Травяной	Сфагново-гипновый Осоково-сфагновый, осо- ково-гипновый, осоковый, тростниковый
			Древесный	Сльховый, березовый, еловый, древесно-осоко- вый
Высоко- зольный	12—50	5,8—7,5	Известко- вый	Различного ботаническо- го состава
			Фосфорный Песчано- глинистый	То же »

Сред- няя разло- жения, °/и	Содержание, % на абсолютный сухой торф			
	N	CaO	P ₂ O ₅	K ₂ O
5—25	0,8—1,5	0,1—0,5	0,03—0,2	0,05—0,10
20—40	1,2—2,0	0,1—0,6		
35—60	1,4—2,0	0,1—0,7		
10—25	1,2—2,0	0,5—1,0	0,04—0,3	0,10—0,15
20—40	1,5—2,5	0,7—1,2		
35—60	1,6—2,8	0,9—1,5		
10—25	1,6—2,6	1,5—3,0	0,05—0,4	0,15—0,20
35—40	1,8—2,5	2,0—3,5		
35—60	2,0—3,8	2,5—5,0		
Раз- лич- ная	1,3—3,8	3,0—5,0	0,05—2,0	0,10—0,20
То же	1,3—3,8	0,8—5,0	2,0—8,0	
»	1,3—3,8	0,8—5,0	0,05—2,0	

жает удобрительную ценность. В нормально-зольном торфе до 5% кальция может связываться с гуминовыми веществами. Остальное его количество находится в торфе в виде карбонатов кальция.

В нормально-зольном низинном торфе содержание железа не превышает 3%, в верховом и переходном — 0,5—1%. Высокое содержание железа (8% и больше) в высокозольном торфе неблагоприятно сказывается на подвижности фосфорной кислоты и ее доступности растениям.

Наибольшее содержание подвижного алюминия отмечено в верховом торфе (6—10 мг·экв/100 г сухого вещества), в переходном и низинном торфе его меньше (соответственно 3—6 и 0—3 мг·экв). Повышенное количество алюминия (более 5 мг·экв) вредно для развития растений.

Серы в торфе обычно очень мало: в верховом — не более 0,5%, низинном — 1,5%.

Магния в торфах содержится 0,1—0,4%, фосфора — 0,03—0,4, калия — 0,03—0,1%. Среди видов низинного высокозольного иногда встречается торф с повышенным содержанием фосфора — от 0,8 до 8% (торфовиванит). Торф беден микроэлементами.

Состав органического вещества является важной агрохимической характеристикой торфа. На долю гуминовых кислот и углеводного комплекса приходится обычно 50—55% массы органического вещества (табл. 103). С увеличением степени разложения торфа содержание гуминовых кислот нарастает, а углеводов — уменьшается. Гуминовые кислоты во многом определяют величину поглощающего комплекса торфа. Углеводный комплекс — это энергетический материал для развития почвенной микрофлоры.

103. Состав органического вещества торфа, % на сухое вещество

Торф	Группа торфа	Степень разложения, %	Органические вещества, экстрагируемые		Гуминовые кислоты	Фульвокислоты	Легкогидролизуемые фракции	Трудногидролизуемые фракции	Негидролизуемый остаток
			спиртом	бензолом					
Верховой	Моховая	10	8,0	0,4	13,0	18,0	32,0	9,0	19,0
	Травяная	35	9,5	3,0	33,0	15,0	14,0	4,5	21,0
	Древесная	50	10,0	5,6	40,0	16,0	7,0	3,0	19,0
	Моховая	15	7,0	0,7	17,0	16,0	30,0	6,0	22,0
Переходный	Травяная	30	8,0	1,2	35,0	16,0	15,0	3,0	20,0
	Древесная	45	9,0	1,5	42,0	15,0	10,0	2,5	18,0
	Моховая	15	6,0	0,5	18,0	13,0	32,0	5,5	23,0
Низинный	Травяная	30	6,5	0,8	32,0	16,0	18,0	3,5	24,0
	Древесная	45	5,5	0,7	41,0	12,5	14,0	2,5	24,0

Кислотность — важнейшее агрохимическое свойство торфа, зависящее от содержания и состава зольных элементов, а также от качества органических кислот торфа.

Чем выше степень насыщенности основаниями, тем ниже кислотность торфа. Для нормально-зольного торфа (с зольностью до 12%) кислотность, выражаемая величиной рН, является типовой характеристикой, которой пользуются при оценке пригодности торфа для использования в сельском хозяйстве. Для различного типа нормально-зольного торфа характерны следующие величины рН солевой вытяжки: для верхового — 2,6—3,6, переходного — 3,4—4,2, низинного — 4,8—5,8.

Наряду с этим, чем больше в торфе свободных гуминовых кислот, тем выше его кислотность. Верховые торфа содержат больше свободных гуминовых кислот, поэтому такие торфа отличаются высокой кислотностью (рН 2,6—3,6). В низинных торфах большая часть гуминовых кислот связана с кальцием. Поэтому богатые гуматами кальция низинные торфа обычно имеют слабо-кислую реакцию (рН 4,8—5,8).

Иногда встречается низинный высокозольный торф с повышенным содержанием кальция (10% и больше), его рН 7,5 и выше.

В тех случаях, когда рН торфа меньше 4,8, он может оказать отрицательное влияние на развитие сельскохозяйственных культур и снизить их урожайность. Причиной этого служит как сама кислотность, так и наличие в кислом торфе подвижного алюминия, токсичного для растений.

Требования к качеству торфа. Торф, имеющий рН ниже 4,5, пригоден как подстилочный материал, с рН выше 4,5 — для компостирования с навозом, навозной жижей и другими компонентами. Торф используют также для приготовления торфоминерально-аммиачных удобрений (ТМАУ) и торфяных субстратов для овощеводства защищенного грунта.

Для получения высококачественных торфяных компостов и подстилки необходимо использовать торф, отвечающий требованиям республиканских стандартов (табл. 104, 105).

104. Требования к качеству торфа для подстилки
(РСТ РСФСР 734—85)

Показатель	Норма для группы		Метод испытания
	I	II	
Массовая доля влаги (W_p), %, не более	50	50	По ГОСТ 11305—83
Зольность (A^c), %, не более	10	15	По ГОСТ 11306—83
Засоренность (куски торфа, опека, пней, щепы размером свыше 60 мм), %, не более	10	10	По ГОСТ 11130—75 (сито с ячейками 60×60 мм)
Степень разложения, %, не более	15	25	

**105. Требования к качеству торфа для компостирования
(РСТ РСФСР 733—85)**

Показатель	Норма	Метод испытания
Массовая доля влаги (W^p), %, не более	60	По ГОСТ 11305—83
Зольность (A^c), %, не более	25	По ГОСТ 11306—83
Засоренность (куски торфа, очеса, пней, щепы размером свыше 60 мм), %, не более	10	По ГОСТ 11130—75 (сито с ячейками 60×60 мм)
Кислотность (рН солевой суспензии), не менее	2,5	По ГОСТ 11623—65
Степень разложения, %, не менее	15	

По многолетним данным научно-исследовательских учреждений, применение торфяной крошки для подстилки позволяет увеличить выход навоза на 35—40 % по сравнению с другими видами подстилочных материалов (солома озимых культур, древесные опилки и др.).

**106. Эффективность торфа на песчаных
и супесчаных почвах Нечерноземной зоны**

Место проведения исследований	Норма торфа, т/га	Урожай, ц/га	Прибавка урожаю, ц/га
-------------------------------	----------------------	--------------	--------------------------

Озимая рожь

Новозыбковская опытная станция, Брянская область	Без торфа	5,5	—
	18	8,4	2,9
	36	11,1	5,6
	54	12,3	6,8
	72	13,6	7,1
	108	17,1	11,6
Соликамская опытная станция, Пермская область	Без торфа	5,9	—
	40	9,0	3,1
Ленинградский торфяной опорный пункт ВНИИТП	Без торфа	8,1	—
	30	9,3	1,2
Алферовское опытное поле, Мо- сковская область	Без торфа	16,7	—
	36	19,8	3,1

Картофель

Новозыбковская опытная станция, Брянская область	Без торфа	60,2	—
	40	72,0	11,8
Ленинградский торфяной опорный пункт ВНИИТП	Без торфа	80,0	—
	30	93,8	13,2
Соликамская опытная станция, Пермская область	Без торфа	76,7	—
	36	89,2	12,5
Костромской сельскохозяйствен- ный институт	Без торфа	140,0	—
	36	149,0	9,0

К каждой партии поставляемого хозяйствам торфа прилагают сертификат о качестве. В необходимых случаях его проверяют в агрохимической лаборатории или Государственной инспекции по качеству торфа.

ПРИМЕНЕНИЕ ТОРФА В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Действие торфа как удобрения в значительной мере зависит от его качества и нормы внесения. Результаты изучения эффективности торфа на песчаных и супесчаных почвах в разных районах Нечерноземной зоны РСФСР приведены в таблице 106.

Урожайность культур при удобрении их чистым торфом в первый год обычно повышается в среднем на 10—15% (табл. 107). Но торф обладает длительным действием.

Применение торфа (в основном низинного) в чистом виде допустимо лишь на легких почвах. Однако и на этих почвах по

107. Влияние чистого торфа на урожайность основных сельскохозяйственных культур
(по данным, обобщенным В. А. Васильевым, С. Ф. Полуниним, 1977)

Культура	Норма торфа, т/га	Прибавка урожая	
		ц/га	%
Картофель	30	13	11,0
Зерновые (в среднем)	25	2,4	15,6
В том числе:			
озимые	28	2,4	18,0
яровые	20	2,4	12,9
Многолетние травы	29	4,6	9,3
Люпин	10	51	12,2

108. Средние прибавки урожая от применения 30—40 т торфяных удобрений, ц/га
(по данным, обобщенным В. А. Васильевым, С. Ф. Полуниним, 1977)

Удобрение	Озимые зерновые культуры	Яровые зерновые культуры	Картофель
Чистый проветренный низинный торф	2,2	1,8	20
Торфяной навоз	5,5	4,5	40
Торфофекальный компост	6,0	5,0	50
Торфонавозные компосты и смеси	4,5	4,0	35
Компосты с известью и фосфоритной мукой	3,6	3,2	32

действию на урожай он значительно (в 2—3 раза) уступает торфяному навозу и компостам (табл. 108).

Переходный и верховой торф, как правило, вообще не оказывает положительного влияния на урожай. **В связи с низкой эффективностью чистый торф не рекомендуется использовать для удобрения;** его необходимо применять для подстилки и компостирования с навозом, птичьим пометом, фекалиями и др.

ПРИМЕНЕНИЕ ТОРФА В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ

Для выращивания овощных, цветочных и декоративных растений торф обеспечивает высокий агротехнический и экономический эффект. Торфяной грунт в 4—5 раз легче почвы, поэтому его заготовка и закладка в теплицах обходятся дешевле; более благоприятные водно-воздушные свойства и пористая структура торфа создают хорошие условия для развития корневой системы растений; торфяной грунт не содержит возбудителей болезней.

В теплицах обычно используют слабо- и среднеразложившийся верховой торф. Сильноразложившийся применяют в смеси с дерновой землей, перегноем, навозом или рыхлителями — опилками и соломой, взятыми в 20—30%-ном количестве по объему. Для приготовления субстратов длительного действия лучше использовать слаборазложившийся переходный и низинный торф.

Не следует применять торф зольностью выше 30 % и степенью разложения, превышающей 45 %, а также карбонатный, вивианитовый, железистый и переувлажненный.

В последние годы на некоторых торфопредприятиях из фрезерной торфокрошки стали производить торфоблоки, брикеты и полые горшочки для защищенного грунта.

Для приготовления горшочков непосредственно в хозяйствах используют произвесткованный фрезерный торф, смешанный с перегноем (в соотношении 7 : 2) или дерновой почвой (4 : 1). В этом случае на 1 м³ торфа добавляют 1,5—2 кг аммиачной селитры, 1,7—2,5 — суперфосфата, 0,4—0,6 кг хлористого калия.

Чтобы слой торфяного субстрата достиг 30 см, в расчете на 1000 м² теплицы берут 250—275 м³ торфа. При выращивании огурцов для обогащения торфогрунта азотом, фосфором и калием вносят удобрения: на 1 т стандартного верхового торфа или его смеси с низинным (1 : 1) берут 0,6 кг N, 3 кг P₂O₅ и 4 кг K₂O; на 1 т низинного торфа — соответственно 0,6; 2 и 3 кг.

В течение всей вегетации растений содержание фосфора при использовании верхового торфа не должно быть ниже 300, низинного — 200 мг на 100 г почвы, калия — соответственно 400 и 300 мг. Растения хорошо развиваются, если до плодоношения в субстрате содержится 60, а в период плодоношения — 90—100 мг

минерального азота ($N-NO_3+N-NH_4$) на 100 г сухого торфа.

Микроэлементы (бор, медь, марганец, цинк) вносят с основным удобрением в следующих количествах (г/м³ торфа): буры — 1—1,5, медного купороса — 5—10, сернокислого марганца — 0,5—1, сернокислого цинка — 1. Они могут быть внесены в подкормках в виде 0,2—0,25 %-ного раствора. Каждый микроэлемент применяют отдельно, учитывая происхождение торфа.

Влажность субстрата из низинного торфа в теплицах поддерживают на уровне 65—70, верхового — 70—75 %.

При повторном использовании субстратов добавляют 60—80 м³ свежего торфа в расчете на 1000 м² теплицы для получения слоя необходимой толщины (30 см).

Торфяные питательные брикеты, спрессованный сухой торф с набором питательных веществ предназначены для использования на начальных стадиях развития растений. Торфяные брикеты применяют вместо торфоперегнойных горшочков и кубиков. Они транспортабельны, хорошо хранятся и могут быть использованы в районах, не имеющих запасов торфа нужного качества.

Торфяные полые горшочки, заполняемые питательным субстратом, предназначены для выращивания рассады овощных культур в защищенном и открытом грунтах.

Проветренный торф в чистом виде — хороший материал для мульчирования, особенно при выращивании плодовых, ягодных и овощных культур. При мульчировании торф вносят в междурядья поверхностно и без заделки слоем толщиной до 5 см, что способствует улучшению водного, воздушного и температурного режима почвы. Мульча также предотвращает образование почвенной корки и развитие сорняков.

После уборки культуры (или при междурядной обработке приствольных кругов многолетних насаждений) торф, использованный для мульчи, запахивают. Для ускорения разложения торфа полезно при запахке мульчи добавлять небольшое количество павоза, навозную жижу или фекалии.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОРФА В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

В животноводстве торф используют для подстилки скоту, что способствует улучшению микроклимата, санитарно-гигиенических условий в животноводческих помещениях, повышает продуктивность животных. По данным Центральной торфоболотной опытной станции (ЦТБОС), в животноводческих помещениях, где применяют торфяную подстилку, концентрация аммиака вдвое ниже, чем на фермах, где используют соломенную. При этом воздух в помещениях значительно суше, в нем меньше микроорганизмов.

Например, 1 кг сухой сфагновой торфяной подстилки влажностью до 50% впитывает 10—12 кг влаги, а 1 кг соломенной — лишь около 3 кг. В связи с низкой теплопроводностью торфяная подстилка лучше предохраняет животных от переохлаждения зимой. Обладая бактерицидными свойствами и кислой реакцией, торфяная подстилка снижает вирулентность возбудителей туберкулеза и бруцеллеза, уменьшает возможность заражения скота ящуром, сокращает длительность этой болезни, избавляет животных от заболевания копыт мокрецом; такая подстилка в птичнике предохраняет молодняк от заболевания кокцидиозом.

Важное значение при определении качества подстилки имеет газопоглотительная способность торфа. Различные виды торфа поглощают неодинаковое количество аммиака (табл. 109). Наибольшее количество аммиака поглощает кислый верховой торф; чем ниже кислотность торфа, тем меньше аммиака он способен поглотить.

109. Поглощение аммиака различными видами торфа (данные ВНИИТП)

Торф	Поглощение аммиака, % на абсолютно сухое вещество
Моховой:	
слаборазложившийся	2,64
сильноразложившийся	3,02
Осоковый:	
слаборазложившийся	2,16
сильноразложившийся	1,09
Гипновый:	
слаборазложившийся	1,22
сильноразложившийся	2,42
Тростниковый:	
слаборазложившийся	0,84
сильноразложившийся	0,98

Влажность торфов при полном насыщении влагой различна (табл. 110). Ввиду того что торфяная подстилка всегда содержит влагу, количество поглощенной жидкости всегда меньше полной влагоемкости абсолютно сухого торфа. Полная влагоемкость измеряется количеством влаги, поглощаемой 1 кг абсолютно сухого вещества торфа.

Всасывающая способность торфа характеризуется количеством влаги, которое может поглотить 1 кг торфяной подстилки, имеющей определенную влажность. С увеличением влажности, степени разложения и зольности всасывающая способность торфа резко уменьшается (табл. 111).

Для правильного определения нормы торфяной подстилки учитывают не только показатели всасывающей способности, но и влажность, при которой надо убирать торфяную подстилку из жи-

вотноводческих помещений. Всасывающая способность торфяной подстилки не может быть использована полностью — это привело бы к созданию условий избыточного увлажнения в скотных дворах.

110. Влажность торфов при полном насыщении влагой
(по данным ВНИИТП)

Тип торфа	Степень разложения, %	Влажность торфа, %
Верховой		
Сфагновый	5	96,8
»	10	96,0
»	15	95,0
»	20	94,0
Пушицево-сфагновый	25	93,0
Пушицевый	35	89,0
Сосновый	55	89,0
Переходный		
Гипновый переходный	10	94,5
Осоково-сфагновый	15	93,5
»	20	91,0
»	30	90,0
Низинный		
Гипново-осоковый	10	94,0
»	20	92,5
»	20	90,0
Тростниково-осоковый	25—30	89,5
Древесно-осоковый	35—50	89,0
Древесный	40—45	87,0

Практически торфяной навоз приходится убирать при влажности не более 80—85 %, а в случае использования торфа с повышенной степенью разложения — при 70—75 %.

Торфяную подстилку хранят в сараях и под навесами вблизи животноводческих помещений. При хранении на воздухе ее следует защищать от дождя и снега.

В сырую погоду влажность непрессованной торфяной подстилки на открытом воздухе может повыситься на 15 % и более. При влажности более 50 % она смерзается.

Суточная норма подстилки зависит от вида и возраста животных и качества подстилочного материала. Норма подстилки на одну голову в сутки при беспривязном содержании животных приведена ниже (кг):

	1-я категория	2-я категория
Коровы	8—12	12—20
Телята	5—6	7—12
Откормочные свиньи	5	6

Лошади	8	16
Куры	0,03—0,05	0,06—0,18
Цыплята	0,02—0,025	0,03—0,04

Норму увеличивают, если в рационе применяют большое количество сочных кормов. В пастбищный период ее уменьшают в 2 раза, так как животные находятся на скотном дворе не более 10 ч в сутки.

От суточной нормы подстилки зависят выход навоза, его удобрительное действие и величина потерь азота. Удобрительное действие навоза тем сильнее, чем меньше суточная норма подстилочного торфа. Но в этом случае уменьшается выход навоза и увеличиваются потери азота. Подстилку не следует доводить до такого состояния, когда торф уже не впитывает жидкость. Ее необходимо убирать из помещения еще в сыпучем состоянии.

III. Всасывающая способность торфа, кг на 1 кг исходного торфа (по данным ЦТБОС, Л. А. Гребенщикова)

Торф	Степень разложения, %	Начальная влажность торфа, %					
		80	70	60	50	40	30
Верховой торф							
Сфагновый верховой	5	6,2	8,8	12,4	13,1	17,8	19,1
То же	10	4,1	6,9	8,5	10,5	12,9	13,4
»	15	3,8	5,5	7,4	8,7	9,7	12,6
»	20	3,3	5,1	6,3	7,2	8,6	9,4
Сфагново-пушицевый	25	2,5	4,1	5,3	6,5	7,2	8,5
Шейхериевый верховой	25	2,6	4,5	5,6	7,7	9,0	9,1
Пушицевый	35	1,4	2,6	3,5	3,8	4,3	3,7
Сосновый верховой	50	1,1	1,8	2,3	3,1	2,9	2,2
Переходный торф							
Гипновый переходный	10	2,4	4,3	5,5	6,8	7,0	7,5
То же	20	1,7	3,0	4,1	4,8	5,6	6,2
»	25	1,5	2,5	3,2	3,8	5,2	5,4
Тростниково-осоковый	25—30	1,5	2,5	3,1	3,8	4,6	4,9
Древесно-осоковый	35	1,3	2,1	3,0	3,6	4,3	4,5
Древесный низинный	40—45	0,9	1,7	2,1	2,7	3,0	3,0
Низинный торф							
Гипново-осоковый	10	2,4	4,3	5,5	6,8	7,0	7,5
То же	20	1,7	3,0	4,1	4,8	5,6	6,2
»	25	1,5	2,5	3,2	3,8	5,2	5,4
Тростниково-осоковый	25—30	1,5	2,5	3,1	3,8	4,6	4,9
Древесно-осоковый	35	1,3	2,1	3,0	3,6	4,3	4,5
Древесный низинный	40—45	0,9	1,7	2,1	2,7	3,0	3,0

При беспривязном содержании скота торф в животноводческие помещения закладывают летом. Первый раз торфяную сфагновую крошку засыпают слоем 15—20 см, расход ее на одну

голову крупного рогатого скота составляет 150—200 кг для взрослых животных и 75—100 кг — для молодняка. Этот слой желательно прикрыть соломой. Через 7—10 дней на старый слой стелют новый, а затем торф вносят через каждые 3—4 дня, добавляя немного соломы. За стойловый период расходуют до 2 т такого торфа в расчете на одну корову.

Если вместо сфагновой применяют фрезерную крошку низинного или переходного торфа 20—25 %-ной степени разложения, то ее рассыпают более толстым слоем (30—40 см). Расход торфа на одну голову крупного рогатого скота увеличивается до 300—400 кг для взрослых животных и до 150—200 кг — для молодняка. Последующие слои торфа добавляют так же, как и сфагновую крошку. За стойловый период расходуют до 4 т фрезерной крошки на одну корову. На фермах с привязным содержанием скота потребность в подстилочном материале вдвое меньше, чем при беспривязном.

В свинарниках при крупногрупповом содержании откормочных свиней торф стелют ровным слоем из расчета 10—20 кг на одну голову. После загрязнения (через 3—4 дня) на этот слой кладут свежую подстилку такой же толщины. Накапливать более толстый слой не рекомендуется, так как торф сильно нагревается (до 35°C), отчего свиньи становятся малоподвижными, теряют аппетит, простуживаются. Через 6—7 дней торф полностью заменяют.

В птичниках торфяную крошку насыпают слоем 10—12 см. Через 15—20 дней торф рыхлят, а через 30—40 дней меняют. Расход мохового сфагнового торфа со степенью разложения 10—15 % и влажностью 40—50 % на одну курицу-несушку составляет в сутки 20—40 г. Торф с большей степенью разложения использовать для подстилки курам не рекомендуется.

Для цыплят в качестве подстилки применяют моховой сфагновый торф (верхового или переходного типа) со степенью разложения 20—25 % из расчета 40—50 г на одну голову в сутки или низинный торф со степенью разложения 25—30 % при норме расхода 100—200 г в сутки. Навоз из птичников убирают 1—2 раза в год.

Торфяную подстилку используют и в механизированных широкогабаритных птичниках. При этом содержимое поместных коробов рекомендуется раз в 5—7 дней посыпать двойным суперфосфатом из расчета 200—400 г на 1 м². Целесообразно также добавлять в подстилку порошковидный суперфосфат, но не более 5 % от ее массы.

Калининским филиалом ВНИИТП разработана технология приготовления прессованной плиточной торфяной подстилки. Она обладает повышенной объемной массой (0,5—0,7 т/м³) и низкой влажностью (25—30 %). Размеры плиты — 28×28×6 см. По мере

использования плиты разрыхляются. Рыхлая поверхность полностью поглощает выделения птиц. Роясь в подстилке, куры рыхлят ее и перемешивают. Плиточную подстилку используют в птичниках без замены в течение года. Такая подстилка так же, как и торфяная крошка, положительно влияет на микроклимат в птичнике.

При беспривязном содержании скота торфяной навоз убирают 1—2 раза в год и вывозят самосвалами непосредственно в поле.

При стойловом содержании скота торфяной навоз убирают ежедневно и доставляют либо в поле, где складывают в штабеля массой 100 т, либо в прифермские навозохранилища. Его отправляют также на площадки компостирования. Площадка в поле, предназначенная для закладки штабеля, должна быть очищена от снега. Для поглощения навозной жижи на нее укладывают торф слоем 20—30 см. Сверху навоз также закрывают торфом.

ПТИЧИЙ ПОМЕТ

Птичий помет — органическое удобрение с высоким содержанием питательных веществ. Куриный помет как удобрение превосходит навоз. Помет гусей и уток более водянист; по содержанию питательных веществ и действию на урожай он близок к навозу.

Сырой помет обладает и неблагоприятными свойствами: имеет сильный зловонный запах; содержит большое количество семян сорняков, яиц и личинок гельминтов и мух, множество микроорганизмов, среди которых нередко возбудители опасных заболеваний.

Сразу после выделения мочевая и гиппуровая кислоты, входящие в состав экскрементов, подвергаются гидролитическому расщеплению под влиянием уробактерий с образованием в конечном счете углекислого аммония, который распадается на аммиак и углекислоту.

ВЫХОД ЭКСКРЕМЕНТОВ

Суточный выход экскрементов у взрослой птицы составляет в среднем: у курицы-несушки — 170—190 г, у мясных кур — 280—300, у бройлеров — 240—250, у индейки — 420—450, у гусей — 490—600, у уток — 250—420 г. Эти данные получены во Всесоюзном научно-исследовательском технологическом институте птицеводства (ВНИИТП) (табл. 112).

Выход птичьего помета и его химический состав на современных птицефабриках в значительной степени зависят от технологии содержания птицы, устройства поилок, способа удаления экскрементов и количества воды, попадающей в них из поилок.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Средний химический состав экскрементов птицы по данным, обобщенным Всесоюзным научно-исследовательским, конструкторским и проектно-технологическим институтом органических удобрений и торфа (ВНИПТИОУ), приведен в таблице 113.

**112. Суточный выход экскрементов от 1000 голов птицы
в зависимости от возраста
(по данным ВНИИТП)**

Вид птицы	Естественная влажность помета, %	Возраст птицы (недель) и выход помета, кг										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	22	23 и стар- ше
Яичные куры и цыплята	75	4	14	24	39	61	82	97	114	128	175	189
Мясные куры и цыплята	75	11	46	92	130	140	170	200	230	250	280	300
Бройлеры	76	10	45	90	135	144	182	240	250	—	—	—
Индейки, легкий кросс	76	30	93	124	182	224	260	280	310	320	350	378
Индейки, средний и тяжелый кросс	75	28	82	135	175	200	225	280	310	364	390	420
Гуси и гусята	83	50	140	280	330	360	390	440	450	480	490	490
Утки и утята	83	30	60	90	120	170	200	210	220	230	250	250

**113. Химический состав экскрементов птицы, % на сырое вещество
(по данным ВНИПТИОУ)**

Вид помета	Влаж- ность	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
Куриный	75	1,5 ±0,2	1,4 ±0,2	0,5 ±0,1	1,1 ±0,4
Утиный	83	0,6 ±0,1	0,8 ±0,3	0,3 ±0,1	1,0 ±0,2
Гусиный	83	0,5 ±0,2	0,5 ±0,1	0,8 ±0,1	0,6 ±0,1
Индюшинный	75	0,7 ±0,2	0,6 ±0,1	0,5 ±0,1	0,5 ±0,1

Азота и фосфора в курином помете намного больше, чем в навозе крупного рогатого скота и свиней. Их количество во многом зависит от рациона и способа содержания птицы (табл. 114).

При напольном содержании птицы на глубокой несменяемой подстилке (молодняк и маточное поголовье) получают подстилочный помет; при клеточном содержании кур-несушек на птице-фабриках — бесподстилочный.

ПОДСТИЛОЧНЫЙ ПОМЕТ

Подстилочный помет обладает невысокой влажностью, достаточной сыпучестью и может использоваться для удобрения как обычный навоз в дозах, рассчитанных по азоту. По данным ВИУА, при влажности 56% он содержит примерно 1,6% азота, 1,5 — фосфора и 0,9% калия.

114. Содержание питательных веществ в помете, %
(по данным НИИСХ ЦРНЗ, В. И. Малофеев, 1981)

Способ содержания	Сырой свежий помет				Сухая масса помета			
	влаж-ность	азот	фосфор	калий	влаж-ность	азот	фосфор	калий
Выгульное содержание кур-несушек	60,80	1,65	1,00	0,62	12,01	4,36	3,67	1,80
Клеточное содержание кур-несушек	65,70	1,50	0,87	0,58	10,80	5,43	4,54	2,20
Клеточное содержание кур при откорме	73,51	1,72	0,92	0,60	12,70	5,50	4,86	2,50
Клеточное содержание бройлеров	68,90	1,76	0,69	0,40	10,10	5,25	4,43	1,90

Выход свежего подстилочного помета определяют по сумме массы экскрементов и подстилки.

Для приготовления его используют различные влагоемкие материалы (торф, измельченная солома, опилки и т. п.). Влажность подстилочного торфа по РСТ РСФСР 734—85 должна быть не более 50%, других материалов — не более 30%. Для одной курицы требуется в сутки в среднем 100—150 г подстилки, для индейки, утки и гуся — 200—300 г.

Подстилку укладывают слоем 30—40 см. По мере загрязнения верхний слой подстилки перемешивают с нижним. Практикуют и другой способ применения подстилки: торф укладывают слоем 5—10 см и по мере его загрязнения добавляют свежий из расчета 150—200 г на одну голову в сутки.

Заменяется подстилка в помещениях для бройлеров через 2 с лишним месяца (при смене поголовья), для кур-несушек — через 3—4 месяца, для молодняка — через 4—4,5 месяца.

115. Состав различных видов подстилочного помета, % на сырое вещество
(данные БелНИИЗ)

Вид помета	Вода	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
С подстилкой из торфа	46	2,00	1,80	0,70
С подстилкой из опилок	23	2,05	1,80	0,80
С подстилкой из торфа и 20% опилок	31	1,81	2,32	0,93
С подстилкой из торфа и 20% соломы	35	2,33	1,79	0,70
С подстилкой из соломы	32	2,38	1,81	0,97

При напольном содержании птицы птицефабрика должна иметь площадки для хранения подстилки и подстилочного помета, ко-

торый укладывают в неуплотненные штабеля шириной 5—6 и высотой 2—2,5 м. Плотность подстилочного помета примерно 0,8 т/м³.

Химический состав подстилочного навоза приведен в таблице 115.

116. Влияние куриного помета на урожай зерновых культур, ц/га
(по данным Е. П. Ореховской, М. И. Зыриной, 1976)

Удобрение (норма на 1 га)	Урожай без удобрений и прибавки к нему по годам действия				Оплата 1 т помета прибавкой урожая зерна, ц з. е.
	кукуруза, 1-й год	ячмень, 2-й год	ячмень, 3-й год	в сумме за 3 года действия	
Без удобрения	50,4	29,4	27,8	107,6	—
Минеральные удобрения (N ₉₀ P ₉₀ K ₄₅)	14,7	3,3	3,6	21,6	—
Помет, 5 т (N ₅₄ P ₃₄ K ₄₃)	10,7	3,4	3,6	17,7	3,54
Помет, 10 т (N ₁₀₈ P ₆₈ K ₈₆)	14,2	4,2	3,8	22,2	2,22

По действию на урожайность культур питательные вещества сырого куриного помета почти не уступают равному количеству питательных веществ минеральных удобрений (табл. 116).

БЕСПОДСТИЛОЧНЫЙ ПОМЕТ

Получают при содержании птицы на сетчатых или планчатых полах и при клеточном содержании в птичниках, оборудованных транспортерами ТСН для удаления помета из помещения, а также желобковыми поилками и внутренней производственной канализацией для приема воды, поступающей из проточных желобковых поилок. При этой технологии не разбавленный водой помет за 8 ч временного хранения немного подсыхает. Влажность его снижается до 64—70%. Такой помет представляет собой липкую мажущуюся массу с неприятным запахом. Наибольшая липкость у помета к резине, дереву, бетону и асфальту. От подстилочного он отличается более высокой влажностью и повышенным содержанием азота, в особенности аммонийного, количество которого достигает 50% общего содержания азота. Этот помет после усушки в птичнике при влажности 64% содержит 2,10% азота, в том числе 0,52 — аммиачного, 1,44 — фосфора и 0,64% калия.

На птицефабриках при содержании кур-несушек в клетках за счет потерь воды из поилок влажность помета повышается до 80—85% и более. В результате этого масса помета резко увеличивается, а количество в нем питательных веществ снижается пропорционально уменьшению содержания сухого вещества.

Химический состав сухого вещества помета. Свежий куриный помет содержит в расчете на сухое вещество: сырого протеина 30,2—35,6 %, сырой клетчатки — 12,3—14,3, безазотистых экстрактивных веществ — 30,0—37,6, жира — 3,4—5 и золы 11,5—16,6 %.

Бесподстилочный куриный помет используют для приготовления компостов, для внесения в почву в сыром виде и для термической сушки.

Жидкий помет получают при клеточном содержании птицы в помещениях, оборудованных микрочашечными и ниппельными поилками, которые теряют много воды, а также в птичниках с проточными желобковыми поилками. Такой помет транспортируют и вносят в почву с помощью цистерн-разбрасывателей; компостировать или сушить его нецелесообразно.

Выход жидкого бесподстилочного помета (экскременты + вода) определяют по формуле:

$$M_{\text{ж}} = M_{\text{э}} \cdot \frac{C_{\text{э}}}{C_{\text{п}}},$$

где $M_{\text{э}}$ — масса экскрементов, т; $C_{\text{э}}$ — сухое вещество экскрементов, %; $C_{\text{п}}$ — сухое вещество помета, %.

Хранение помета. Из-за высокой влажности сырой помет невозможно уложить в штабель, поэтому его хранят в помехранилищах. В процессе хранения сырой помет сильно разогревается, что усиливает потери азота в виде газообразного аммиака: за 6 месяцев хранения потери достигают 50 % и более.

Для уменьшения потерь азота при хранении помет компостируют с различными влагоемкими материалами, фосфоритной мукой, суперфосфатом, фосфогипсом или сушат в сушилах барабанного типа.

ТЕРМИЧЕСКИ ВЫСУШЕННЫЙ ПОМЕТ

На птицефабриках при содержании птицы в клеточных батареях для сохранения питательных веществ помета, улучшения его физико-механических свойств применяют термическую сушку экскрементов при температуре теплоносителя 600—800 °С. Затраты энергии на термическую сушку не разбавленного водой куриного помета для производства 1 т НРК в составе высушенного помета обычно не больше, чем на производство 1 т питательных веществ минеральных удобрений при эквивалентном соотношении $N : P : K$.

Термически высушенный помет при влажности около 20 % хранится без разогревания. При высушивании до такой влажности масса его уменьшается по сравнению с исходной примерно в 3 раза. Непродолжительное действие на помет высокой темпера-

туры не вызывает потерь питательных веществ. Поэтому термически высушенный помет содержит питательных веществ почти в 3 раза больше, чем сырой (табл. 117).

117. Влияние термической обработки на химический состав куриного помета на птицефабриках Московской области, % на сырое вещество
(по данным ВИАУ, В. Ф. Ефремов, Н. А. Слизовская, 1976)

Вид помета и место отбора образцов	Количество образцов	Влажность, %	Азот		Фосфор	Калий
			общий	аммиачный		
Сырой помет (Глебовская, Щелковская, Братцевская, Михневская птицефабрики)	7	67	2,00	0,40	1,42	0,64
Сухой помет (Глебовская птицефабрика)	7	20	4,87	—	2,76	1,61
Сырой помет (Томилинская птицефабрика)	16	62	2,08	0,58	1,44	0,65
Сухой помет (Томилинская птицефабрика)	16	10	4,74	0,38	3,47	1,63

Единственным источником потерь азота из сырого помета служит содержащийся в нем аммиачный азот, который при термической сушке быстро улетучивается. Поэтому сушить свежий помет надо сразу после удаления из клеточных батарей, т. е. в самом начале процесса аммонификации белкового азота, когда еще не накопилось большое количество аммиака. Тогда потери азота при сушке не превысят 5 %.

118. Потери органического вещества и азота из термически высушенного куриного помета за 6 месяцев хранения, %
(по данным В. Ф. Ефремова, Н. А. Слизовской, 1976)

Условия хранения помета	Влажность помета, %		
	12,6—13,9	22—23	24—26,8

Потери органического вещества

Полиэтиленовые мешки	5,0	8,8	4,0
Бумажные мешки	6,2	10,8	5,5
Открытый штабель	7,0	4,6	3,6

Потери азота

Полиэтиленовые мешки	4,4	4,6	1,9
Бумажные мешки	1,5	7,9	2,4
Открытый штабель	5,2	3,3	6,2

При хранении термически высушенного помета потери органического вещества и азота незначительны; их размеры зависят от условий хранения (табл. 118).

ПРИМЕНЕНИЕ ПОМЕТА

Термическая сушка помета позволяет существенно улучшить технологию его применения. Не снижая удобрительных свойств, она превращает его в обеззараженное высококонцентрированное быстродействующее органическое удобрение с благоприятными физическими свойствами, лишенное зловонного запаха и всхожих семян сорняков.

Помет, высушенный в барабанных сушилках, без дополнительной обработки превращается в сыпучее гранулированное удобрение. Такой помет на 56 % представлен фракцией 1—5 мм и на 35 % — фракцией более 5 мм. Содержание пылящей фракции (менее 1 мм) не превышает 9 %.

По действию на урожай термически высушенный помет почти не уступает минеральным удобрениям (табл. 119).

119. Влияние термически высушенного куриного помета на урожайность сахарной свеклы, ц/га
(по данным М. Н. Агафонова, 1983)

Вариант	Урожайность					Прибавка урожая
	1977 г.	1978 г.	1979 г.	1980 г.	средняя	
$N_{15}P_{15}K_{10}$ в ряд- ки — фон	324	317	236	321	299	—
Фон+помет, 4 т/га	472	451	377	459	439	140
Фон+NPK, экви- валентно 4 т по- мета	515	460	372	461	452	153

В исследованиях НИИ сельского хозяйства центральных районов Нечерноземной зоны (НИИСХ ЦРНЗ) навоз (30 т/га) за 2 года действия повысил урожай зерна на 6,6 ц/га, а термически высушенный куриный помет (3—4 т/га) — на 12,1 ц/га.

В зоне дерново-подзолистых почв эффективно применение 2—4 т/га высушенного помета в сочетании с минеральными удобрениями, вносимыми с учетом потребности растений в азоте, фосфоре и калии и содержания их в помете.

В многолетнем полевом опыте ВИУА на Центральной опытной станции в Барыбино Московской области ежегодно под все культуры (за исключением клевера) вносили три нормы сухого куриного помета отдельно и в сочетании с минеральными удобрениями. Одна норма помета (2,5 т в среднем на 1 га в год) содержала азота 90 кг. Под свеклу вносили 3,75 т помета, кукурузу — 2,5 и под ячмень — 1,7 т. Результаты этого опыта представлены в таблице 120.

С увеличением нормы помета в 2 и 3 раза урожайность культур возрастала. Наиболее отзывчивой на удобрение была кормовая свекла. При сочетании помета с минеральными туками продолжался дальнейший рост урожайности. Внесенные под все предшествующие культуры удобрения не оказали положительного последействия на урожайность клевера. Питательные вещества термически высушенного птичьего помета хорошо усваиваются растениями. Коэффициенты использования азота, фосфора и калия культурами севооборота достигают соответственно 60, 30 и 90% от внесенного количества.

120. Урожайность кормовых культур при внесении сухого помета отдельно и в сочетании с минеральными удобрениями, ц/га
(В. Ф. Ефремов, Н. В. Скороходова, 1983)

Удобрение	Кукуруза (зеленая масса)		Кормовая свекла (корни)	Ячмень (зерно)	Клевер (сено)	Среднегодовая урожайность, корм. ед./га
	первый год воз- делывания	второй год воз- делывания				
Без удобрения	279	311	230	14,6	78,2	4330
Помет одна норма — 2,5 т	382	429	454	23,4	74,5	6190
Помет — 5 т (фон)	434	524	518	24,6	74,1	7040
Помет — 75 т	444	556	586	26,8	76,1	7560
Фон+Кодна норма	440	570	608	28,1	84,8	7730
Фон+Кодна норма	478	634	624	23,2	75,4	8010
Фон+РКодна норма	522	629	650	27,4	79,2	8460
Фон+РКдве нормы	506	653	689	28,7	77,4	8670

Как основное удобрение птичий помет используют в первую очередь под пропашные культуры. Сырой куриный помет применяют из расчета 6—8 т/га под зерновые и 10—13 т/га под пропашные культуры, термически высушенный — соответственно 3—4 и 5—6 т/га, торфопометный компост — 12—15 и 20—25 т/га.

В связи с низким содержанием калия в курином помете его дополняют калийными удобрениями, в особенности на легких песчаных и супесчаных почвах при использовании под культуры, требовательные к этому элементу питания.

При норме 2—5 т/га высушенный куриный помет разбрасывают по полю машинами типа РУМ-3. Для более высоких норм помета используют навозоразбрасыватели. Нормы внесения помета и торфопометного компоста под различные сельскохозяйственные культуры приведены в таблицах 121, 122.

По сравнению с пометом естественной влажности нормы внесения жидкого помета под культуры увеличивают во столько раз, во сколько экскременты разбавлены водой.

121. Примерные нормы помета и компостов под сельскохозяйственные культуры на дерново-подзолистых почвах Нечерноземной зоны, т/га (по данным БелНИИЗ, НИИСХ ЦРНЗ, ВИУА, ВНИПТИОУ, НИИКХ)

Культура	Помет			Торфопо- метный компост
	сухой	естественной влажности	подсти- лочный	
Озимые зерновые	3—4	13—15	10—15	20—25
Яровые зерновые	3	8—10	10—15	20—25
Картофель	4—5	15—20	20—25	40—50
Кукуруза на силос	—	—	15—20	40—60
Кормовые корнеплоды	—	—	—	30—50
Кормовая капуста	—	—	—	40—60
Овощные культуры	6—8	20—25	20—25	40—60
Однолетние травы	—	—	12—15	20—30
Многолетние травы	5—8	10—15	—	—
Сенокосы и пастбища	—	15—20	—	—

122. Примерные нормы помета и компостов под сельскохозяйственные культуры на серых лесных и черноземных почвах лесостепной зоны, т/га (по данным УНИИП, УкрНИИЗ и Харьковского СХИ)

Культура	Помет			Торфопо- метный компост
	сухой	естественной влажности	подсти- лочный	
Зерновые	2—5	5—7	6—8	10—15
Картофель	2—4	7—12	10—15	20—25
Кукуруза на зерно и силос	6—10	7—12	10—15	20—25
Сахарная свекла	5—8	7—12	10—15	20—25
Кормовые корнеплоды	5—8	7—12	20—15	20—25
Технические	5—8	10—12	12—15	20—25
Овощные	5—8	10—12	10—15	30—40
Однолетние травы на зеленый корм	—	5—8	8—10	10—15
Чистый пар	—	5—8	7—10	15—20

ОРГАНИЧЕСКИЕ ОТХОДЫ КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Почти все органические отходы промышленности и коммунального хозяйства содержат основные макро- и микроэлементы, необходимые для питания растений. Чем больше этих макроэлементов в отходах, тем выше ценность приготовленных из них удобрений. Однако применение отходов, содержащих значительное количество микроэлементов, особенно тяжелых металлов, ограничивается рядом требований. Например, такие тяжелые металлы, как кобальт, хром, медь, никель и цинк, относятся к микроэлементам, необходимым для роста и развития растений. Негативное действие их проявляется только при внесении в почву в избыточном количестве.

Кадмий, свинец, ртуть, обладающие способностью постепенно накапливаться в организме человека и животных, представляют опасность даже при невысоких концентрациях в почве. В большей степени отрицательное действие тяжелых металлов проявляется на песчаных, супесчаных и легкосуглинистых почвах. При удобрении более богатых гумусом тяжелосуглинистых и среднесуглинистых почв с высокой поглощательной способностью тяжелые металлы в значительной мере закрепляются в почвенном поглощающем комплексе, связываются органическим веществом с образованием металлоорганических соединений (хелатов) и становятся менее доступными для растений.

ДОПУСТИМЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ

В зависимости от механического состава и гумусированности почвы величину допустимой добавки вредных примесей, согласно рекомендациям Минсельхоза РСФСР (М., Россельхозиздат, 1982), уменьшают на понижающий коэффициент (табл. 123).

Известкование также уменьшает поступление тяжелых металлов в растения. Предельно допустимые концентрации ПДК тяжелых металлов в почве рассчитывают по так называемому цинковому эквиваленту. Токсичность меди для растений в 2 раза, а никеля — в 8 раз больше, чем цинка. Опасность для роста и раз-

вития растений возникает при суммарном накоплении в почве тяжелых металлов более 250 мг/кг (в пересчете на цинковый эквивалент).

123. Понижающие коэффициенты к величине допустимой добавки вредных примесей в почву

Содержание гумуса, %	Механический состав почвы		
	песок	супесь	суглинок
0,5—1,0	0,6	0,6	—
1,0—2,0	—	0,7	0,8
2,0—3,0	—	—	0,9

По данным Института общей и коммунальной гигиены имени А. Н. Сысина, ПДК тяжелых металлов в почве следующие (г/т): для хрома шестивалентного — 0,05, мышьяка — 2, ртути — 2,1, кадмия — 5, свинца — 32 и никеля — 50.

С учетом ПДК и фоновое содержания при общем сроке внесения органических удобрений из отходов на один и тот же участок в течение 50 лет и частоте 1 раз в 5 лет величину общего допустимого поступления в почву вредных примесей определяют по формуле:

$$V_{\text{общ}} = (\text{ПДК} - \Phi) \cdot 3000,$$

где Φ — фоновое содержание элемента в почве, г/т; 3000 — масса 20-сантиметрового слоя почвы, т/га.

Среднюю ежегодную норму внесения удобрения в почву ($D_{\text{ср}}$, т/га сухого вещества) определяют по формуле:

$$D_{\text{ср}} = \frac{V_{\text{общ}}}{50 \cdot K_{\text{ос}}},$$

где 50 — максимальный общий срок внесения удобрений на один и тот же участок, лет; $K_{\text{ос}}$ — концентрация элемента в осадке, г/т сухого вещества удобрения.

Максимальная разовая доза внесения удобрений ($D_{\text{макс}}$) не должна превышать пяти среднегодовых норм ($5 D_{\text{ср}}$). Например, при ПДК мышьяка 2 г/т почвы и чистом фоне по этому элементу величина общего допустимого поступления его в почву будет равна:

$$V_{\text{общ}} = (2 - 0) \cdot 3000 = 6000 \text{ г/га.}$$

Тогда при содержании мышьяка в удобрении, например, 8 г/т среднегодовая норма внесения его в почву составит:

$$D_{\text{ср}} = \frac{6000}{50 \cdot 8} = 15 \text{ т, а } 5 D_{\text{ср}} = 15 \text{ т} \cdot 5 = 75 \text{ т.}$$

Таким образом, максимальная разовая доза внесения должна ограничиваться 75 т/га удобрения, содержащими 600 г мышьяка ($75 \text{ т} \cdot 8 \text{ г/т} = 600$).

Но максимально допустимая разовая доза внесения дополнительно ограничивается еще максимальной среднегодовой нормой азота, равной 200 кг/га. Например, при содержании в удобрении из отходов общего азота 3%, или 30 кг/т абсолютно сухого вещества, максимальная доза удобрения по азоту будет ограничиваться 7 т ($D_{\text{макс}} = 200 : 30 \approx 7$) на сухое вещество. В данном случае, когда в удобрении из органических отходов из тяжелых металлов был только мышьяк, фактором, ограничивающим разовую дозу внесения удобрения в почву, оказался азот. Однако этот расчет весьма условный, так как в органических отходах промышленности и коммунального хозяйства содержится обычно несколько видов тяжелых металлов. Поэтому необходимо прежде пересчитать содержание их на цинковый эквивалент, а затем выполнить приведенный расчет. В связи со сложностью расчетов, непостоянством содержания в отходах тяжелых металлов, а также опасностью внесения в почву недопустимо большого количества токсических веществ необходима особая осторожность в выборе удобряемых культур.

ОСАДКИ СТОЧНЫХ ВОД

Из всех отходов промышленности и коммунального хозяйства наибольшее значение имеют осадки сточных вод, городской мусор и отходы промышленности.

По расчетам Академии коммунального хозяйства имени К. Д. Памфилова, количество осадков на станциях аэрации достигнет к 1990 г. примерно 9—10 млн. т (в расчете на сухое вещество). По содержанию сухого вещества, основных элементов питания растений и удобрительной ценности такое количество осадка равноценно примерно 50 млн. т навоза.

На очистных сооружениях городов и крупных населенных пунктов количество осадка составляет обычно 0,5—1% объема очищаемых сточных вод. Свежий осадок, получаемый после механической очистки в первичных отстойниках, имеет влажность 92—95%. В связи с высокой бактериальной загрязненностью и большой влажностью его обеззараживают, а затем обезвоживают.

Обеззараживание осуществляют при температуре 56—58°C путем сбраживания массы в метантенках, куда подают осадок из первичных отстойников и избыточный активный ил в отношении 1:1. Обезвоживают осадок тремя способами. На иловых площадках он подсушивается до влажности 60—80% в результате фильтрации и испарения влаги. При этом объем его уменьшается

в 2—10 раз. Для механического обезвоживания используют вакуум-фильтры, из которых выходит осадок влажностью около 80 %.

На некоторых станциях аэрации производительностью от 30 до 100 тыс. м³ сточных вод в сутки осадки центрифугируют, а затем полученный осадок влажностью около 80 % сушат при температуре теплоносителя 700 °С с прогреванием частиц осадка до 70—100 °С. При большей мощности станций вместо центрифугирования применяют обезвоживание осадков на вакуум-фильтрах. В этом случае добавляют хлорное железо (3—5 %) и известь в количестве 10—15 % сухой массы осадка для коагуляции взвешенных коллоидных частиц. Для экономии топлива осадок сушат обычно до 40 %-ной влажности. Получается термически высушенный осадок (ТВО) — сыпучая незагнивающая обеззараженная масса с благоприятными физико-механическими свойствами для применения в качестве органического удобрения. Осадки городских сточных вод после механического обезвоживания, метанового сбраживания или термической сушки можно считать обеззараженными от личинок и яиц мух, гельминтов и неспоровых микроорганизмов.

Химический состав осадков подвержен чрезвычайно большим колебаниям по содержанию макро- и особенно микроэлементов и находится в большой зависимости от технологии производства и состава очищаемых сточных вод. Поэтому на каждую партию получаемого осадка следует требовать паспорт с указанием в нем типа осадка, его количества, влажности, содержания органического вещества, азота, фосфора, калия, кальция и магния, гранулометрического состава, санитарных показателей, а также наличия особо вредных тяжелых металлов — шестивалентного хрома, ртути, мышьяка, кадмия, свинца и никеля. Агрохимическая служба контролирует качество осадка, отпускаемого потребителю.

124. Состав осадков сточных вод
(по данным Люберецкой станции аэрации),
% на абсолютно сухое вещество

Осадок	Азот (N)		Фосфор (P ₂ O ₅)	Калий (K ₂ O)	Кальций (CaO)	Магний (MgO)
	общий	подвижный				
Сброженный	3,07	0,27	2,33	0,210	3,48	—
Сброженный с активным илом	3,93	0,70	3,70	0,180	3,29	0,95
Термически высушенный	1,96	—	3,92	0,007	5,21	5,81

Ориентировочные данные о содержании основных макроэлементов в осадках коммунально-бытовых и промышленных сточных вод приведены в таблице 124.

Количество органического вещества в сыром осадке в расчете на сухое вещество достигает 75%. Оно состоит главным образом из протеинов, углеводов, жиров, лигнина и бактерий.

Термическая сушка осадка приводит к большим потерям азота, так как почти полностью улетучивается аммиак. Для сокращения потерь осадок надо сушить сразу же после центрифугирования или обезвоживания на вакуум-фильтрах, т. е. еще до возникновения, а точнее в самом начале возникновения интенсивного процесса аммонификации белкового азота. При термической сушке хранившегося осадка потери азота резко увеличиваются, возникает необходимость в дополнение к осадку вносить в почву азот минеральных удобрений.

Термически высушенный осадок (ТВО) — своеобразное органо-минеральное удобрение, в котором в отличие от сброженного осадка содержится большое количество железа, кальция и хлора. Поэтому он не может быть рекомендован в качестве удобрения под культуру, чувствительные к хлору и извести (картофель, табак).

Содержание основных элементов питания растений в ТВО сточных вод, по данным Центральной торфоболотной опытной станции и Академии коммунального хозяйства, приведено в таблице 125.

125. Содержание азота, фосфора и калия в ТВО,
% на сухое вещество

Элемент	Тип осадка			
	из первичных отстойников	активный ил	смесь осадка из отстойников и ила	сброженный
Азот	1,6—4,0	2,4—6,5	2,0—5,0	1,7—6,0
Фосфор (P_2O_5)	0,6—5,2	2,3—8,0	1,0—6,0	0,9—6,6
Калий (K_2O)	0,2—0,6	0,3—0,4	0,2—0,5	0,2—0,5

Осадки сточных вод как основное удобрение вносят осенью под зяблевую вспашку или весной под перепахку зяби или весной вспашку. Недостаток калия в осадках дополняют внесением в почву калийных удобрений. По действию на урожай питательные вещества ТВО в сочетании с калием минеральных удобрений почти не уступают равному количеству питательных веществ навоза (табл. 126).

Во втором звене севооборота увеличение норм ТВО с 15 до 60 т/га сопровождалось значительным увеличением сбора кормовых единиц. В первом же звене при повышении нормы ТВО с 15 до 30 т сбор кормовых единиц увеличился; при дальнейшем повышении нормы до 60 т/га прибавка снизилась до 669 корм. ед/га. Такое действие ТВО объясняется тем, что пше-

ница и ячмень положительно реагируют на кальций и не так чувствительны к повышенному содержанию хлора в ТВО. Картофель же отрицательно реагирует на повышенное содержание кальция и хлора. Подтверждением этому служит также более высокая эффективность торфяного навоза в звене севооборота с картофелем и более низкая во втором звене.

126. Влияние ТВО на сбор кормовых единиц в звене севооборота
(данные Центральной торфоболотной опытной станции)

Удобрение, норма, т/га	Картофель—ячмень (первое звено)		Озимая пшеница—ячмень (второе звено)	
	сбор, прибавка (+)	оплата 1 т удобрения прибавкой	сбор, прибавка (+)	оплата 1 т удобрения прибавкой
Без удобрения — контроль ТВО:	3240	—	3200	—
15	+490	66	+740	98
30	+860	58	+1130	76
60	+660	22	+1550	52
Торфяной навоз:				
15	+620	82	+560	74
30	+960	60	+610	40
60	+1200	40	+970	32

Следует отметить, что вносить 30 и 60 т/га ТВО нельзя, так как с таким количеством в почву поступает необоснованно много азота — 500—1000 кг/га, а также тяжелых металлов, что может привести к опасным последствиям.

Поскольку осадки сточных вод могут содержать тяжелые металлы, нефтепродукты, моющие вещества и другие вредные примеси, их используют для удобрения только с разрешения местной санитарно-эпидемиологической службы. В первую очередь их следует применять для удобрения древесно-кустарниковой растительности, парков, газонов, а также лубяных и других культур, не идущих на корм и в пищу. Запрещается удобрять ими овощные культуры. Под остальные культуры осадки можно вносить лишь с разрешения санитарной службы и под контролем агрохимической службы.

ГОРОДСКОЙ МУСОР

Из отходов коммунального хозяйства второе место по объемам накопления и пригодности для производства компостов занимают бытовые отходы (городской мусор). В городах нашей страны их накапливается ежегодно примерно 20 млн. т. В перспективе выход их, по данным Академии коммунального хозяйства, составит

около 30 млн. т. Состоят они в основном из кухонных отходов (30—40 %) и бумаги (20—30 %).

Уборка и обеззараживание бытового мусора из городов и крупных населенных пунктов — коммунальная и санитарная проблема, которая решается по-разному в основном тремя способами: обеззараживанием на свалках, сжиганием, биотермическим обеззараживанием при производстве компостов на заводских установках.

Обеззараживание мусора путем длительного компостирования на свалках хотя и является наиболее распространенным способом, однако санитарная служба считает его неперспективным из-за зловония и опасности распространения инфекций и инвазий. Обеззараженный на свалках прокомпостированный мусор без удаления примесей непригоден для удобрения, так как применение его приводит к сильному засорению полей металлом, битым стеклом, кирпичом, пластиками, полиэтиленовой пленкой и другими отходами.

В связи с возрастающими требованиями к охране окружающей среды и ростом накопления в городах твердых бытовых отходов в отечественной и зарубежной практике все большее распространение получают промышленные методы биотермического обеззараживания и переработки отходов.

Компост заводского приготовления в расчете на сухое вещество содержит органических веществ 40—52 %, измельченного стекла с частицами размером не более 15 мм — 3 %, других балластных включений — 4 %. Химический состав компоста с Московского мусороперерабатывающего завода по сравнению с навозом низкого качества приведен в таблице 127.

127. Химический состав компоста заводского приготовления по сравнению с навозом (Петриченко, 1981)

Удобрение	Сухое вещество, %	Макроэлементы, % на сырое вещество				Микроэлементы, мг/кг абсолютно сухого вещества	
		N _{общ}	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	Pb	Zn
Компост	70,5	0,8	0,5	0,4	3,6	101	740
Навоз крупного рогатого скота	39,9	0,5	0,3	0,6	0,5	4	100

Компост заводского приготовления характеризуется низким содержанием аммонийного азота (не более 0,05 %) и очень широким отношением C:N—NH₄ (около 500) — примерно в 5 раз большим, чем в навозе. Поэтому азот компоста по действию на урожай уступает азоту навоза (Петриченко, 1981).

Из-за высокого содержания свинца и цинка использовать компост целесообразно лишь для удобрения парков, газонов, а также лубяных и других культур, не используемых на корм животным и в пищу. Применять компосты из твердых бытовых отходов для удобрения овощных культур запрещается. Под остальные культуры его можно вносить только с разрешения санитарной службы и под контролем агрохимической службы.

Промышленное производство компостов из твердых бытовых отходов и применение их для удобрения находят все более широкое распространение за рубежом. В Чехословакии действует более 20 компостных заводов, во Франции — более 40 сооружений ускоренного механизированного обеззараживания мусора, в Италии — 12, в Швейцарии — 25.

В нашей стране работают мусороперерабатывающие заводы в Москве, Ленинграде и ряде других крупных городов.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ОТХОДЫ

В промышленности получают разнообразные органические отходы, часть которых может быть использована на удобрение. Из-за небольших объемов производства и низкого содержания питательных веществ большинство из них имеет местное значение, так как доступно в основном колхозам и совхозам, расположенным недалеко от фабрик и заводов.

Все органические отходы промышленности, используемые на удобрения, можно разделить в основном на три группы.

1. *Отходы, требующие компостирования.* К этой группе относятся отходы, опасные в санитарно-гельминтологическом, энтомологическом и фитосанитарном отношении. В эту группу входят каныга (отход боев), отходы от пера, пуха, шелуха семян масличных культур, клюквенный и яблочный жмыхи, выжимки из винограда, винные осадки.

2. *Отходы, требующие заблаговременного внесения в почву.* К числу этих отходов относится мякоть и мезга, шрот из виноградных зерен, отходы щетинных фабрик, подметы шерстяных цехов, срезы от фетровых изделий, шерстяные отходы и шерстяная пыль. Как правило, это отходы с широким отношением углерода к аммонийному азоту ($C:N-NH_4$). При внесении их в почву перед посевом наблюдается временное биологическое закрепление доступного азота почвы микроорганизмами, что приводит к азотному голоданию растений и даже снижению урожайности. Поэтому их применяют задолго до посева — под вспашку черного пара и под зябь, а перед посевом вносят в почву азотные удобрения.

3. *Отходы, пригодные для удобрения без ограничений.* К этой группе относятся свиной и говяжий шлам (отходы боен), сырые рыбные отходы, мездра, отходы клейтукового производства, роговая и галалитовая стружка, шелковичная куколка, шелковый пух, экскременты шелковичных червей, табачная и махорочная пыль, табачные листья после извлечения никотина, клещевинный шрот, клещевинный, хлопковый, рыжиковый, рапсовый, сурепный жмыхи.

Содержание основных элементов питания растений и рекомендуемые нормы внесения промышленных отходов в почву приведены в таблице 128.

128. Состав и нормы внесения промышленных отходов (по данным, обобщенным С. П. Гусевым)

Вид отхода	Содержание, %				Вид удобрения по содержанию питательных элементов	Норма, т/га
	воды	азота (N)	фосфора (P ₂ O ₅)	калия (K ₂ O)		
1	2	3	4	5	6	7

Отходы, требующие компостирования

Каньга	85—50	0,3	0,9	0,40	Полное	20—40
Отходы от пера и пуха	85—50	6,7	—	—	Азотное	4*
Шелуха семян масличных культур	85—50	0,7	0,3	—	»	30*
Клюквенный жмых	Воздушно-сухой	1,1	—	—	»	20*
Яблочный жмых	То же	1,6	—	—	»	15*
Выжимки из винограда	Воздушно-сухие	0,8	—	—	»	25*
Винные осадки	То же	3,9	0,8	3,80	Азотно-калийное	8*

Отходы, требующие заблаговременного внесения в почву

Мякоть и мезга сырая	Воздушно-сухая	0,2	0,3	0,07	Азотно-фосфорное	20
Шрот из виноградных зерен	Воздушно-сухой	1,7	0,2	—	То же	3—6
Шерстяные отходы и шерстяная пыль	Воздушно-сухие	8,0	—	—	»	1—2
Подметы шерстяных цехов	То же	3,7	—	—	»	2—4
Срезы от фетровых изделий	»	8,0	—	—	»	0,6—1,2
Отходы щетинных фабрик	»	2,7	—	—	»	2—4

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7
Отходы, пригодные для удобрения без ограничений						
Шлям:						
свиной	92,2	0,8	—	—	Азотно-фосфорное	6—12
говяжий	86,2	1,6	—	—	То же	3—6
сухой	Воздушно-сухой	11,7	—	—	»	0,4—0,8
Рыбные отходы сырые	—	2,5	2	—	»	6—12
Отходы клейтукового производства	61	1,9	—	—	»	2,5—5
Мездра	Сырая	2,0	—	—	»	2—4
»	Воздушно-сухая	6,0	0,3	—	»	0,7—1,5
Роговая стружка	Воздушно-сухая	14,0	1,0	—	Азотное	0,3—0,6
Галалитовая стружка	То же	12,6	3,1	—	В основном азотное	0,4—0,8
Шелковичная куколка	»	12,1	2,3	—	То же	0,4—0,8
Шелковый пух	Воздушно-сухой	11,7	—	—	»	0,4—0,8
Экскременты шелковичных червей	Воздушно-сухие	2,8	0,5	3,20	Полное	2—4
Табачная пыль	8,4	2,4	0,4	3,00	Азотно-калийное и частично фосфорное	2—4
Махорочная пыль	11,0	2,6	0,9	2,50	То же	2—4
Табачные листья после извлечения никотина	43,9	1,9	—	—	Азотное	3—6
Клещевинный шрот	Воздушно-сухой	7,1	2,2	1,20	В основном азотное	0,6—1,2
Жмых клещевинный	То же	5,7	1,7	1,00	То же	0,7—1,4
Жмых:						
хлопковый	Воздушно-сухой	7,4	2,6	1,50	В основном азотное	0,6—1,2
рыжиковый	То же	4,5	2,0	1,20	То же	1—2
рапсовый	»	5,1	2,1	1,20	»	1—2
сурепный	»	4,6	2,6	—	»	1—2

* Дополнена авторами.

Максимальные нормы рассчитаны, как правило, на внесение в почву в составе отходов примерно 80—100 кг общего азота. Удобрения до 6 т/га можно внести навозоразбрасывателями или в виде добавок к навозу и компостам.

КОМПОСТЫ

Компостирование — биотермический процесс минерализации и гумификации органических веществ, происходящий в аэробных условиях под воздействием микроорганизмов, в основном теплолюбивых (термофильных). При компостировании органические отходы разогреваются до температуры 60°C , что губительно влияет на личинки и куколки мух, яйца гельминтов и болезнетворные неспорообразующие микроорганизмы.

Микробиологический процесс разложения органического вещества проходит две стадии. Сначала с ростом численности микроорганизмов температура компостируемой массы повышается до 40°C . На этой стадии в компосте усиленно размножаются мезофильные микроорганизмы (оптимальная температура их развития $25\text{--}30^{\circ}\text{C}$). Затем температура поднимается выше 40°C , что приводит к гибели мезофилов и размножению термофилов. Это самая важная стадия компостирования, во время которой окислительные процессы достигают наибольшей интенсивности; затем температура массы постепенно снижается, и процесс затухает.

Обычно компост состоит из двух главных компонентов, неодинаковых по устойчивости к разложению микроорганизмами. Один из них (навоз, куриный помет, фекалии и т. п.) богат питательными веществами, микрофлорой и содержит значительное количество легкоразлагающихся азотсодержащих органических соединений, другой (торф, солома, опилки, кора, лигнин и т. п.) — беден питательными веществами и слабо разлагается без компостирования, однако обладает высокой влагоемкостью.

Компостирование навоза или помета с различными влагоемкими материалами не способствует повышению удобрительной ценности смеси компонентов и компоста. Наоборот, содержание доступных питательных веществ в компосте уменьшается по сравнению с таковым в навозе и помете из-за низкого содержания их во влагоемких материалах.

Несмотря на это компостирование становится необходимым, когда навоз или помет имеют неблагоприятные физико-механические свойства, неприятный запах, сильно засорены семенами сорняков, заражены яйцами и личинками гельминтов и неспоровыми патогенными микроорганизмами.

Полужидкий навоз и помет компостируют еще и в том случае, когда в хозяйстве недостаточно цистерн-разбрасывателей для транспортировки и внесения полужидких удобрений в почву. Полужидкий навоз и помет, как правило,— пастообразная липкая масса с крайне неблагоприятными физико-механическими свойствами. Они не поддаются укладке в штабель и вместе с этим плохо перекачиваются насосами.

Для улучшения технологических свойств и предотвращения потерь жидких экскрементов полужидкий навоз, помет, фекалии смешивают с влагоемкими материалами, взятыми в таком соотношении, чтобы влажность компостируемой массы составляла 70—75% и была оптимальной для биотермии. При более высокой влажности резко ухудшаются доступ воздуха в массу компоста и условия жизнедеятельности аэробных термофильных микроорганизмов. Поэтому температура внутри штабеля не поднимается до 56—60 °С, что не способствует гибели яиц и личинок гельминтов и мух, а также обеззараживанию компоста от неспоровых микроорганизмов, при этом семена многих сорняков сохраняют всхожесть.

Полный эффект обеззараживания не наступает и в том случае, когда температура внутри штабеля поднимается до 56—60 °С, так как у его поверхности она близка к температуре окружающего воздуха. Однако в результате биотермии зараженность и засоренность компоста резко уменьшаются.

Для получения компоста с оптимальной влажностью прежде всего определяют количество влагоемкого материала (торфа, соломы, опилок, измельченной коры, лигнина и др.) в расчете на 1 часть навоза (помета, фекалий и т. п.) по формуле:

$$K_T = \frac{(B_n - B_k)}{B_k - B_t},$$

где B_n — влажность навоза, %; B_k — влажность компоста, %; B_t — влажность торфа, %.

Например, для приготовления торфопометного компоста влажностью 70% из торфа влажностью 60% и куриного помета влажностью 90% на 1 часть помета потребуется торфа:

$$K_T = \frac{90 - 70}{70 - 60} = 2 \text{ части.}$$

Затем определяют возможное содержание в компосте питательных веществ для прогнозирования агроэкономической эффективности. При влажности помета 90% и содержании в нем общего

азота 0,6%, фосфора — 0,4 и калия 0,16%, а в низинном торфе при влажности 60% и содержании в нем азота общего 0,9%, фосфора и калия по 0,04% торфопометная смесь должна содержать (%):

$$N_{\text{общ}} = \frac{2 \text{ ч.} \cdot 0,9\% + 1 \text{ ч.} \cdot 0,6\%}{3 \text{ ч.}} = 0,8.$$

В том числе труднодоступного азота торфа 0,6% и азота помета 0,2%:

$$P_2O_5 = \frac{2 \text{ ч.} \cdot 0,04\% + 1 \text{ ч.} \cdot 0,4\%}{3 \text{ ч.}} = 0,16\%;$$

$$K_2O = \frac{2 \text{ ч.} \cdot 0,04\% + 1 \text{ ч.} \cdot 0,16\%}{3 \text{ ч.}} = 0,08\%.$$

В готовом торфопометном компосте в результате одинаковых средних потерь массы и азота при компостировании в размере 15% содержание азота не изменяется: $N_{\text{общ.}} = 0,8\% \cdot 0,85 : 0,85 = 0,8\%$.

При отсутствии потерь фосфора и калия и убыли 15% массы во время компостирования содержание фосфора и калия в компосте увеличится:

$$P_2O_5 = 0,16\% : 0,85 = 0,19\%;$$

$$K_2O = 0,08\% : 0,85 = 0,09\%.$$

При таком содержании общего фосфора и азота (в том числе 0,2% азота помета) торфопометный компост в сочетании с калийными удобрениями по действию на урожай несколько уступает равным нормам подстилочного навоза. Зато масса его увеличивается в 3 раза.

Для удовлетворения потребности растений в калии калийные удобрения вносят в почву дополнительно. Добавление их в компост не рекомендуется, так как они подавляют жизнедеятельность микроорганизмов и процесс компостирования.

Прогнозирование содержания в компосте питательных веществ расчетным путем вовсе не исключает необходимости полной агрохимической характеристики его как удобрения с помощью анализа в проектно-изыскательской станции химизации сельского хозяйства. С этой целью в компостах, равно как и в других органических удобрениях, определяют значение pH, содержание сухого вещества, золы, общего и аммиачного азота, фосфора, калия, отношение C : N, C : N—NH₄. При отношении в компосте C : N более 20 и C : N—NH₄ больше 80 в почву дополнительно вносят азотные удобрения (сверх потребности на запланированный урожай) с таким расчетом, чтобы эти отношения не превышали указанных величин. При соблюдении этого требования увеличиваются коэффи-

циенты использования фосфора и калия компостов, и растения не будут испытывать азотного голодания.

129. Технологическая карта на приготовление торфопометного компоста (Г: Н=2: 1)

Наименование работ	Объем работ, т	Коэффициент перевода в эталонные га	Объем работ в эталонных га	Себестоимость 1 эталонного га, руб.	Себестоимость выполненных работ, руб.
Штабелевание торфа на площадке компостирования бульдозером Д-535	240	0,018	4,32	5,20	22,46
Разравнивание торфа слоем 30—40 см бульдозером Д-535	240	0,018	4,32	5,20	22,46
Вывозка помета на слой торфа цистерной РЖТ-4 (самозагрузка) на расстояние до 0,5 км	120	0,026	3,12	5,20	16,22
Трехкратное перемешивание помета с торфом бороной БДТН-2,2	0,3 ***	1,250	0,38	5,20	1,95
Штабелевание смеси бульдозером Д-535	360	0,018	6,48	5,20	33,70
Погрузка компоста погрузчиком ПБ-35 (за вычетом 15% массы)	306	0,030	9,18	5,20	47,74
Стоимость помета 90%-ной влажности	120	x	x	0,45 *	0
Стоимость торфа франко-птицефабрика	240	x	x	0 **	0
Итого затрат	306	x	x	x	198,53
В том числе на 1 т	1	x	x	x	0,65

* Стоимость 1 т помета 90%-ной влажности.

** Стоимость торфа франко-птицефабрика принята равной нулю, так как эти затраты оплачиваются государством.

*** Объем работ, га.

Примерные операции по приготовлению торфопометного компоста, последовательность их выполнения и расчет его себестоимости приведены в таблице 129.

ВЛАГОЕМКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Химический состав влагоемких материалов, необходимых для определения соотношения компонентов в компосте, прогноза удобрительной ценности и себестоимости приготовления, приводится в таблице 130.

При содержании азота навоза, помета или фекалий не менее 0,2%, или 2 кг на 1 т компоста, затраты на его производство и

применение обычно окупаются стоимостью ежегодного дополнительного урожая основной и побочной продукции всех культур севооборота. По мере увеличения в компосте доли влагодееких материалов содержание в нем питательных веществ и эффективность применения уменьшаются. Во избежание потерь жидкой части экскрементов во время транспортировки от фермы до поля их смешивают с влагодееким материалом на площадке животно-водческой фермы.

**130. Химический состав влагодееких материалов, %
на сырое вещество (разные источники)**

Материал	Частей воды на 1 часть материала	Вода	Азот	Фосфор (P_2O_5)	Калий (K_2O)
Торф	5—7	60	0,9	0,04	0,04
Солома	2—3	14	0,5	0,20—0,26	0,90—1,00
Опилки	4	30	0,04	0,02	0,04
Измельченная ко- ра	2	50—60	0,20—0,80	0,05—0,10	0,07—0,30
Лигнин	3	60—70	0,15	0,02	0,02

ТОРФОНАВОЗНЫЕ КОМПСТЫ

При компостировании торфа с навозом устраняется его излишняя кислотность, создаются условия для активизации биологических процессов, ускоряется разложение торфа, благодаря чему несколько увеличивается количество подвижного, доступного растениям азота.

Торфонавозные компосты лучше всего готовить около животно-водческих помещений или в навозохранилище. Для компостирования с навозом пригодны все виды торфа, влажность которых не превышает 60 %.

Торфонавозный компост, укладываемый в штабель, уплотнять не рекомендуется. Рыхлая укладка ускоряет разложение органических веществ при минимальных потерях аммиачного азота навоза (поглощаемого торфом), при этом температура внутри штабеля быстрее поднимается до 60—65 °С. В таких условиях ускоряются разложение органического вещества и обеззараживание компоста.

Торфонавозные компосты готовят различными способами.

Послойный способ пригоден для любого времени года. В навозохранилище или на площадке в поле разгружают торф и бульдозером разравнивают его слоем 50 см. Затем разбрасывают навоз. Торф и навоз послойно укладывают в штабель шириной 3—4 м и высотой 2 м, длина его произвольная. Толщина слоя торфа и навоза зависит от соотношения их в компосте. При со-

отношении 1:1 она примерно одинакова. Штабель завершают слоем торфа.

Очаговый способ больше подходит для зимнего компостирования. На торфяную подушку разгружают навоз кучами в два ряда, располагая их в шахматном порядке на небольшом (1 м) расстоянии одна от другой. В промежутки между кучами засыпают торф, а затем бульдозером укладывают массу в бурты.

Площадочный способ применяют в летнее время. Для приготовления компоста на торфяную подушку слоем 25—30 см сгружают необходимое количество навоза и сразу разравнивают. Затем двух-трехкратным дискованием тяжелой дисковой бороной перемешивают навоз с торфом и смесь сгребают бульдозером в штабеля.

Во время компостирования необходимо следить за тем, чтобы влажность массы не падала ниже 60%, при ее снижении бурты поливают навозной жижей. В зависимости от степени разложения торфа торфонавозные компосты бывают готовы к употреблению через 3—4 месяца. В компост рекомендуется добавлять фосфоритную муку (1,5—2% от его массы), если вносить его будут навозоразбрасывателями.

По действию на урожай правильно приготовленные компосты с отношением навоза к торфу 1:1 несколько уступают навозу (табл. 131). С увеличением доли торфа эффективность их снижается.

131. Сравнительная эффективность одинаковых норм навоза и торфонавозных компостов
(по данным, обобщенным В. А. Васильевым, С. Ф. Полуниным)

Культура	Урожай без органических удобрений, ц/га	Прибавка урожая при внесении		
		навоза, ц/га	компоста	
			ц/га	% к навозу
Зерновые	17,3	7,9	7,5	95
Картофель	144	54	49	91

Сроки внесения. Наиболее целесообразно внесение компостов осенью под зяблевую вспашку или весной под перепахку зяби, в зимнее время по замерзшей зяби и снегу менее эффективно (табл. 132).

ТОРФОЖИЖЕВЫЕ КОМПОСТЫ

Такие компосты можно готовить в поле весной и летом. Для этого пригодны все виды торфа, за исключением торфа, содержащего более 5% СаО в расчете на сухое вещество.

132. Влияние 20 т торфонавозного компоста на урожай в зависимости от сроков внесения (по данным ВИАУ)

Срок внесения компоста	Урожай, ц/га			Всего получено, корм. ед/га
	картофель	ячмень	клевер	
Осенью под зябь	224,0	31,7	48,7	13 090
По незамерзшей зяби	221,0	30,4	46,2	12 730
По замерзшей зяби	214,9	31,8	48,5	12 820
По снегу	215,1	31,2	48,2	12 740
Весной под перепашку зяби	226,8	30,8	46,7	12 960
Без удобрения	186,4	27,5	44,1	11 210

При изготовлении торфожижевых компостов на каждую тонну торфа берут 1—3 т навозной жижи и 1,5—2% фосфоритной муки от массы компоста. Торф укладывают в два сплошных смежных вала с таким расчетом, чтобы между ними образовалось корыто-видное углубление. Толщина слоя в местах соприкосновения двух валов должна быть около 40—50 см. В углубление между валами сливают навозную жижу. После того как она поглотится торфом, массу сгребают бульдозером в штабеля, которые не уплотняют.

Торфожижевые компосты можно использовать сразу после смешивания компонентов.

ТОРФОФЕКАЛЬНЫЕ КОМПОСТЫ

Фекалии — быстродействующие органические удобрения, которые содержат 0,5—0,8% азота, 0,2—0,4 — фосфора и 0,3—0,4% калия. Фекалии из выгребных ям неканализованных населенных пунктов как с санитарной, так и с агрономической точки зрения лучше применять в составе компостов, которые можно готовить таким же способом, как и торфожижевые. Для приготовления компоста к 1 т низинного торфа влажностью 60% добавляют около 0,5 т фекалий, на 1 т верхового торфа — до 2 т фекалий. Необходимо, чтобы температура в компосте поднялась до 56—60°C. Торфофекальные компосты следует некоторое время выдерживать; лучше вносить их на второй год после закладки.

Норма внесения торфофекальных компостов при использовании в качестве основного удобрения под зерновые культуры — 15—20 т/га, под картофель, силосные и кормовые — 20—25 т/га. Не рекомендуется применять их под овощные культуры.

Торфофекальные компосты по действию на урожай превосходят навоз. Каждая тонна торфофекального компоста (при соот-

ношении в нем торфа и фекалий 2:1) по удобрительной ценности может быть приравнена примерно к 1,5 т навоза.

Фекалии используют также для изготовления различных сборных компостов из трудноразлагающихся материалов (отходы коммунальных и сельскохозяйственных предприятий).

Компосты из полужидкого навоза и торфа готовят таким же способом, как торфожижевые, при отношении торфа к навозу 1:1 и оптимальной влажности первого компонента до 60% и второго до 85—90%.

ТОРФОМИНЕРАЛЬНО-АММИАЧНЫЕ УДОБРЕНИЯ (ТМАУ)

Для приготовления ТМАУ используют низинный, переходный и верховой торф послойно-фрезерной добычи, а также минеральные удобрения.

Рекомендуемые нормы минеральных удобрений на 1 т торфа влажностью 55% составляют, кг:

	ТМАУ	
	обычные	концентрированные
Аммиачная вода (20,5% N)	20—30	40
Фосфоритная мука (21% P_2O_5)	10—15	30
Суперфосфат (19% P_2O_5)	10—15	20
Хлористый калий (60% K_2O)	6—10	20

Аммиачная вода как щелочь нейтрализует кислотность торфа и повышает содержание в нем подвижного органического вещества.

ТМАУ обычного состава и торфоаммиачные компосты (ТАУ) готовят в полевых условиях, а концентрированные (ТМАУЗ) — заводским способом. ТМАУ можно применять под все сельскохозяйственные культуры в нормах 10—20 т/га, ТАУ — 20—40 т/га.

133. Действие ТМАУ и минеральных удобрений на урожай (данные ВНИИТП)

Культура	Урожайность, ц/га		
	в контроле	по ТМАУ	по NPK
Картофель	152	221	199
Капуста	365	587	544
Корнеплоды	190	361	302
Кукуруза на силос	301	422	407
Кормовые бобы	193	283	260
Зерновые	16,5	22,3	20,4

Они повышают урожай по сравнению с входящими в их состав минеральными туками в среднем на 11% в год внесения и на 14% — на второй год, т. е. так же, как и торф при использовании его в чистом виде (табл. 133).

Еще меньше разница в действии на урожай ТМАУ и смеси компонентов, входящих в состав этого удобрения (табл. 134).

134. Влияние ТМАУ и смеси эквивалентных количеств торфа и минеральных удобрений на урожай картофеля (по данным, обобщенным В. А. Васильевым, С. Ф. Полуниным, 1977)

Удобрение (средняя норма на 1 га)	Урожай, ц/га	Прибавка урожая	
		ц/га	%
Контроль	147	—	—
ТМАУ, 21,5 т	223	76	52
НРК, эквивалентно ТМАУ	196	49	33
(НРК+торф), эквивалентно ТМАУ	215	68	46

На практике ТМАУ и ТАУ изготавливают и применяют при отсутствии емкостей для хранения аммиачной воды.

КОМПОСТЫ ИЗ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Приготовление компостов из бытовых отходов городов — один из резервов увеличения производства органических удобрений. Испытанный метод обеззараживания твердых бытовых отходов — биотермический. При повышении температуры до 60°C гибнут яйца и личинки гельминтов, насекомых и неспоровые микроорганизмы.

В настоящее время в связи с возрастающими требованиями к охране окружающей среды и ростом накопления в городах твердых бытовых отходов в отечественной и зарубежной практике все более широкое распространение получают промышленные методы биотермического обеззараживания отходов и изготовления из них компостов. Компост заводского приготовления в расчете на сухое вещество содержит (%): органического вещества — 40—52, азота — 1—1,3, фосфора (P_2O_5) — 0,7—0,8, калия (K_2O) — 0,4—0,6, стекла с размером частиц не более 15 мм — 3, посторонних включений — 4. Влажность такого компоста — 30—40%, рН 6—7,8.

Наряду с биогенными микроэлементами в компосте из твердых бытовых отходов имеется значительное количество тяжелых металлов.

По действию на урожай компост заводского приготовления не уступает навозу. Однако из-за высокого содержания в компосте тяжелых металлов (свинца и цинка) его применяют для удобре-

ния парков, газонов, лубяных и других культур, не используемых на корм скоту и в пищу. Под остальные культуры компост из бытовых отходов можно вносить только с разрешения местной санитарной инспекции и под контролем агрохимической службы.

НАВОЗНО-ПОЧВЕННЫЕ КОМПОСТЫ

При отсутствии торфа или других влагоемких материалов применяют навозно-почвенные компосты. Для приготовления компоста, пригодного для хранения в буртах навалом (влажность около 45%), при влажности навоза или осадка около 90%, необходимо соблюдать отношение навоз: почва 1:1,5. Готовят компост на краях удобряемых полей. Для этого по краям полей пахут на глубину 10 см площадки размером 600 м² для того, чтобы до минимума сократить холостые пробеги навозоразбрасывателей. На такой площадке масса почвы вспаханного слоя примерно 90 т. На вспаханную площадку вывозят около 60 т навоза крупного рогатого скота или свиней, равномерно распределяют его на площадке бульдозером, далее трехкратным дискованием тяжелой дисковой бороной тщательно перемешивают с почвой, а затем на глубину вспашки сгребают бульдозером в бурт. При влажности 45% компост из свиного навоза содержит общего азота примерно 0,24%, фосфора — 0,16 и калия — около 0,1%, а навоз крупного рогатого скота — азота 0,15%, фосфора — 0,08 и калия — около 0,2%. Норма внесения компоста, как правило, в 2—3 раза больше нормы внесения навоза.

При необходимости недостающее количество калия в компосте из свиного навоза дополняется отдельным внесением в почву калийных удобрений.

Из-за низкого содержания питательных веществ транспортировка навозно-почвенного компоста на расстояние более 1 км не рекомендуется, так как в этом случае затраты на применение его не окупаются стоимостью дополнительного урожая.

КОМПОСТЫ ИЗ ПОМЕТА

Торфопометный компост, приготовленный из 2 частей стандартного торфа и 1 части помета влажностью 90%, по содержанию азота и фосфора почти не отличается от навоза: азота общего в нем обычно не менее 0,7%, в том числе азота помета 0,2%, фосфора — 0,15 и калия — 0,08%; влажность 70%.

Компост из 1 части стандартного торфа и 1 части помета влажностью 80% содержит питательных веществ в 1,5 раза больше (при одинаковой влажности). Компост лучше готовить на птицефабрике, но можно и в хозяйстве.

Нормы торфопометного компоста для удобрения сельскохозяйственных культур при отношении торфа к помету 2:1 примерно такие же, как и по навозу; при отношении 1:1 они могут быть уменьшены в 1,5 раза.

Пометно-опилочный компост, приготовленный из 3 частей помета влажностью 90% и 1 части опилок влажностью 30%, имеет отношение С:N, близкое к 20, и содержит обычно азота общего 0,5%, фосфора — 0,35 и калия 0,15%. По содержанию азота и фосфора, отношению С:N и действию на урожай компост не уступает подстилочному навозу. Компост лучше готовить на птицефабрике. Нормы пометно-опилочного компоста для удобрения сельскохозяйственных культур примерно такие же, как и подстилочного. Целесообразное расстояние вывоза в поле — до 6 км.

Пометно-коровый компост, приготовленный из 3 частей коры влажностью 65%, соответствующей требованиям ОСТ 56—56—81, и 2 частей помета влажностью 90%, имеет широкое отношение С:N, близкое к 40, и отличается низким содержанием питательных веществ: азота общего около 0,25%, фосфора — примерно 0,18 и калия 0,07%; содержание азота и фосфора почти в 2 раза ниже, чем в навозе.

Нормы пометно-корового компоста для удобрения сельскохозяйственных культур примерно в 2 раза больше применяемых норм навоза.

Обязательным условием использования пометно-корового компоста для удобрения является дополнительное внесение в почву азота минеральных удобрений из расчета 2,5 кг на 1 т компоста — сверх потребности в нем растений на запланированную урожайность.

Из-за низкого содержания питательных веществ транспортировка пометно-корового компоста на расстояние более 4 км не рекомендуется.

Пометно-лигнинный компост, приготовленный из 1 части помета влажностью 90% и нейтрализованного поставщиком лигнина (1 часть) влажностью 60%, имеет широкое отношение С:N, близкое 50, и отличается низким содержанием питательных веществ: азота общего — около 0,3%, фосфора — примерно 0,20 и калия 0,09%; количество азота почти в 2 раза меньше, чем в навозе. Нормы пометно-лигнинного компоста для удобрения сельскохозяйственных культур примерно в 2 раза больше рекомендуемых норм навоза. Готовить его выгоднее на птицефабрике.

Использование пометно-лигнинного компоста для удобрения требует дополнительного внесения в почву азота минеральных удобрений из расчета 3,0 кг на 1 т компоста — сверх потребности в нем растений на запланированную урожайность.

Из-за низкого содержания питательных веществ транспорти-

ровка пометно-лигнинового компоста на расстояние более 8 км не рекомендуется.

Пометно-почвенный компост. Для приготовления этого компоста, пригодного для хранения в буртах навалом (влажность около 45%), при влажности помета около 90% должно быть выдержано отношение помета к почве 1:1,5. Готовят компост на краях удобряемых полей — так же, как и навозно-почвенные компосты. При влажности 45% такой компост содержит общего азота примерно около 0,23%, фосфора — 0,16 и калия 0,07%.

Нормы пометно-почвенного компоста для удобрения сельскохозяйственных культур примерно в 2 раза больше рекомендуемых норм навоза.

135. Химический состав пометно-почвенного компоста, приготовленного на Кунцевской птицефабрике Московской области, % (данные С. В. Макаренко, В. А. Васильева)

Показатель	Бурт № 1	Бурт № 2	Навоз КРС (по справочным данным)
Влажность	36,3	31,9	77
Сухое вещество	63,7	68,1	23
N _{общ}	0,53	0,41	0,49
N—NH ₄	0,31	0,20	0,07
P ₂ O ₅	0,91	0,54	0,27
K ₂ O	0,44	0,46	0,39
Зола (в сухом веществе)	84,6	90,3	20,0
pH	8,3	8,0	7,9

Из-за низкого содержания питательных веществ транспортировка пометно-почвенного компоста на расстояние более 3 км нерентабельна. Компост, приготовленный из помета влажностью 80%, по содержанию общего азота не уступает навозу крупного рогатого скота, а по содержанию аммонийного азота и фосфора намного превосходит его (табл. 135).

СМЕШАННЫЕ (СБОРНЫЕ) КОМПОСТЫ

Готовят их на приусадебных и дачных участках и в садовых кооперативах, подальше от дома, обычно вблизи выгребной ямы. Для ограждения компостной кучи устраивают разборное ограждение из жердей размером в плане 1,5 м × 2,5 м и высотой около 1,5 м. Сначала укладывают слой 10—15 см влагоемкого материала, например сухих растительных остатков торфа, листьев, опилок и т. п.; затем слоями по 20—30 см измельченные топором тонкие ветки, ботву, листья, кухонные отбросы, домовый мусор, печную золу, известь (2—3% массы компостируемого материала) и другие компостируемые отходы. Каждый слой поливают фекаль-

ной массой из выгребной ямы или водой и покрывают землей слоем 5—6 см. Через 2—2,5 месяца компост перелопачивают. Если разложение идет медленно, то компост через 2 месяца снова перелопачивают. Для ускорения разложения отходов слои компостируемой массы посыпают азотными и фосфорными удобрениями из расчета 15 кг аммиачной селитры и простого суперфосфата на 1 т компостируемой массы. Созревание компоста продолжается от 3 до 12 месяцев, в зависимости от компостируемых материалов. Компост готов, когда превратится в однообразную землистую рассыпчатую массу. Перед применением его просеивают через грохот. Крупные, слабо разложившиеся одревесневшие остатки снова закладывают на компостирование.

БОРЬБА С ЗАСОРЕННОСТЬЮ НАВОЗА И КОМПОСТОВ

Жизнеспособные семена сорных растений содержатся во всех видах навоза и птичьего помета. В навозе крупного рогатого скота их намного больше, чем в свином навозе и птичьем помете. Вместе с этим семян сорняков в свежем навозе значительно больше, чем в полуперепревшем, а в жидком — намного меньше, чем в подстилочном (табл. 136).

136. Засоренность навоза
(Н. К. Лесто, 1976)

Показатель	Навоз крупного рогатого скота			Свиной жидкий навоз
	свежий подстилочный	полуперепревший	жидкий	
Количество семян сорняков, шт/кг	7195	1210	513	1373
Всхожесть, %	12,4	5,0	1,0	2,2
Возможное количество всходов, шт. от общего	892	61	5	28

Всхожесть семян сорняков находится в зависимости от длительности хранения навоза и биологических особенностей семян (табл. 137).

137. Всхожесть семян сорняков после выдерживания их в навозе, %
(Н. К. Лесто, 1976)

Сорняк	Длительность выдерживания в навозе, дней			
	0	5	10	15
Щирица	100	100	100	100
Марь белая	35	11	14	9
Гречишка развесистая	28	4	0	0

Семена сорняков с твердой оболочкой сохраняют жизнеспособность длительное время.

Большая часть семян сорных растений попадает в навоз с кормами и подстилкой. Главными источниками засоренности навоза являются сено, сенаж и солома. Значительное число жизнеспособных семян сорняков содержится в комбикормах грубого помола и зерноотходах, измельченных на дробилках (табл. 138).

138. Засоренность кормов и соломы
(ВНИПТИОУ, 1986)

Вид корма	Число семян сорняков в 1 кг, шт.	Жизнеспособность семян, %
Комбикорм	410	2
Зерноотходы измельчен- ные	865	6
Сено	2504	17
Сенаж	324	0
Солома	133	5

Поэтому видовой состав и численность семян сорняков находятся в большой зависимости от удельного веса кормов в рационе животных. Тщательное соблюдение технологии приготовления кормов — одно из важных условий уменьшения засорения навоза жизнеспособными семенами сорняков.

ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ МЕРЫ

Профилактические меры борьбы с засоренностью органических удобрений семенами сорняков следующие:

уборка однолетних и многолетних трав в начале колошения (цветения) культуры, до созревания сорных растений;

борьба с сорняками в посевах силосных и кормовых культур;

размол и термическая обработка зерноотходов;

запаривание сильно засоренных грубых кормов.

На жизнеспособность семян сорняков большое влияние оказывают условия хранения навоза и компостов.

При рыхлой укладке навоза (компоста) в штабель в результате биотермического процесса большая часть семян основных видов сорняков погибает под влиянием температуры, аммиака и углекислого газа обычно в течение месяца.

При хранении бесподстильного навоза негативное влияние на жизнеспособность семян сорняков оказывают аммиак и отсутствие кислорода воздуха. Многие семена сорняков с мягкой оболочкой утрачивают свою всхожесть в бесподстильном навозе за 15—40 дней (табл. 139).

Бесподстильный навоз свиней оказывает на всхожесть семян сорняков еще более сильное воздействие, так как в нем выше содержание аммиака и сероводорода. Только на семена сорняков с твердой оболочкой агрессивная среда бесподстильного навоза за этот срок не оказала действия. По данным И. И. Лештина, семена мари белой, щавелей и других сорняков оставались всхожими даже после 180 дней хранения бесподстильного навоза. Для борьбы с ними требуются другие меры.

139. Влияние срока хранения бесподстилочного навоза скота на всхожесть семян сорняков, %
(данные М. Шкарды, 1978)

Сорняк	Срок хранения навоза, дней							
	0	5	10	20	30	40	70	100
Боляк полевой	32	20	1	0	0	0	0	0
Одуванчик лекарственный	32	18	0	0	0	0	0	0
Редька дикая	74	74	34	19	7	4	0	0
Ромашка непахучая	30	23	22	6	3	0	0	0
Подмаренник цепкий	90	83	61	23	1	0	0	0
Ярутка полевая	79	77	24	2	0	0	0	0
Горошек четырехсемянный	96	96	93	74	24	22	21	21
Метлица полевая	85	25	1	0	0	0	0	0
Горец вьюнковый	15	9	6	1	0	0	0	0
Мышиный горошек	88	86	85	19	14	14	17	17
Щавель тупolistный	65	—	—	20	22	17	7	3
Горец почечуйный	68	59	27	6	0	0	0	0
Горец шероховатый	81	—	56	24	2	1	0	0
Марь белая	84	—	80	40	38	22	21	23
Пикульник жабрей	94	—	94	14	1	0	0	0

В районах с устойчивой холодной зимой в компостах, заложенных поздней осенью, биотермические процессы не идут: штабеля компоста глубоко промерзают. Поэтому весной после оттаивания всей массы штабеля компостов осенней и зимней закладки через 2—3 недели после начала интенсивной биотермии перелопачивают бульдозером. Через 2 недели после перелопачивания компост в значительной мере очищается от всхожих семян сорняков. Его можно вносить в пары после уборки парозанимающих культур и под зябь.

При правильном компостировании органических удобрений большая часть семян сорняков внутри штабеля погибает под действием высокой температуры, влаги, аммиака, углекислого газа и других факторов, сопутствующих процессу разложения органических веществ. Однако на поверхности штабеля они хорошо сохраняются и не утрачивают всхожесть. Поэтому важно во время хранения штабелей не допустить вторичного засорения навоза и компостов в результате отрастания и обсеменения сорняков на их поверхности. Для этого до начала цветения сорняков штабеля

повторно перелопачивают бульдозером, чтобы заделать зеленую массу сорняков внутрь штабеля.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕРБИЦИДОВ

Для уничтожения сорняков возможно также применение гербицидов. Выбор гербицида зависит от ботанического состава сорняков. Гербициды типа 2,4-Д, 2М-4Х хорошо действуют против ма-ри белой и различных крестоцветных, но они не уничтожают пи-кульники, мокрицу и другие сорняки.

Нормы расхода гербицидов, сроки и способы их применения приведены в таблице 140.

140. Гербициды для обработки поверхности буртов органических удобрений (расход воды — 0,1 л на 1 м²)

Гербицид	Против каких сорняков применяется	Норма расхода, г/м ²	Срок и способ применения*
Симазин, 50%-ный смачивающийся порошок	Однолетние двудольные и злаковые сорняки, в том числе устойчивые к 2,4-Д (торица полевая, дымянка лекарственная, ромашка непахучая, пикульники, мокрица и др.)	0,6	Сразу после укладки буртов до появления сорных растений
Симазин, 80%-ный смачивающийся порошок	То же	0,4	То же
Атразин, 50%-ный смачивающийся порошок	»	0,3	»
Симазин, 80% д. в. + 2,4-Д аминная соль, 40% д. в.	Ромашка непахучая, щирица, горцы, крестоцветные, куриное просо, щетинники, метлица полевая и др. однолетние двудольные сорняки	0,3—0,5	» По всходам сорняков
2,4-Д аминная соль, 40%-ный водорастворимый концентрат	Однолетние двудольные сорняки (марь белая, щирица, пастушья сумка, редька дикая, ярутка полевая и др.)	0,5	По вегетирующим сорнякам
2М-4Х (дикотекс), 80%-ный растворимый порошок	То же	0,4	То же

* Не рекомендуется обрабатывать гербицидами органические удобрения, вносимые под ополные культуры как закрытого, так и открытого грунта.

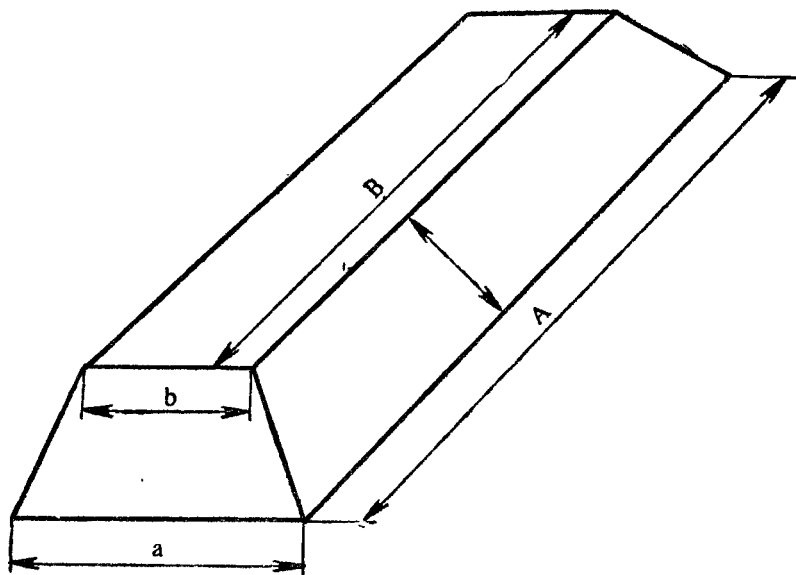


Рис. 14. Схема штабеля:

A, a, B, b — нижние и верхние основания штабеля, м; l — расстояние от верхнего до нижнего основания, м

Сразу после укладки органических удобрений в штабель поверхность его еще до появления всходов сорняков опрыскивают симазинном или атразином.

Гербициды 2,4-Д и 2М-4Х лучше применять в сухую погоду при температуре воздуха не ниже 15°C , лучше по вегетирующим сорнякам. Уже через несколько часов после опрыскивания в сухую и теплую погоду сорные растения теряют тургор, а через несколько дней полностью засыхают.

Эффективно применение смесей симазина в дозе $0,5 \text{ г/м}^2$ и 2,4-Д — $0,3 \text{ г/м}^2$.

Поверхность штабеля (рис. 14) можно определить по формуле:

$$S = (A + B + a + b) \cdot l + B \cdot b,$$

где A, B, a, b — нижнее и верхнее основания штабеля, м; l — расстояние от верхнего до нижнего основания, м; S — поверхность штабеля, м^2 .

При использовании гербицидов необходимо строго соблюдать нормы, сроки и способы применения, выполнять правила техники безопасности, а также условия, обеспечивающие охрану окружающей среды от загрязнения. Для обработки штабелей и почвы вокруг них применяют ручные ранцевые опрыскиватели.

Опрыскиватель ранцевый пневматический ОРП-1 состоит из резервуара вместимостью 22 л, воздушного поршневого насоса и брандспойта с двойным распыливающим наконечником. Резервуар заполняют жидкостью до уровня контрольной пробки (11,5 л), а затем насосом нагнетают воздух до давления 5 кг/см². Под давлением жидкость выбрасывается из резервуара через шланг, брандспойт и наконечник наружу в мелкораспыленном виде. Масса аппарата без жидкости — 9,2 кг.

Опрыскиватель пневматический ранцевый ОПР-12 имеет два мягких наспинных ремня, подушку наспинника и большую горловину для удобной заправки и герметического закрывания бачка. Масса аппарата — 7 кг, вместимость бачка — 8 л жидкости.

Опрыскиватель ранцевый диафрагмовый ОРД-Б состоит из металлического резервуара полуовальной формы, диафрагмового насоса, приводного рычага, резинового шланга и брандспойта с наконечником-распылителем. Резервуар наполняют жидкостью, горловину плотно закрывают крышкой. После 5—10 качаний создается давление в воздушном колпачке, затем кран открывают и при непрерывном качании рычага жидкость по шлангу направляется в наконечник и выбрасывается наружу в мелкораспыленном виде. Масса — 8 кг, вместимость резервуара — 10 л.

САПРОПЕЛЬ

Сапропель — продукт органических и минеральных отложений пресноводных озер и прудов. Некоторые сапропели богаты органическим веществом или известью. Они содержат азот, небольшое количество фосфора и микроэлементы, которые имеются в почве данного водосборного региона. Содержание в сапропеле биогенных микроэлементов (марганца, меди, цинка) почти такое же, как в почве, а других (бора, кобальта и молибдена) чуть больше. Поэтому как источник микроэлементов отложения не имеют сколько-нибудь существенного значения для растений.

Сапропель добывают земснарядами с намывом пульпы в отстойники, где после промораживания и последующей естественной сушки он превращается в сыпучую массу влажностью около 80%. В сухом веществе сапропеля может быть до 30, а иногда до 50% органического вещества и более, до 20—30% углекислого калия и магния. Таким образом, это в основном органическое или известковое удобрение.

По обобщенной схеме классификации А. Я. Рубинштейна по зольности или содержанию органического вещества сапропели делятся на малозольные — до 30% золы, средnezольные — 30—50, повышенно-зольные — 50—70 и высокозольные — 70—85% золы. При содержании золы более 85% отложения называют илом.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Химический состав сапропелей различных месторождений и даже одного и того же месторождения неодинаков. Содержание в них макроэлементов варьирует в широких пределах (табл. 141).

Сухое вещество сапропеля состоит из органического вещества и золы. Групповой состав органической массы отложений различных месторождений значительно различается и изменяется в следующих пределах (%): гуминовые кислоты — 11,3—43,4, фульвокислоты — 2,1—23,5, негидролиземый остаток — 5,1—22,6, гемицеллюлоза — 9,8—52,5, целлюлоза — 0,4—6,0, водорастворимые вещества — 2,4—13,5, битумы А — 3,4—10,9, битумы С — 2,1—6,6 (Бракш и др.).

141. Средний химический состав сапропелей

Группа сапропелевых отложений	Содержание, % на сухое вещество					
	органического вещества	зола	N	P ₂ O ₅	CaO	MgO
Малозольные	80	19	3,4	0,14	2,5	0,50
Среднезольные	60	38	2,6	0,18	2,3	0,70
Повышенно-зольные:						
глинистые, песчаные	37	63	1,9	0,19	2,7	1,50
известковые	40	60	1,6	0,14	16,0	1,20
Высокозольные (сапропелистая озерная из-весть)	26	73	1,2	0,18	34,0	0,18
Ил:						
глинистый, песчаный	12	88	0,6	0,17	4,5	1,30
известковый	13	87	0,6	0,15	15,0	2,30

Один из отличительных признаков — соотношение в золе сапропелей кремнезема (SiO₂) и окиси кальция (CaO). По этому признаку сапропели подразделяют на кремнеземистые, известковистые и смешанного состава.

Эффективность сапропелей как удобрения зависит чаще от содержания в них азота, фосфора и калия. Но азотистые вещества представлены в основном труднодоступными для питания растений высокомолекулярными соединениями, прочно связанными с гуминовыми веществами. Содержание в сапропелях доступного фосфора очень низкое, а калия ничтожное. Доступного азота и фосфора в свежедобытом сапропеле обычно в 2—3 раза меньше, чем в навозе.

В замороженном сапропеле количество азота, по данным Б. Н. Хохлова (1967, 1968), уменьшается.

ДЕЙСТВИЕ НА УРОЖАЙНОСТЬ

Опыты научно-исследовательских учреждений свидетельствуют о том, что сапропель дает нередко удовлетворительные прибавки урожая картофеля. В опытах Литовского НИИЗ (Варанавичуте, 1972) сапропель при внесении 40 т/га повысил урожайность картофеля на 29 ц/га, а такая же норма навоза — на 57 ц/га.

В некоторых опытах действие сапропеля на урожай картофеля сравнивалось с навозом. Обобщенные результаты этих опытов, проведенных на дерново-подзолистых почвах европейской части СССР, приведены в таблице 142.

В таблице 142 представлены данные трех опытов, в которых сапропель и навоз сравнивали в норме 20 т, и пяти опытов, где

норма была 40 т/га. Прибавка урожайности картофеля в этих опытах по навозу в дозе 20 т/га очень высокая (83 ц/га), и ее вряд ли можно считать типичной или средней для большого количества опытов. Поэтому для более достоверной оценки действия навоза приведем еще данные (табл. 143) о влиянии разных норм навоза на урожай картофеля согласно обобщениям географической сети опытов ВИА (Бородич, 1964) и А. И. Таммана (1960).

142. Действие сапропеля и навоза на урожай картофеля
(по данным, обобщенным В. А. Васильевым, 1975)

Норма, пересчитанная на содержание сухого вещества 20 %, т	Число опытов	Средняя урожайность на контроле, ц/га	Прибавка, ц/га	
			от сапропеля	от навоза
20	3	132	24	83
40	5	195	30	57
60	6	157	35	—
80	2	200	62	—
120	3	173	75	—
200	2	152	75	—

Сопоставление прибавок урожайности, приведенных в таблицах 142 и 143, дает основание сделать вывод о том, что 20 и 40 т/га навоза по действию на урожай картофеля равноценны примерно 60 и 120 т сапропеля соответственно. Опыты подтверждают, что для получения от сапропелей таких же прибавок урожая, как от навоза, их надо вносить в 3 раза больше.

143. Действие навоза на урожай картофеля
на дерново-подзолистых почвах европейской части СССР

Норма навоза, т.га	Данные ВИА			Данные А. И. Таммана		
	число опытов	урожай- ность на конт- роле	прибавка	число опытов	урожай- ность на конт- роле	прибавка
		ц./га			ц/га	
20	42	150	42	66	137	45
30—40	42	150	69	60	136	81

Эффективность сапропеля на других культурах сравнительно невысока. Например, в опытах К. К. Бамберга, Б. Я. Вимба (1966) от 30 т/га навоза получена прибавка урожайности зеленой массы кукурузы 90 ц/га, а от 50 т сапропеля — 83 ц/га; от 25 т/га навоза — 38 ц/га сахарной свеклы, а от 25 т сапропеля — 8 ц/га. В опыте Д. О. Матвея (1970) навоз 25 т/га с содержанием общего азота 125 кг повысил урожайность сахарной свеклы на 22 ц/га, а сапропель при эквивалентной по сухому веществу

норме с содержанием общего азота 264 кг практически не оказал положительного влияния на урожайность (прибавка всего 2 ц/га). Д. О. Матвея (1970) объясняет отсутствие эффекта низким содержанием калия, ничтожным количеством фосфора и малой доступностью азота, связанного в органических соединениях сапропелей. В его опытах коэффициент использования азота из сапропеля составил всего 6%, тогда как из навоза — 34%; в вегетационных опытах Я. К. Краулерса (1970) 1—6%.

Таким образом, малозольные и средnezольные сапропели хотя и уступают навозу по действию на урожай, однако дают вполне удовлетворительные прибавки урожая.

Кремнеземистые сапропели практически вообще не имеют никакой удобрительной ценности и поэтому не могут быть рекомендованы для применения в качестве удобрения.

Запасы сапропелей в нашей стране практически не ограничены. Однако еще в большей мере, чем навоз, это низкоконцентрированное малотранспортабельное удобрение. Использование его связано с большими транспортными расходами. Поэтому масштабы и перспективы использования сапропеля в качестве удобрения находятся в большой зависимости от экономической эффективности применения под различные сельскохозяйственные культуры.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НАВОЗА И САПРОПЕЛЯ

Результаты оценки экономической эффективности применения навоза и сапропеля в качестве удобрения приведены в таблице 144.

144. Экономическая эффективность применения навоза и сапропеля в расчете на 1 т удобрения, руб.

Показатель	Навоз	Сапропель
Прибавка урожайности, ц з. е.	0,6	0,2
Стоимость прибавки	9,00	3,00
Стоимость 1 т удобрения	1,50	1,00
Затраты на погрузку, транспортировку на 3 км, приготовление и внесение удобрений	1,00	1,00
Затраты на уборку и реализацию дополнительно-го урожая	0,60	0,20
Итого затрат	3,10	2,20*
Чистый доход	5,90	0,80

* По данным Института экономики Академии наук Латвийской ССР, затраты на добычу 1 т сапропеля с доставкой в поле даже на 1 км составляют 2,5 руб.

По обобщенным результатам большого количества многолетних стационарных опытов 1 т навоза повышает урожай основной и побочной продукции всех культур севооборота в среднем на 0,9 ц з. е.

Для оценки экономической эффективности применения удобрений оплата 1 т навоза прибавками урожая в приведенном расчете принята 0,6 ц з. е., или на 30 % меньше, чем в опытах научных учреждений, а сапропеля соответственно в 3 раза меньше — 0,2 ц з. е. Стоимость прибавки принята по средней цене реализации 1 ц зерна 15 руб., затраты на погрузку, транспортировку на 3 км и внесение — по данным В. А. Васильева (1973), затраты на уборку дополнительного урожая приняты согласно Методическим указаниям по определению экономической эффективности применения удобрений (М., Колос, 1979).

Стоимость сапропеля принята в расчетах по отпускной цене за 1 т 80 %-ной влажности 1 руб.*, что на уровне отпускной цены на сапропель озера Неро в Ярославской области.

Применение сапропеля в качестве удобрения при отпуске его из отстойников по 1 руб. за 1 т ограничивается расстоянием 3 км. При большем расстоянии затраты на применение не окупаются стоимостью дополнительного урожая.

В действительности же себестоимость добычи сапропеля, получаемого после промораживания и естественной сушки в отстойниках, по данным Института экономики Академии наук Латвийской ССР, Псковского треста «Гидромеханизация» и других учреждений, еще выше. При отпуске сапропеля колхозам и совхозам бесплатно безубыточное применение в качестве удобрения возможно при транспортировке его в среднем на расстояние около 15 км.

Рассмотрение приведенных данных позволяет сделать вывод, что сапропель — крупный резерв подъема урожайности для колхозов и совхозов, расположенных в непосредственной близости от прудов и озер, а при бесплатном отпуске его как отхода от очистки водоемов это резерв и для удаленных хозяйств.

Непременное условие эффективного использования сапропеля для удобрения — равномерное внесение его в оптимальные сроки с помощью навозоразбрасывателей, а не бульдозеров, как это иногда практикуют некоторые хозяйства. Применение сапропеля для удобрения сдерживается отсутствием отработанной технологии добычи и сушки, а также недостатком необходимых для этого технических средств.

* Масса 1 м³ замороженного и подсушенного сапропеля влажностью около 80 % принята равной 1 т.

ЗЕЛЕНое УДОБРЕНИЕ (СИДЕРАТЫ)

Зеленое удобрение — одно из эффективных средств повышения плодородия почв и в первую очередь бедных дерново-подзолистых, что подтверждается результатами опытов, представленных в таблице 145.

145. Влияние удобрений в звене севооборота на урожай и белковость озимой пшеницы и ржи (среднее за 4 года, Брюшкова, 1981)

Удобрение	Озимая пшеница			Озимая рожь		
	урожайность, ц/га	содержание белка, %	чистый доход на 1 руб. затрат на удобрение, руб.	урожайность, ц/га	содержание белка, %	чистый доход на 1 руб. затрат на удобрение, руб.
Без удобрения — контроль	12,8	8,53	—	23,1	7,75	—
Навоз, 30 т/га	18,0	11,66	1,5	29,0	8,75	1,7
Навоз, 30 т/га + $N_{60}P_{60}K_{60}$	19,4	11,70	1,1	32,4	8,95	1,6
Люпин узколистный	26,4	11,61	8,8	36,9	9,22	8,9
Люпин узколистный + $N_{60}P_{60}K_{60}$	27,2	13,07	6,4	38,0	9,41	6,6
Люпин желтый (поживные остатки)	30,1	11,97	9,0	37,6	9,46	9,4
Люпин желтый (поживные остатки) + $N_{60}P_{60}K_{60}$	28,1	12,54	6,8	35,8	9,30	5,6
$N_{60}P_{60}K_{60}$	16,8	9,87	1,7	29,7	7,84	2,9

Внесенные под рожь и пшеницу удобрения оказали не только сильное прямое действие на урожайность этих культур, но и весьма значительное последствие на урожайность картофеля, ячменя и овса (табл. 146).

Дополнительное внесение минеральных удобрений ($N_{60}P_{60}K_{60}$) на вариантах с люпинами не обеспечило сколько-нибудь существенного роста урожайности культур. Следовательно, питательных веществ в люпинах было и без минеральных туков достаточно для

получения хорошего урожая от прямого действия и последствия удобрений.

Для выращивания сидератов наиболее благоприятны районы достаточного увлажнения — запад и северо-запад РСФСР, центральные районы Нечерноземной зоны.

146. Последствие сидерации в сочетании с другими удобрениями на урожайность картофеля, ячменя и овса, ц/га
(Брюшкова, 1981)

Удобрение	Картофель	Ячмень	Овес
Без удобрения — контроль	191,8	22,0	16,0
Навоз, 30 т/га	261,2	30,6	22,4
Навоз, 30 т/га + $N_{60}P_{60}K_{60}$	281,4	30,4	22,1
Люпин узколистный	292,1	33,5	23,0
Люпин узколистный + $N_{60}P_{60}K_{60}$	298,5	32,3	24,0
Люпин желтый (пожнивные остатки)	293,6	30,5	22,8
Люпин желтый (пожнивные остатки) + $N_{60}P_{60}K_{60}$	282,3	32,6	22,9
$N_{60}P_{60}K_{60}$	242,7	27,4	21,2

На зеленое удобрение обычно возделывают бобовые культуры, которые в результате азотфиксации накапливают большое количество азота. При запашке высоких урожаев зеленой массы бобовых сидератов в почву поступает 150—200 кг/га азота, что равноценно 30—40 т/га навоза. Коэффициент использования азота зеленого удобрения (в первый год действия) вдвое выше, чем азота навоза.

Прибавка урожая зерна ржи от запашки люпина на зеленое удобрение на песчаных почвах составляет 4,2 ц/га, супесчаных — 4,7 и на суглинистых — 7,7 ц/га.

Небобовые сидераты — рапс, горчица, сурепица — дают эффект только при внесении под следующую за ними культуру высоких норм азота (80—120 кг/га). Они имеют важное значение как почвозащитные культуры, препятствующие вымыванию нитратов в осенний период.

Способы выращивания и использования сидератов. В зависимости от вида культуры и цели выращивания сидераты занимают поле в течение одного или нескольких вегетационных сезонов (самостоятельные посевы), их высевают совместно с другой основной культурой или в ее междурядьях (уплотненные посевы), возделывают в течение короткого периода от уборки одной культуры до посева другой (промежуточные посевы).

Сидераты выращивают в подсевной и пожнивной формах. В первом случае сидераты (люпин, донник, сераделлу) подсевают под основную культуру, во втором — высевают после ее уборки.

Сидеральные культуры используют для удобрения полностью, когда в почву запахивают всю зеленую массу и корни, и комбинированно, когда основной урожай зеленой массы используют для корма, а для удобрения запахивают корни, стерню и отросшую отаву. Наиболее эффективно комбинированное использование сидеральных культур.

В центральных, западных и северо-западных районах сидераты выращивают в основном в течение всего вегетационного периода; возможны и пожнивные посевы их после уборки озимой ржи и вико-овсяной смеси на зеленый корм и других рановубираемых культур. В южных, юго-западных и орошаемых районах целесообразны пожнивные и промежуточные посевы бобовых.

Срок заделки сидератов оказывает существенное влияние на эффективность зеленого удобрения. Богатые белками бобовые сидераты из-за узкого отношения $C:N$ быстро разлагаются в почве. Поэтому их запахивают незадолго до посева удобряемой культуры, для того чтобы питательные вещества разлагающейся массы зеленого удобрения использовались растениями, а не вымывались из почвы, что часто бывает при заделке молодых растений. Лучше всего сидераты запахивать, когда растения одревеснеют или будут побиты морозом. На тяжелых почвах целесообразно заделывать сидераты осенью, а на легких — весной.

Глубина заделки сидератов существенно влияет на урожай и накопление гумуса в почве. При мелкой заделке в почву сидераты оказывают сильное прямое действие на урожай и незначительное — на накопление гумуса в почве. При глубокой, наоборот, ослабляется их прямое действие на урожай, увеличивается период последствий, и почва в большей степени обогащается органическим веществом, что особенно важно для легких почв.

Из-за высокого содержания легкорастворимых питательных веществ и небольшого количества лигнина бобовые сидераты оказывают обычно незначительное влияние на пополнение запасов гумуса в почве. При внесении в почву органического вещества с широким отношением $C:N$ и большим содержанием лигнина коэффициент гумификации поступающих в почву органических веществ существенно увеличивается.

Сидераты Нечерноземной зоны. Однолетний люпин (алкалоидный и кормовой) — основная сидеральная культура для дерново-подзолистых почв этой зоны. Алкалоидный узлолистный люпин нетребователен к условиям возделывания, хорошо растет на почвах, бедных органическим веществом, как супесчаных, так и суглинистых; легко переносит недостаток фосфора, не нуждается в минеральных азотных удобрениях. Его выращивают в основном в паровом поле и полностью используют для удобрения озимых культур.

147. Сравнительная эффективность сидератов при различном использовании их (Каргин, Чакайкина, 1978)

Сидерат	Запашка корневых остатков						Запашка всей зеленой массы		
	урожайность озимой ржи (1976—1977 гг.), ц/га			общая урожайность сидератов (1975—1976 гг.) и озимой ржи (1976—1977 гг.), корм. ед/га			урожайность озимой ржи (1976—1977 гг.), корм. ед/га		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Люпин	18,5	17,3	15,5	4470	4190	3550	2400	2320	2120
Бобы кормовые	14,6	14,2	11,4	4210	4010	2680	2010	1800	1550
Горох	12,0	12,3	10,6	5590	5570	3960	1750	1560	1520
Вика	15,9	15,2	11,9	4290	4120	2670	2040	2000	1580
Редька масличная	16,8	15,2	12,9	4600	3880	3460	2200	2030	1750
Эспарцет	12,7	12,9	10,8	3180	3010	1870	1800	1740	1490
Донник	11,8	11,9	10,5	—	—	—	1550	1540	1410
Чистый пар	19,8	18,4	17,5	2390	2230	2120	2390	2230	2120

Примечание. В графе 1 — известь+навоз+NPK, 2—навоз+NPK, 3 — NPK.

В настоящее время в связи с выведением кормовых люпинов районы применения узколистных сузились. Алкалоидный люпин рекомендуется высевать только в тех районах, где кормовые люпины при выращивании в пару дают низкий урожай из-за недостатка времени для вегетации. Это прежде всего северо-запад европейской части РСФСР: Вологодская, Костромская и частично Смоленская, Владимирская и Горьковская области.

В тех районах, где хорошо растет кормовой люпин, ему отдают предпочтение как более ценной культуре. Зеленую массу однолетнего кормового люпина убирают для корма, а пожнивные остатки запахивают как удобрение. Это позволяет увеличивать сбор кормов и одновременно повышать плодородие почв за счет заделки пожнивных остатков и применения навоза, получаемого от скармливания зеленой массы люпина. Комбинированное использование кормового люпина обеспечивает особенно большой эффект, когда зеленую массу используют для корма животным, а пожнивные остатки запахивают в качестве удобрения (табл. 147).

Хорошие результаты получают и в том случае, когда его высевают в конце мая после ржи, скошенной на зеленый корм. К осени он наращивает значительную массу, и его подкашивают на высоком срезе (15—20 см) для силосования, а стерню запахивают под картофель. В результате урожайность картофеля увеличивается на 30—50 ц/га.

Как показали исследования Новозыбковской опытной станции, азот пожнивно-корневых остатков люпина картофель использует лучше, чем озимая рожь и яровые зерновые. Однако для получения высоких урожаев картофеля, особенно на слабокультуренных и песчаных почвах, одних пожнивно-корневых остатков недостаточно. Необходимо дополнительное внесение органических и минеральных удобрений.

Люпин многолетний — ценный сидерат, продуктивный азотфиксатор. Он нетребователен к почве, холодостоек, отличается мощным наращиванием зеленой массы и корней. Семена вызревают повсеместно, вплоть до Архангельска, коэффициент размножения высокий. На глубоких песках менее урожаен, чем на более связных почвах. Рекомендуется для выращивания на почвах с крайне низким плодородием.

Обычно люпин многолетний сеют в сидеральных парах или под покров озимой ржи. В районах достаточного увлажнения на очень бедных органическим веществом почвах с целью их окультуривания многолетний люпин в течение ряда лет можно возделывать в выводном поле с укосным использованием надземной массы на зеленое удобрение. Весьма перспективен подзимний подсев люпина к озимой ржи с использованием его как промежуточной культуры в звене севооборота: занятый пар — озимая рожь с подсевом люпина многолетнего — картофель. Подзимний посев

люпина избавляет от необходимости подвергать семена скарификации и обеспечивает более полные всходы. Люпин многолетний зимой высевают тракторной сеялкой со снятыми сошниками. Эффективность применения многолетнего люпина довольно высокая.

Донник белый — двулетнее бобовое растение, интенсивно накапливает азот, хорошо отрастает. Отличается высокой зимостойкостью и засухоустойчивостью. В центральных и северо-западных районах дает устойчивые урожаи семян (3—5 ц/га) и зеленой массы (200—300 ц/га). Посеянный под покров зерновой культуры, он на второй год обеспечивает укос зеленой массы, используемой на корм, и отрастающую отаву, запахииваемую на удобрение. Только с отавой и корнями донника в почву поступает до 200 кг/га азота.

Сераделла посевная — однолетняя бобовая трава. Наибольший практический интерес представляет как подсеивная культура. Обычно ее высевают под покров зерновых колосовых. Чем раньше освобождается поле от покровного посева, тем более благоприятные условия складываются для получения высокого урожая сераделлы посевной. На чистом от сорняков поле и достаточно увлажненной почве подсеивную форму лучше заменять поукосной. Не занимая отдельного поля, сераделла посевная в то же лето дает дополнительный сбор первоклассного корма, повышает плодородие почвы.

В исследованиях Новозыбковской опытной станции запашка пожнивно-корневых остатков сераделлы посевной после скашивания ее на корм повышала урожай картофеля на 25—30 ц/га. При использовании на зеленое удобрение всего урожая зеленой массы сбор клубней увеличивался в среднем на 56 ц/га при урожае на контроле 151 ц/га.

Агротехника основных сидератов. Выбор участка и подготовка почвы. Люпин однолетний и сераделла посевная обычно хорошо развиваются при посеве на песчаных и супесчаных почвах с повышенной кислотностью. Однако сераделла более требовательна к почвенному плодородию и дает повышенные урожаи на староупоуженных почвах. Многолетний люпин и донник предпочитают супесчаные и суглинистые почвы с нейтральной или слабокислой реакцией среды. Тяжелые глинистые избыточно увлажненные и заболоченные почвы малопригодны для возделывания сидератов. Перепахивка зяби под сидераты допускается только при сильном уплотнении почвы. Весной, если позволяет срок посева, желательно дополнительно проводить одну или две культивации для очищения почвы от сорняков. Особенно чувствительны к засоренности почвы сераделла и кормовой люпин, так как они слабо развиваются в течение 30—40 дней после появления всходов. Если сидераты возделывают в подсеивной форме, обработку почвы проводят, исходя из требований основной культуры.

Удобрение. Под люпин и сераделлу посевную известь можно вносить только на сильнокислых почвах (рН 4 и ниже), причем малыми дозами, с одновременным применением фосфорно-калийных удобрений. Отрицательное действие извести снижается при использовании доломитовой муки. В противоположность люпину и сераделле для донника нужны хорошо известкованные почвы.

Фосфорно-калийные удобрения следует применять в умеренных нормах (45—60 кг/га д. в.).

Из калийных удобрений для сидератов более приемлемы калий-магнезия и сернокислый калий; формы фосфорных удобрений большого значения не имеют, но на кислых почвах предпочтение следует отдавать фосфоритной муке, особенно при возделывании люпина.

Доломитовую муку или известь и фосфорно-калийные удобрения необходимо применять с осени под основную вспашку.

Исследования ВИУА и ряда других научно-исследовательских учреждений показали, что при полном обеспечении элементами зольного питания люпин и сераделла посевная усваивают атмосферный азот и на внесение его с минеральными удобрениями не реагируют.

Подготовка семенного материала, способы, нормы и сроки посева. Особое внимание при подготовке к посеву сидератов уделяют нитрагинизации семян. Семена обрабатывают нитрагином в тени в день посева. Протравителями семена обрабатывают за 3—4 недели до посева, так как протравливание перед посевом снижает жизнеспособность клубеньковых бактерий.

В семенном материале многолетнего люпина и донника нередко содержится 40—60 % и даже больше твердых семян с плохой всхожестью. Поэтому перед посевом необходима их скарификация.

Основной способ посева сидератов — сплошной. Широкорядные посевы применяют при их возделывании на семена для повышения коэффициента размножения. При сплошном посеве нормы высева семян 100 %-ной всхожести составляют (кг/га): кормового люпина — 168—180, многолетнего люпина — 30—40, донника — 20—25, сераделлы — 30—40.

Глубина посева семян сераделлы и донника не должна превышать 2—3 см. Их высевают рядовой сеялкой с анкерными сошниками. Для сеялок с другими сошниками применяют сошниковые каточки и реборды. При посеве весной семена многолетнего люпина на связных почвах заделывают на глубину 1,5—2 см, а на супесчаных — 2—3 см.

Сидераты сеют одновременно с яровыми зерновыми культурами. Соблюдение ранних сроков посева особенно важно при использовании донника и сераделлы в качестве подсеваемых культур.

ПОЖНИВНЫЕ ОСТАТКИ

Пожнивные остатки растений (стерня и корни) — важный источник пополнения запасов органического вещества в почве. Их количество определяет характер и степень влияния той или иной культуры на плодородие почвы (табл. 148).

148. Пожнивные остатки различных культур
(Выметал, Ржимовски, Шимик, 1966)

Культура	Пожнивные остатки				
	надземная часть		корни		сумма
	т/га	% N	т/га	% N	
Озимая пшеница	2,33	0,52	0,86	0,93	3,19
Озимая рожь	2,00	0,83	2,03	0,63	4,03
Ячмень яровой	2,32	0,59	0,81	0,92	3,13
Овес	2,78	0,55	1,23	0,83	4,01
Зерновые в среднем	2,36	0,62	1,23	0,83	3,59
Горох	2,01	2,35	0,59	1,80	2,60
Бобы	1,93	1,14	4,74	1,35	6,67
Зернобобовые в среднем	1,97	1,75	2,67	1,58	4,64
Озимый рапс	3,61	0,88	2,03	0,28	5,64
Картофель	—	—	0,59	1,42	0,59
Сахарная свекла	1,05	1,37	0,76	—	1,81
Кормовая свекла	0,97	—	0,35	2,28	1,32
Пропашные в среднем	0,67	1,37	0,57	1,85	1,24
Кукуруза на силос	2,17	0,60	6,41	0,78	8,58
Кормовая капуста	4,23	0,88	3,24	1,02	7,49
Однолетние кормовые в среднем	3,38	0,90	4,11	1,08	7,49
Люцерна	2,52	1,78	9,76	1,53	12,28
Клевер луговой	2,03	2,35	4,35	2,32	6,38
Многолетние бобовые травы в среднем	2,28	2,07	7,06	1,93	9,34
Постоянные луга	4,50	0,83	11,25	1,11	15,75

Пропашные и овоще-бахчевые культуры предъявляют довольно высокие требования к содержанию в почве гумуса и питательных веществ, а пожнивных остатков оставляют после себя очень мало. Поэтому они отрицательно влияют на плодородие почвы.

Зерновые культуры потребляют питательных веществ примерно в 2 раза меньше, чем пропашные, а количество пожнивных остатков у них намного больше, что положительно сказывается на содержании гумуса в почве.

Кормовые растения дают высокий урожай зеленой и сухой массы, половина которой после скармливания скоту возвращается в почву в виде навоза и оставляет в почве большое количество пожнивных остатков. В плоднотной непаханной почве они разлагаются медленнее, что также положительно влияет на восполнение убыли запасов гумуса в почве.

149. Содержание питательных веществ в пожнивных остатках (Выметал, Ржимова, Шимик, 1966)

Культура	Количество питательных веществ в пожнивных остатках				в том числе азота в корнях, %
	N	P	K	сумма	
	кг, га				
Пшеница озимая	18	7	21	46	39
Рожь озимая	33	9	66	108	42
Ячмень яровой	19	9	14	42	35
Овес	23	16	70	109	40
Зерновые в среднем	23	10	42	75	39
Горох	52	10	18	80	18
Бобы	82	16	59	157	70
Зернобобовые в среднем	67	13	39	119	44
Рапс озимый	34	18	114	166	15
Картофель	8	2	10	20	100
Сахарная свекла	15	5	32	52	46
Кормовая свекла	14	3	36	53	51
Пропашные в среднем	12	4	26	42	66
Кукуруза на силос	57	16	85	158	79
Кормовая капуста	63	24	149	236	47
Однолетние кормовые в среднем	66	21	134	221	58
Люцерна	175	47	101	323	77
Клевер луговой	134	26	135	295	68
Многолетние бобовые в среднем	155	37	119	311	73
Пойменные луга	130	41	105	276	65

Повышению плодородия почвы в наибольшей степени способствуют многолетние бобовые кормовые культуры: люцерна, клевер луговой и их смеси со злаковыми травами. В корнях бобовых содержание азота, определяющего удобрительную ценность пожнивных остатков, достигает 2—2,5%, у других культур оно не превышает 0,5—1%.

Органически связанный азот пожнивных остатков многолетних бобовых культур лучше всего используется пропашными культурами (картофель, кукуруза на силос и др.). Пожнивные остатки люцерны по содержанию в них сухого вещества и азота могут быть приравнены в расчете на 1 га к 30 т навоза, а клевера и клеверно-злаковой смеси — к 24 т. Двукратное однолетнее возде-

лывание клевера и клеверно-злаковой травосмеси намного эффективнее их однократного двухлетнего культивирования.

Однолетние бобовые при выращивании в качестве основной культуры оставляют после себя в почве только 10—15 ц/га сухого вещества пожнивных остатков. Поэтому удобрительная ценность их менее высокая, чем клевера и люцерны.

Злаковые травы по массе пожнивных остатков занимают первое место, но в этих остатках более широкое, чем у бобовых, отношение С:N и мало азота (0,5—0,75%). Из злаковых наибольшую массу корней (более 100 ц/га сухого вещества) образует овсяница овечья.

С пожнивными остатками в почву поступает значительное количество питательных веществ (табл. 149).

Количество и качество поступающих в почву пожнивных остатков в значительной степени зависит от структуры посевных площадей и промежуточных культур.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗЛИШКОВ СОЛОМЫ ДЛЯ УДОБРЕНИЯ

Солома — один из основных источников органического вещества. Валовое содержание сухого органического вещества в урожае соломы со всей площади зерновых не меньше, чем в общей массе вносимого в почву навоза.

Солома при любом использовании (на корм скоту, для подстилки животным или для внесения ее в почву в качестве удобрения) в конечном счете становится источником органического вещества для восполнения убыли запасов гумуса в почве. Поэтому крайне важно весь выращенный урожай соломы полностью использовать для этих целей и не допустить сжигания ее на полях.

Количество заготовленной в хозяйстве соломы можно определить путем умножения объема скирд на примерную массу 1 м³ (табл. 150).

150. Примерная масса 1 м³ соломы, кг

Вид соломы	Для низких и средних по высоте скирд		Для высоких скирд	
	через 3—5 дней после укладки	через 45 дней и более	через 3—5 дней после укладки	через 45 дней и более
Озимой ржи и пшеницы	30	35	35	39
Ячменная, овсяная, яровой пшеницы	35	50	40	55
Просьяная	36	45	41	50

Ожидаемый валовой урожай соломы яровых зерновых не меньше, чем оприходованный валовой сбор зерна, а у озимых — намного больше.

Химический состав соломы довольно широко изменяется в зависимости от почвенных и погодных условий. При влажности 15% в ней содержится в среднем 0,5% азота, 0,2 — фосфорного ангидрида, 1 — окиси калия и 35—40% углерода в форме различных, в том числе легкодоступных для микрофлоры, органических соединений (целлюлоза, пентозаны и гемицеллюлоза). Кроме того, присутствуют в небольших количествах сера, кальций, магний, и раз-

личные микроэлементы (бор, медь, марганец, молибден, цинк, кобальт и др.).

При запахивании соломы, остающейся в поле после уборки зерна, в почву возвращается (в расчете на 1 га): 12—15 кг азота, 7—8 — фосфора и 24—30 кг калия. Солома — важный источник пополнения запасов углерода, служащего материалом для образования гумуса почвы и уголекислоты, улучшающей условия воздушного питания растений. Солома быстрее разлагается при хорошем доступе воздуха в почву (в аэробных условиях). Процесс разложения особенно быстро идет в начальный период, когда почвенные микроорганизмы располагают значительным количеством легкодоступного углерода и элементов питания. После разложения клетчатки для микроскопических грибов становится доступным лигнин. На нейтральных почвах, хорошо обеспеченных питательными элементами, солома разлагается в течение 3—4, на кислых тяжелых — 4—5 лет.

Из-за бедности соломы азотом ($C:N=60-100$) закрепление доступного азота почвы микроорганизмами продолжается до тех пор, пока отношение $C:N$ не снижается до 20. Поэтому в первый период роста и развития растения испытывают недостаток азота, если в почву не вносят азот минеральных удобрений. По достижении указанной степени разложения ($C:N=20$) закрепленный микроорганизмами азот минерализуется и вновь становится доступным для растений.

Глубокая заделка соломы вызывает неблагоприятный эффект, так как при разложении ее в нижних слоях пахотного горизонта образуются летучие жирные кислоты, которые отрицательно влияют на корневую систему растений. При внесении в верхнюю треть пахотного слоя солома разлагается быстрее и накопления вредных веществ не наблюдается.

По данным полевых исследований ВИУА, ТСХА и других научных учреждений, запахивание в почву соломы в тех количествах, которые обычно остаются в поле после уборки зерна (2—5 т/га), не сразу приводит к повышению урожайности обрабатываемых культур. Чаше урожайность первой культуры не изменяется или даже незначительно понижается, а урожайность следующих повышается от последствий соломы. При систематическом внесении эффективность применения соломы увеличивается (табл. 151).

При регулярном внесении соломы недостаток азота проявляется лишь в первые годы. В дальнейшем азота высвобождается больше, чем вновь закрепляется. Поэтому положительный эффект от последствий соломы нередко наблюдается даже без дополнительного внесения азота удобрений. Дополнительное применение азотных удобрений не только исключает возможное снижение урожайности в первый год после внесения соломы, но даже повы-

шает общую эффективность удобрений. Минеральные азотные удобрения можно заменить полужидким бесподстилочным навозом — не менее 3—5 т на 1 т соломы. При таком сочетании удобрения будут действовать не хуже обычного подстилочного навоза.

151. Влияние запахивания соломы на урожайность культур в севообороте в среднем по трем полям, ц/га корм. ед.
(по данным Е. И. Алиевой, 1981)

Количество внесенных удобрений за 4 года	1-я ротация, 1968—1973 гг.		2-я ротация, 1972—1977 гг.		3-я ротация, 1976—1979 гг.	
	урожай за 4 года	прибавка от соломы	урожай за 4 года	прибавка от соломы	урожай за 4 года	прибавка от соломы
Контроль, без удобрения	134,6	—	137,2	—	102,7	—
Солома, 6 т/га	139,2	4,6	139,5	2,3	99,9	—2,8
N ₂₃₀ P ₁₉₀ K ₂₀₀ — фон 1	178,0	—	203,7	—	151,6	—
Фон+солома, 6 т/га	182,5	4,5	212,1	8,4	157,8	6,2
N ₄₂₀ P ₃₁₀ K ₃₉₀ — фон 2	—	—	213,0	—	161,9	—
Фон 2+солома, 6 т/га	—	—	223,1	10,1	178,9	17,0

К комбайнам СК-4 и «Нива» промышленность выпускает приспособления ПУН-5, а к комбайну «Колос» — ПУН-6 для измельчения и разбрасывания соломы по полю. При их отсутствии для этой цели используют самоходный комбайн СК-4, оборудованный измельчителем соломы ИНК-30. При этом нужно так отрегулировать работу комбайна и измельчителя, чтобы ленты с измельченной соломой были возможно более широкими.

Если нет измельчителя ИНК-30, обмолоченную солому оставляют на поле в валках вслед за комбайном, работающим без соломокопнителя. Из валков ее подбирают, измельчают и разбрасывают по полю при помощи косилок-измельчителей КИР-1,5 или КИК-1,4 (делать это лучше одновременно с уборкой).

Сразу запахивать солому на большую глубину нецелесообразно. Лучше всего сначала заделать ее в почву дискованием или лущением на глубину 6—8 см. В этом случае разложение соломы идет быстрее и не сопровождается накоплением токсических веществ. При заделке соломы на такую глубину интенсивнее размножаются азотфиксирующие микроорганизмы.

Все последующие обработки почвы проводят в обычном порядке в зависимости от почвенно-климатических условий и биологических особенностей возделываемых культур.

Солому целесообразно вносить под пропашные культуры с длинным периодом вегетации. Хороший эффект дает также ее применение под бобовые культуры, на которых дефицит азота в почве не отражается, потому что они сами фиксируют атмосферный азот (табл. 152).

152. Влияние заправки соломы на урожай семян люпина, ц/га
(по данным Новозыбковской опытной станции ВИУА, 1981)

Вариант удобрения	Урожай семян люпина			Средний урожай за 3 года	Прибавка урожая от соломы
	1976 г.	1977 г.	1978 г.		
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ Mo ₃ :B ₁ (фон)	9,2	5,7	14,9	9,9	—
Фон+солома, 2,5 т/га	10,8	6,6	15,9	11,1	1,2
Фон+солома, 5 т/га	12,4	8,4	18,4	13,1	3,2
Фон+солома, 10 т/га	15,0	10,1	8,5	13,9	4,0

При использовании соломы под злаковые культуры полезно в дополнение к удобрениям на запланированный урожай внести еще из расчета на 1 т соломы по 5—10 кг азота минеральных туков.

Сроки и техника внесения минеральных удобрений определяются условиями и особенностями возделываемых культур. При этом следует иметь в виду, что закрепление азота в почве при разложении соломы ценно лишь в том случае, когда оно происходит задолго до посева.

Применение соломы для удобрения улучшает физико-химические свойства почвы, предотвращает вымывание растворимого азота вследствие закрепления его в органических соединениях, повышает биологическую активность почвы, доступность фосфатов, в результате чего улучшаются условия питания растений.

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

Органические удобрения нужно вносить в первую очередь под те культуры, которые оплачивают их наиболее высокой прибавкой урожая. К ним относятся все пропашные культуры, а из технических — конопля, сахарная свекла и др. Нормы навоза под эти культуры составляют 25—40 т/га.

Хорошо отзываются на органические удобрения озимые зерновые культуры и многолетние бобовые травы. В районах, где применяют севообороты с участием клевера или смеси бобовых и злаковых многолетних трав, навозное удобрение целесообразнее вносить под покровную озимую культуру в норме 20—25 т/га. Такое применение органических удобрений обеспечивает высокую урожайность не только озимой покровной культуры, но и многолетних трав.

Продуктивность многолетних трав, играющих важную агротехническую роль в севообороте, зависит главным образом от основного удобрения, вносимого под предшествующие им культуры. На кислых подзолистых почвах лучшим удобрением для многолетних трав служит навоз в сочетании с известью и фосфорно-калийными удобрениями. Во многих колхозах и совхозах Нечерноземной зоны многолетние травы подсевают к яровым зерновым, идущим после озимых. При таком чередовании культур в травяном звене севооборота органические удобрения также применяют под озимые, а под покровную яровую культуру в качестве основного удобрения вносят минеральные удобрения.

Если многолетние травы подсевают к яровым зерновым, идущим после картофеля, кормовых корнеплодов и других пропашных культур, то наиболее высокие прибавки урожая как основных культур, так и трав обеспечивает применение органических удобрений под пропашные.

Под парозанимающие культуры органические удобрения, как правило, вносят с осени под зяблевую вспашку. Если парозанимающую культуру убирают рано (вико-овсяная смесь на зеленый корм), то органические удобрения заделывают под вспашку после уборки парозанимающей культуры.

При достаточном количестве навоза его вносят и в пары перед весенней перепашкой черного пара на глубину 15—18 см. В ранних парах навоз используют перед их подъемом. Когда в пару

углубляют пахотный слой, то навоз вносят не под основную глубокую вспашку, а на вывернутый малоплодородный слой почвы перед перепашкой или дискованием. Под влиянием органических удобрений вывернутый малоплодородный слой почвы быстрее окультурируется, и углубление пахотного слоя обеспечивает более высокие прибавки урожая.

Под яровые культуры навоз во всех зонах лучше применять преимущественно с осени под зяблевую вспашку. Весеннее использование навоза и компостов целесообразно только на легких песчаных почвах в районах достаточного увлажнения.

Хорошо перепревший навоз, торфонавозные компосты и особенно навоз, компостированный с почвой, в районах достаточного увлажнения можно вносить под дисковый луцильник или дисковые бороны. На песчаных и супесчаных почвах, независимо от климатических условий, заделка органических удобрений на глубину вспашки обеспечивает более эффективное их использование.

153. Эффективность сочетания навоза и минеральных удобрений (по данным, обобщенным В. А. Васильевым, 1971)

Культура	Почва	Прибавка урожая, ц/га				Увеличение прибавки от сочетания навоза и NPK, %
		от раздельного внесения			от сочетания 1/2 дозы навоза + 1/2 дозы NPK	
		навоза	NPK	в среднем		
Картофель	Дерново-подзолистая и серая лесная	61	63	62	70	13
Сахарная свекла	То же	72	70	71	96	35
То же	Чернозем	41	44	42	54	29
Кукуруза на силос	Дерново-подзолистая и серая лесная	75	98	86	102	12
Озимая рожь	То же	6,5	7,0	6,8	8,4	23
Яровая пшеница	Подзолистая, чернозем, темно-каштановая	6,3	3,0	5,2	8,6	65
Озимая пшеница	Подзолистая	8,9	6,4	7,7	8,5	8
То же	Чернозем	4,8	6,1	5,4	5,5	2
Капуста	Подзолистая и чернозем	75	145	110	125	14
Огурцы	То же	89	38	64	74	15

При сочетании навоза и минеральных туков эффективность их применения существенно повышается по сравнению с раздельным внесением такого же количества удобрений на равной площади (табл. 153). Совместное использование органических и минеральных удобрений положительно сказывается не только на урожайности отдельных культур, но и на среднегодовой прибавке урожайности всех культур севооборота (табл. 154).

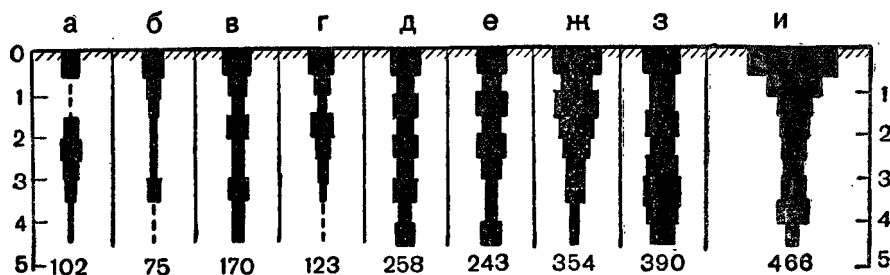


Рис. 15. Суммарное содержание на 1 га нитратного азота в 4,5-метровой толще почвогрунта и распределение его по профилю весной 1978 г.:

а — без удобрения, б — навоз, 50 т; в — РК; г — навоз 50 т+2NPK; д — 2NPK; е — навоз, 50 т+2NPK; ж — 3NPK; з — навоз, 50 т+3NPK; и — 4NPK.

В условиях интенсивного земледелия и промышленного животноводства рациональное сочетание органических удобрений с минеральными обеспечивает получение высоких урожаев, повышение плодородия почвы и служит действенным средством борьбы с потерями азота и защиты окружающей среды от загрязнения (табл. 155, рис. 15).

154. Эффективность сочетания навоза и минеральных удобрений в севооборотах на разных типах почв, ц/га з. е.
(по данным, обобщенным В. А. Васильевым, 1971)

Показатель	Дерново-подзолистые		Черноземы
	легкосуглинистые и супесчаные	тяжело- и среднесуглинистые	
Число ротаций	11	17	36
Урожай в контроле	17,1	31,8	29,0
Прибавка урожая:			
от навоза	9,4	13,2	7,9
от минеральных удобрений	7,6	18,4	7,8
В среднем от раздельного внесения удобрений	8,5	15,8	7,8
При сочетании половинных доз навоза и минеральных удобрений	10,4	17,0	8,2
Увеличение прибавки от сочетания удобрений, ц/га	1,9	1,2	0,4
То же, %	23	8	5

Исследованиями установлено, что совместное (не обязательно в смеси) применение органических и минеральных удобрений создает для растений режим устойчивого питания на протяжении все-

го вегетационного периода и способствует более полному их использованию.

155. Влияние удобрений на продуктивность севооборота, баланс гумуса и содержание $N-NO_3$ в почве и кормовой свекле (по данным В. А. Васильева, М. С. Лапаева, 1982)

Удобрения, внесенные за ротацию	Внесено азота за 11 лет, кг/га	Урожай всех культур за 11 лет	Прибавка урожая	Вынос азота, кг/га	Обнаружено N-NO ₃			Изменения в содержании гумуса, %
		ц/га з. е.			в корне-плодах, %	в ботве, %	в слое почвы 0-450 см, кг/га	
Без удобрений	—	250	—	398	0,03	0,02	0	—0,20
Навоз, 50 т	849	352	102	578	0,05	0,05	0	—0,05
1 норма NPK эквивалентна навозу	815	461	211	893	0,07	0,02	0	—0,22
Навоз, 50 т +	2480	619	369	1359	0,30	0,17	319	+0,27
+2 нормы NPK								
3 нормы NPK	2445	566	316	1427	0,36	0,30	543	—0,03

Чтобы получить высокий экономический эффект от применения органических и минеральных удобрений, их надо сочетать при внесении под интенсивные культуры в первую очередь на тех полях, куда можно доставить органические удобрения без больших затрат. На удаленных полях целесообразнее ограничиться применением минеральных туков в сочетании с соломой и сидератами, как это делают, например, при удобрении зерновых культур.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ КАЧЕСТВА

Фосфор и калий навоза, независимо от степени его разложения, хорошо усваиваются растениями в год внесения, если в почве достаточно азота. В год применения из навоза высвобождается аммиачный азот и лишь незначительное количество азота органических соединений после их разложения.

Для повышения коэффициента использования фосфора и калия подстилочного навоза, вносимого под яровые культуры, необходимо дополнительное внесение азотных удобрений. Доза внесения их в почву должна быть тем больше, чем меньше аммонийного азота содержится в навозе.

При использовании навоза в чистом пару под озимые культуры дополнять навоз азотными удобрениями не рекомендуется, так как в пару и без того накапливается много нитратного азота.

При наличии в хозяйстве навоза разной степени разложения более разложившийся следует вносить под яровые культуры, а менее разложившийся — под пропашные и озимые.

Важными показателями качества навоза являются отношение в нем углерода к азоту (C:N) и общее содержание азота. Навоз, в котором содержится не менее 2% общего азота в расчете на абсолютно сухую массу, а отношение углерода к азоту (C:N) не превышает 20:1, можно вносить под любую культуру без риска, что он вызовет азотное голодание растений в начальный период их развития.

Чем меньше отношение C:N и выше содержание азота в навозе, тем сильнее его удобрительное действие, и наоборот. В органическом веществе полуперепревшего навоза содержится в расчете на сухое вещество примерно 50% углерода (C). Зная зольность навоза и количество азота в нем в пересчете на сухое вещество, можно определить отношение углерода к азоту (C:N) по следующей формуле:

$$C:N = \frac{(100-a) \cdot 50}{100 \cdot D} = \frac{100-a}{2 \cdot D},$$

где a — зольность навоза, % на сухое вещество; $(100-a)$ — органическое вещество, %; D — содержание общего азота в расчете на абсолютно сухую массу навоза, %.

Например, при зольности, равной 30%, и 2%-ном содержании общего азота отношение углерода к азоту в навозе составит:

$$C:N = \frac{100-30}{2.2} = 17,5.$$

Но важно не только отношение $C:N$, но и доступность каждого из этих элементов для микрофлоры почвы. Различные источники органического вещества можно рассматривать преимущественно либо как источник легкодоступного углерода для микрофлоры почвы (глюкоза > крахмал > клетчатка > солома), либо как источник доступного азота (моча > жидкая фракция бесподстилочного навоза > навозные стоки > бесподстилочный навоз > кал). И те и другие могут быть использованы для повышения эффективного и потенциального плодородия почв.

Для этого первые необходимо дополнять минеральным или легкодоступным органическим азотом (азот мочи, жидкой фракции навоза и т. п.), а вторые — доступным для микроорганизмов источником углерода, например соломой, корневыми и пожнивными остатками, сидератами.

Хорошо приготовленный подстилочный навоз — эффективное органическое удобрение с благоприятным отношением $C:N$ (обычно близким к 20). В нем и углерод, и азот доступны для почвенных микроорганизмов. Он оказывает обычно существенное влияние на урожайность культур, пополнение запаса гумуса в почве и на эффективность минеральных удобрений.

В отличие от навоза торф, лигнин и другие источники органического вещества, в которых и углерод, и азот являются труднодоступными для микрофлоры почвы, представляют собой не что иное, как балласт, который, однако, ценится за высокую влагосмкость. Дополнение их легкоразлагаемым органическим веществом или минеральным азотом (и фосфором) не дает желаемых результатов.

Это следует иметь в виду при разработке приемов повышения плодородия почвы и оценке различных предложений по приготовлению удобрений из балластных материалов путем обогащения их минеральными туками.

Качество органических удобрений и требования к равномерности их внесения. Для определения норм внесения органических удобрений необходимо знать содержание в них питательных веществ. В связи с непостоянством и резкими колебаниями химического состава органических удобрений агрохимическая служба осуществляет систематический контроль за их качеством. Эта работа выполняется в соответствии с ГОСТ 26712—85 — ГОСТ 26718—85.

Технические условия на органические удобрения. В настоящее время на наиболее крупных животноводческих комплексах, в особенности на птицефабриках, накапливается настолько большое количество навоза и помета, что оно не может быть полностью использовано для удобрения на собственных сельскохозяйственных угодьях. Поэтому возникла необходимость реализации излишков навоза и помета ближайшим колхозам и совхозам. Но для этого потребовалось установить на удобрения нормируемые показатели качества и соответствующие цены. В связи с изложенным в нашей стране были разработаны 13 технических условий (ТУ) на навоз свиней, крупного рогатого скота, куриный помет и компосты на их основе.

В таблице 156 представлены основные нормируемые показатели качества органических удобрений, которыми следует руководствоваться только при реализации удобрений потребителям. Массовая доля влаги в органических удобрениях, а также содержание общего азота и фосфора как нормируемых показателей качества указаны при максимально допустимом содержании влаги в навозе и курином помете, которое согласовано с главными управлениями животноводства, свиноводства, земледелия МСХ РСФСР и Птицепромом РСФСР.

В основу разработки ТУ на навоз, куриный помет и компосты (за исключением компостов с торфом) положены минимальное содержание общего азота в навозе и помете и среднее содержание его во влагоемких поглотителях — опилках, коре и лигнине. Для компостов с торфом в качестве основного нормируемого показателя качества принято общее содержание фосфора (P_2O_5).

Приведенная в таблице 156 примерная цена 1 т компоста не учитывает стоимости доставленного в хозяйство торфа, опилок, коры и лигнина в его составе, так как затраты на производство и доставку указанных влагоемких поглотителей оплачиваются обычно за счет операционных средств госбюджета.

Соответствие качества отпускаемых удобрений техническим условиям определяется лабораторией поставщика удобрений, а при отсутствии таковой — проектно-изыскательской станцией химизации сельского хозяйства по договору с поставщиком удобрений (птицефабрикой, животноводческим комплексом). В соответствии с результатами агрохимических анализов поставщик обязан на каждую партию отпускаемой продукции выдавать удостоверение о ее качестве.

При более высоком содержании азота (фосфора) рекомендуется цену 1 т удобрения увеличивать пропорционально росту содержания в нем азота или фосфора. Если же питательного элемента содержится меньше нормы, ограниченной ТУ, то потребитель вправе отказаться от получения удобрения или принять его

156. Основные нормируемые показатели качества органических удобрений

Удобрение (ТУ)	Массовая доля влаги, % не более	Содержание на абсолют- но сухое вещество по нормируемым показа- телям, % не менее		Примерная цена за 1 т, руб.
		№ общ	P ₂ O ₅	
Помет куриный для удобрения и приготовления компостов (ТУ 46 — РСФСР 295—83)	90	Б	х	0,45
Навоз КРС бесподстилочный для удобрения и приготовления ком- постов (ТУ 46 — РСФСР 326—84):				
для удобрительных поливов	х	х	х	0
для удобрения с помощью цистерн	96	х	х	0,10
для компостирования с тор- фом	93	х	х	0,75
для компостирования с поч- вой	90	х	х	1,30
Навоз свиной жидкий для удоб- рения и приготовления компостов (ТУ 46 — РСФСР 322—84):				
для удобрительных поливов	х	х	х	0
для удобрения с помощью цистерн	97	х	х	0
для компостирования с тор- фом	95	х	х	0,30
для компостирования с поч- вой	90	х	х	1,60
Компост торфопометный (ТУ 46 — РСФСР 296—83)	70	х	0,5	0,65
Компост пометно-опиловый (ТУ 46 — РСФСР 297—83)	75	1,8	х	0,80
Компост пометно-коровий (ТУ 46 — РСФСР 298—83)	75	0,9	х	0,70
Компост пометно-лигнинный (ТУ 46 — РСФСР 299—83)	75	0,9	х	0,90
Компост пометно-почвенный (ТУ 46 — РСФСР 329—84)	45	0,4	х	1,00
Компост торфонавозный из сви- ного навоза (ТУ 46 — РСФСР 323—84)	75	х	0,3	0,60
Компост навозно-почвенный из свиного навоза (ТУ 46 — РСФСР 325—84)	45	0,4	х	1,50
Компост торфонавозный из наво- за КРС (ТУ 46 — РСФСР 327—84)	75	х	0,2	0,70
Компост навозно-почвенный из на- воза КРС (ТУ 46 — РСФСР 328—84)	45	0,25	х	1,40
Навоз свиной, твердая фракция (ТУ 46 — РСФСР 324—84)	75	1,4	х	1,60

х Не нормируется.

по цене, определяемой соглашением между поставщиком и потребителем этого удобрения.

Требования к равномерности внесения. Поля, где намечено вносить твердые органические удобрения, следует подготовить для эффективной работы механизмов: освободить от препятствий, мешающих работе, или отметить их предупредительными знаками. Удобрения должны быть равномерно распределены по поверхности поля (неравномерность внесения не должна превышать $\pm 25\%$) и полностью заделаны в почву. До начала работы поле разбивается на загоны. Отклонение фактической нормы внесения от заданной не должно быть более $\pm 15\%$. Огрехи не допускаются.

Неравномерность по ширине разбрасывания допускается не более $\pm 25\%$, а нестабильность нормы по ходу движения агрегата не более $\pm 10\%$.

Отклонение от нормы внесения не должно превышать $\pm 10\%$. Жидкий навоз необходимо равномерно распределять по поверхности поля (неравномерность внесения не должна превышать $\pm 25\%$). Огрехи не допускаются.

При удалении навоза из животноводческих помещений, подготовке его к использованию, хранении и внесении в качестве удобрения необходимо неукоснительно соблюдать требования техники безопасности и производственной санитарии.

СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

В зависимости от физико-механических свойств органических удобрений используют в основном две системы машин и оборудования. Одна из них предназначена для внесения удобрений, хранящихся навалом, другая — для жидких удобрений.

Погрузчики твердых удобрений. Для погрузки подстилочного навоза, компостов, твердой фракции бесподстилочного навоза и других органических удобрений, хранимых навалом, используют в настоящее время в основном грейферные погрузчики ПЭ-0,8Б и ПЭА-1,0 (самоходный), фронтально-перекидные погрузчики ПБ-35 и ПФП-1,2, иногда для этой цели используют также экскаваторы различных марок. Техническая характеристика их приводится ниже.

Фронтально-перекидные погрузчики не следует использовать для погрузки смерзшихся глыб удобрений, так как это приводит к поломке бортов автомобилей и тракторных прицепов.

Транспортные средства. Для транспортировки органических удобрений применяют тракторные прицепы-самосвалы и автомобили-самосвалы, характеристики которых приводятся ниже.

При равной грузоподъемности тракторного прицепа и автомобиля-самосвала намного выгоднее использовать автосамосвал при любых расстояниях транспортировки. Однако при бездорожье целесообразнее вывозить удобрения тракторными агрегатами.

Навозоразбрасыватели. Для сплошного внесения органических удобрений и транспортировки их на короткие расстояния применяют кузовные прицепы-навозоразбрасыватели 1-ПТУ-4, РОУ-5, РОУ-6, КСО-9, ПРТ-10 и ПРТ-16. В соответствии с агротехническими требованиями ими разбрасывают от 10 до 60 т/га органических удобрений. Неравномерность распределения их по ширине захвата не должна превышать $\pm 25\%$, а неустойчивость (изменение нормы) по ходу движения должна быть в пределах $\pm 15\%$.

Характеристика навозоразбрасывателей приведена ниже.

В настоящее время завершена разработка высокопроизводительной машины для транспортировки и внесения твердых органических удобрений МТТ-23 грузоподъемностью 23 т.

Машины и оборудование для применения жидких органических удобрений. Для погрузки навоза в мобильные транспортные сред-

ства применяют в основном погрузчики НЖН-200, НШ-50 и ПНЖ-250.

Техническая характеристика погрузчиков

Показатель	Марка погрузчика				
	ПЭ-0,8Б	ОЭ-2621	ПБ-35	ПФП-1,2	ПЭА-1,0
Агрегатируется с трактором	ЮМЗ-6Л	ЮМЗ-6Л	Т-74, ДТ-75	ДТ-75М	Самоходный
Грузоподъемность, т	0,8	0,5	0,8—1,5	1,25—1,5	1,0
Вместимость ковша, м³	0,44	0,15	0,6	0,9	1,0
Погрузочная высота, м	3,4	3,3	2—2,5	2—3,2	4,3
Среднее время цикла, с	15—20	—	60—70	—	20
Средняя сменная производительность, т/ч	50—70	20	50	70	100—150

Техническая характеристика прицепов-самосвалов сельскохозяйственного назначения

Показатель	Марка транспортного прицепа-самосвала			
	2-ПТС-4М	2-ПТС-6	1-ПТС-9Б	3-ПТС-12
Агрегатируется с тракторами	МТЗ-50, МТЗ-80	МТЗ-80, Т-150К	Т-150К, К-700	К-700
Вместимость кузова без надставных бортов, м³	3,14	5,5	8,5	11,6
Грузоподъемность, т	4	6	9	12
Погрузочная высота по бортам платформы, мм	1615	1690	2100	2100

Насос типа НЖН-200 предназначен для выгрузки жидкого навоза из хранилищ в транспортные средства или перекачивания по трубопроводу на небольшие расстояния. Его можно транспортировать трактором или автомобилем от одного навозосборника к другому.

Техническая характеристика автомобилей-самосвалов
сельскохозяйственного назначения

Показатель	Марка автомобиля-самосвала			
	ГАЗ-93Б	ЗИЛ-ММЗ-585М	ЗИЛ-ММЗ-55Б	ГАЗ-53Б
Вместимость кузова, м³	1,65	4,4	3,2	5,0
Грузоподъемность, т	2,25	3,5	4,5	3,5
Погрузочная высота по бортам платформы, мм	1465	2250	1900	1150

Мобильный погрузчик жидких органических удобрений ПНЖ-250 предназначен для перемешивания и измельчения навоза в навозоприемниках и навозохранилищах и подачи его в транспортные средства. В зависимости от режима работы погрузчика навоз из заправочной штанги может быть направлен в транспортное средство или снова в хранилище для перемешивания.

Техническая характеристика навозоразбрасывателей

Показатель	Марка разбрасывателя				
	1-ПТУ-4	РОУ-5	РОУ-6	ПРТ-10	ПРТ-16
Агрегируется с трактором		МТЗ-80/82		Т-150К	К-700, К-701
Грузовместимость, т	4	5	6	10	15
Скорость, км/ч:					
рабочая, до	10	12	12	12	10
транспортная, до	25	25	25	30	30
Ширина захвата, м	5—6	5—6	5—6	6—12	6—12
Погрузочная высота, м:					
с основными бортами	1,65	1,66	1,75	2,15	2,15
с надставными бортами	2,00	1,83	1,90	—	—
Расчетные нормы, т/га	10—60	10—60	10—60	15—45	20—60
Средняя сменная производительность при транспортировке навоза на 3 км, т/ч	7,1	9,15	10,2	17,65	25,6

Погрузчик ПНЖ-250 применяют во всех зонах независимо от размеров и видов ферм и комплексов. Наиболее эффективен при групповой работе большегрузных цистерн на внесении навоза из полевых навозохранилищ. Погрузчик типа ПНЖ-250 может быть

использован также для перекачки жидкого навоза влажностью более 90% по трубопроводу на расстояние 400—800 м. Погрузчик может перемешивать, измельчать и забирать массу вдоль всего периметра хранилища, обеспечивая таким образом его полное опорожнение.

Техническая характеристика насосов-погрузчиков

Показатель	Марка насоса-погрузчика		
	НШ-50	НЖН-200	ПНЖ-250
Тип	Стационарный	Передвижной	Навесной
Привод	Электро-двигатель	Электро-двигатель	От ВОМ трактора МТЗ
Производительность за 1 ч чистой работы, т	До 70	До 300	До 300
Потребляемая мощность, кВт	До 10	До 22	До 40
Масса, кг	596	1400	900
Глубина забора, м	3	3,5	3
Напор, МПа	0,15	0,20—0,25	0,25—0,30
Влажность перекачиваемой массы, %	92 и выше	90—92 и выше	86 и выше
Габариты в рабочем положении, мм:			
длина	4360	1650	1250
высота	1300	3300—6800	4300
ширина	760	1900	3400

В перерывах между загрузкой машин для внесения удобрений погрузчик ПНЖ-250 можно использовать для гомогенизации и измельчения навозной массы, разрушения поверхностной корки, размывания осадка.

Шнековый насос НШ-50 применяется для выгрузки жидкого навоза из небольших хранилищ. Применение насоса НШ-50 возможно лишь на свежем, нерасслоившемся бесподстилочном навозе влажностью выше 92% с минимальным содержанием солоmistых включений и остатков корма.

Бесподстилочный навоз, подготовленный к внесению, доставляют из хранилищ в поле (в полевое навозохранилище, к заправочной станции или гидрантам). Транспортируют его от прифермских хранилищ до удобряемого поля по напорным трубопроводам диаметром 180 мм с помощью насосов или мобильными тракторными или автомобильными цистернами. Низконапорные насосы применяют для перекачивания навоза из навозосборника в карантинные навозоприемники, а затем — в навозохранилища. Кроме того, их используют для загрузки мобильных транспортных

средств. Для перекачивания в поле на значительное расстояние лучше применять высоконапорные насосы для вязких жидкостей, развивающие высокий напор (более 70 м) при подаче от 160 до 400 м³/ч. При отсутствии насосов высокого давления последовательно включают два низконапорных насоса. Для транспортировки и внесения бесподстилочного навоза применяют тракторные цистерны-разбрасыватели РЖТ-4, РЖТ-8 и РЖТ-16, автомобильный разбрасыватель РЖУ-3,6.

Машина РЖУ-3,6 на базе автомобиля ГАЗ-53А предназначена для забора из жижеборников и хранилищ жижи и жидкого навоза влажностью выше 90%, транспортировки и разбрасывания его по полю.

Машины РЖТ-4, РЖТ-8, РЖТ-16 предназначены для выгрузки из хранилища, транспортировки, перемешивания и сплошного поверхностного разбрасывания навоза влажностью свыше 92%. Машины этого типа самозагружаются с помощью вакуума и могут быть использованы для перевозки других жидких грузов.

Скорость заполнения цистерн 0,6—1 т/мин, глубина забора удобрений составляет 2,5—3 м при влажности 90% и более. Самозагрузка РЖТ-16 обеспечивается нагнетательным центробежным насосом, предназначенным для опорожнения емкости при внесении навоза. Цистерны-разбрасыватели РЖТ-4, РЖТ-8 и РЖТ-16 оборудованы устройствами для перемешивания навоза в цистерне. Для полного перемешивания навоза достаточно работы насоса в режиме «перемешивание» в течение 1 мин.

Техническая характеристика машин для внесения бесподстилочного навоза, по данным Всесоюзного научно-исследовательского института механизации (ВИМ), приведена ниже.

Для крупных животноводческих ферм промышленного типа наиболее пригодна машина РЖТ-16; возможно также использование цистерн РЖТ-8 и ХТС.100.27 вместимостью 10 м³ (производство ГДР).

В последнее время с учетом накопленного опыта эксплуатации цистерн-разбрасывателей типа РЖТ проведена их модернизация. Усовершенствованные машины прошли испытания на машиноиспытательных станциях и рекомендованы к производству. Техническая характеристика их приведена ниже.

Для внесения в почву жидкого навоза влажностью более 92% выпускается агрегат АБВ-Ф-2,8, включающий машину МЖТ-10 и навешенное на нее приспособление для внутрпочвенного внесения навоза на лугах и пастбищах. Агрегат рассчитан на внесение трех норм удобрений: 75, 100 и 120 т/га.

Твердую фракцию, получаемую при механическом разделении навоза и содержащую обычно более 22% сухого вещества, вносят навозоразбрасывателями. Осадок, получаемый в процессе естественного осадения при содержании в нем сухого вещества до

Техническая характеристика машин для внесения жидких органических удобрений

Показатель	Марка машины			
	РЖУ-3,6	РЖТ-4	РЖТ-8	РЖТ-16
Тип машины	Навесная	Прицепная	Прицепная	Прицепная
Агрегатирование	Автомобиль	Трактор	Трактор	Тракторы
	ГАЗ-53А	МТЗ	Т-150К	К-700, К-701
Потребляемая мощность, кВт	До 37	26 — на ВОМ, 37 — общая	35 — на ВОМ, 81 — общая	37 — на ВОМ, 88—140 — общая
Скорость, км/ч:				
рабочая	До 15	8—10	8—11	9—10
транспортная	До 60	В зависимости от дорожных условий		
Рабочая ширина захвата, м	6—8	11—18	12—13	9—10
Производительность, т/ч, при максимальном расстоянии транспортировки:				
3 км	5,5	6,0	14	30
5 км	4,1	4,2	10	22
Грузоподъемность, т	3,4	6,0	8,0	15,2
Время самозагрузки, мин	6—10	3—6	5—9	6—8
Максимальная глубина забора от нулевого уровня, м:				
	2,0	3,0	3,0	3,5
Неравномерность внесения, %:				
по ширине захвата	24	23	18	20
по длине прохода	15	13	14	11
Радиус поворота, м	8,25	5,5	7,0	8,3
Необходимая ширина поворотной полосы, м	14	10	12	14
Масса, кг	1310	1936	4000	6365
Удельное давление шин на почву, кПа	400	470	350	320
Максимальная высота погрузки, м	2,5	2,9	3,2	3,06
Доза внесения, т/га	5—25	10—40	10—60	10—60

12%, тщательно перемешивают, а затем вывозят и вносят цистернами-разбрасывателями. При содержании же в осадке сухого вещества от 12 до 20—22% его можно перевозить и вносить только машинами с герметичными кузовами. При отсутствии в хозяйстве этих машин такую массу приходится компостировать, что требует значительных затрат.

Внесение бесподстилочного навоза цистернами-разбрасывателями осуществляют по прямоточной, перевалочной, перегрузочной и комбинированной технологиям.

Техническая характеристика машин типа МЖТ

Показатель	Марка машины		
	МЖТ-10	МЖТ-16	МЖТ-23
Агрегатируется с трактором	T-150K	K-701	K-701, K-710
Грузоподъемность, т	10	16	23
Производительность за 1 ч смешного времени при транспортировке на расстояние 3 км, т	18	28	37
Время самозагрузки, мин	4—7	6—12	8—12
Ширина захвата при разбрасывании удобрений, м	6—12	6—12	6—12
Габаритные размеры, мм	7100×2460× ×3300	8000×2500× ×3500	9000×2870× ×3200
Масса, кг	4100	5800	9200

По *прямоточной технологии* навоз, загруженный из прифермского хранилища, доставляют в поле и распределяют по поверхности почвы цистернами-разбрасывателями с последующей заделкой почвообрабатывающими орудиями.

По *перевалочной технологии* навоз из прифермских хранилищ транспортируют по трубопроводу или цистернами в полевые хранилища для временного хранения, а затем грузят его в цистерны-разбрасыватели. Внесение навоза по такой технологии целесообразно при большом удалении полей от прифермских навозохранилищ (более 5—7 км). Эта технология рекомендуется для уменьшения объема прифермских навозохранилищ и улучшения санитарно-гигиенического состояния на фермах. Вместимость и число полевых навозохранилищ определяются объемами накопления навоза. Полевые навозохранилища рационально размещать у дорог и по возможности в центре массива удобряемых полей: их оборудуют подъездными путями и местами для загрузки машин. Применение мобильных погрузчиков-измельчителей при перева-

лочной технологии рекомендуется на небольших полевых навозохранилищах, а также при длительном хранении в них жидкого навоза. Полевые навозохранилища сооружаются глубиной не более 3 м. Они должны обеспечивать возможность загрузки машин по крайней мере с двух сторон хранилища. Применение мобильных машин для заполнения полевых навозохранилищ целесообразно при отсутствии в хозяйстве трубопроводов, а также при необходимости систематического освобождения прифермских навозохранилищ. Полевые навозохранилища заполняют в период, когда поля заняты посевами, или в зимний период для сокращения транспортных работ в напряженные периоды. Располагают полевые хранилища таким образом, чтобы радиус транспортировки навоза не превышал 2 км.

По перегрузочной технологии навоз загруженный из прифермского хранилища в большегрузные цистерны, доставляют к месту внесения, перегружают в полевые машины или мобильные бункера-накопители и разбрасывают его по поверхности поля с последующей заделкой почвообрабатывающими орудиями.

Такая технология целесообразна при удалении удобряемых полей от хранилищ более 5 км, при наличии большегрузных цистерн РЖТ-16 и необходимости внутрипочвенного внесения навоза или подкормки пропашных культур.

По комбинированной технологии навоз перекачивают по трубопроводам к полевым гидрантам или заправочным станциям (раздаточным колонкам), а затем вносят его цистернами-разбрасывателями с последующей заделкой в почву.

Такую технологию внесения бесподстилочного навоза целесообразно применять при большом удалении удобряемых полей от навозохранилищ (более 5—7 км). Эта технология предусматривает отрядную систему работы машин. Заправочные гидранты снижают затраты на транспортировку и позволяют эффективно использовать цистерны-разбрасыватели меньшей грузоподъемности (например, РЖТ-4).

Применение трубопроводов для транспортировки навоза к полевым хранилищам, гидрантам или заправочным колонкам дает возможность существенно снизить затраты на транспортировку и предотвратить загрязнение дорог.

ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

К внесению органических удобрений поле должно быть заблаговременно подготовлено. Для этого его разбивают на загоны, отбивают на нем поворотные полосы, устраняют препятствия, мешающие работе агрегатов, обозначают вешками линию первого прохода. Поля неправильной конфигурации разбивают на отдельные участки правильной формы.

ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ, ХРАНИМЫХ НАВАЛОМ

В настоящее время около 65% органических удобрений вывозят на поля зимой. В это время весь свободный транспорт следует включать в состав механизированных отрядов по вывозке органических удобрений на поля.

В зависимости от места хранения навоза, удаленности полей, на которых будут разбрасываться удобрения, а также технических данных машин для погрузки, транспортировки и разбрасывания удобрений и обеспечения хозяйства этими машинами применяют две технологические схемы внесения удобрений: прямоточную, или бесперевалочную (ферма — поле), и перевалочную.

По прямоточной технологии удобрения от животноводческих ферм вывозят в поле и сразу разбрасывают. Для транспортировки удобрений от фермы до поля используют навозоразбрасыватели, что снижает их сменную производительность. Затраты в расчете на 1 т внесенного удобрения (по сравнению с перевалочной технологией) несколько уменьшаются, если расстояние от фермы до поля не превышает 1—1,5 км. Поэтому прямоточная технология может быть рекомендована для удобрения близлежащих к фермам полей и ее применяют только в том случае, если в хозяйстве достаточно навозоразбрасывателей.

По перевалочной технологии органические удобрения заблаговременно вывозят в поле, укладывают и хранят в штабелях до внесения в почву. В этом случае навозоразбрасыватели использу-

ют только для внесения удобрений, поэтому их сменная производительность значительно повышается.

Внося удобрения, навозоразбрасыватель движется перпендикулярно ряду штабелей, удаляясь от него на половину длины рабочего хода. Затем он разворачивается и, возвращаясь к штабелю, разбрасывает оставшуюся половину удобрений (см. рис. 4).

При использовании этой технологии важно определить оптимальную массу штабелей и правильно расположить их на удобряемом поле так, чтобы холостые пробеги навозоразбрасывателей были минимальными. Оптимальная масса штабеля навоза или компоста, предназначенного для хранения в зимнее время, — 60—100 т (при массе менее 60 т штабель сильнее промерзает). Если удобрения хранят летом, штабеля целесообразнее укладывать массой 40—80 т. При большей их массе навозоразбрасыватели используются менее производительны.

В поле штабеля следует располагать рядами. Места их укладки обозначают вешками. Расстояния между рядами штабелей (P_1) берут равным длине рабочего хода навозоразбрасывателя; его определяют по формуле:

$$P_1 = \frac{10\,000 \cdot \Gamma}{H \cdot Ш},$$

где Γ — грузоподъемность разбрасывателя, т; H — норма удобрения на 1 га, т; $Ш$ — ширина захвата навозоразбрасывателя, м.

Расстояния между рядами штабелей зависят от марки навозоразбрасывателя и нормы удобрения (табл. 157).

157. Расстояние между рядами штабелей в зависимости от марки навозоразбрасывателя и нормы удобрения, м

Марка навозоразбрасывателя	Расстояние между рядами штабелей при нормах внесения на 1 га, т				
	15	20	30	40	50
ИПУ-4, РОУ-5, РОУ-6	533	400	266	200	160
КСО-9, ПРТ-10	833	625	416	313	250
ПРТ-16	1333	1000	666	500	400

Первый ряд штабелей располагают, отступив от края поля на расстояние, равное половине длины рабочего хода навозоразбрасывателя; остальные ряды — параллельно первому с расстоянием между ними, равным длине рабочего хода навозоразбрасывателя (длина рабочего хода — расстояние, которое проходит навозоразбрасыватель от начала разбрасывания до полного опорожнения кузова).

На небольших полях при внесении малых норм удобрений большегрузными навозоразбрасывателями (когда длина гона меньше указанных расстояний) обычно бывает достаточно одного ряда штабелей посередине поля или даже на краю его.

Расстояние между штабелями в ряду (P_2) определяют по формуле:

$$P_2 = \frac{B \cdot \text{Ш}}{\Gamma},$$

где B — масса штабеля, т; Ш — ширина захвата навозоразбрасывателя, м; Γ — грузоподъемность навозоразбрасывателя, т.

В таблице 158 приведены вычисленные по этой формуле расстояния между штабелями в ряду.

158. Расстояние между штабелями в ряду в зависимости от их массы и марки навозоразбрасывателя, м

Марка навозоразбрасывателя	Расстояние между штабелями в ряду в зависимости от массы штабеля, т				
	40	60	80	100	120
1-ПТУ-4, РОУ-5	50	75	100	125	150
КСО-9, ПРТ-10	32	48	64	80	96
ПРТ-16	20	30	40	50	60

ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ ЖИДКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

Бесподстильный навоз можно эффективно использовать для удобрения по следующим технологическим схемам, предусматривающим строительство как прифермских, так и полевых навозохранилищ (заправочных станций):

А. Прифермское навозохранилище — цистерна — полевое навозохранилище — цистерна-разбрасыватель — поле.

Б. Прифермское навозохранилище — трубопровод — полевое навозохранилище (гидрант) — цистерна-разбрасыватель — поле.

В. Навозохранилище — трубопроводная сеть — дождевальная установка и цистерна-разбрасыватель — поле.

Схему А применяют при отсутствии трубопровода для перекачивания навоза из прифермского хранилища в полевое. В этом случае его выгружают в цистерны и вывозят в полевые навозохранилища. В период внесения удобрений навоз из прифермских и полевых хранилищ грузят в цистерны-разбрасыватели, вывозят в поле, разбрасывают по поверхности и, как только это становится возможным, заделывают в почву.

Схема Б при отсутствии трубопроводной сети и дождевальных установок намного эффективнее первой. Транспортировка жидкого навоза из прифермского хранилища в полевые по трубам с последующим внесением его цистернами-разбрасывателями позволяет намного снизить транспортные расходы и значительно повысить производительность труда. При удобрении полей по схемам А и Б навоз не разбавляют водой.

Схему В применяют при наличии трубопроводной сети и установки для дождевания. В период вегетации, когда вода необходима для полива растений, навоз (после хранения в неразбавленном виде) разбавляют водой в соотношении 1:5—7. Во вневегетационный период его разбавляют водой в соотношении 1:1—3. Работа по этой схеме не исключает одновременного использования цистерн-разбрасывателей для внесения неразбавленного навоза на площадях, где нецелесообразно устройство оросительной системы. Возможны и другие технологические схемы.

Для крупных животноводческих комплексов промышленного типа наиболее целесообразно использование навоза по технологической схеме В, предусматривающей сочетание удобрительных поливов с внесением навоза цистернами-разбрасывателями как на неорошаемых, так и орошаемых площадях. На орошаемых участках ее применяют обычно при внесении бесподстилочного навоза под вспашку или предпосевную обработку почвы. Использование бесподстилочного навоза по технологической схеме В целесообразно при наличии достаточной площади сельскохозяйственных угодий, пригодных по климатическим и другим условиям для удобрения и орошения. Рекомендуемая для крупных комплексов технологическая схема подготовки и использования гомогенизированного навоза для удобрения представлена на рисунке, приведенном на форзаце.

По рекомендуемой технологической схеме между животноводческими помещениями и навозохранилищами должны быть карантинные навозоприемники. Их используют в качестве промежуточных емкостей, где навоз выдерживают в течение 6 суток. Число карантинных навозоприемников и место их строительства определяют в зависимости от размеров и планировки фермы, количества и размещения помещений. Во всех случаях их должно быть не менее трех. Пока в первом навоз выдерживают в течение 6 дней, второй заполняют. Если за это время не обнаруживают опасных инфекций, то навоз из первого карантинного навозоприемника направляют в навозохранилище. В случае возникновения опасного заболевания животных на ферме навоз в двух карантинных навозоприемниках подвергают дезинфекции с последующим использованием по указанию и под руководством специалистов ветеринарной службы, а в третий принимают в это время поступающий с фермы навоз.

Карантинные навозоприемники оборудуют устройствами для перемешивания бесподстилочного навоза, обеспечивающими приготовление однородной (гомогенной) массы, а также дозаторами для внесения в гомогенную массу навоза химических реагентов, необходимых для его дезинфекции.

Наряду с карантинными навозоприемниками необходимо иметь в запасе стационарную или мобильную установку для обеззараживания навоза термическими или другими методами, которую используют в тех случаях, когда дезинфекция химическими веществами не обеспечивает обеззараживания навоза от возбудителей опасных заболеваний.

Навозохранилища загружают поочередно до полного заполнения. В таком же порядке выгружают навоз до полного опорожнения хранилищ. Во время хранения навоз систематически (примерно один раз в декаду) перемешивают, чтобы не допустить образования прочной корки на поверхности. При погрузке в цистерны-разбрасыватели и перекачивании по трубопроводу навоз перемешивают несколько раз в день для поддержания всей массы в однородном состоянии. Из навозохранилищ навоз направляют в смесительную камеру, где он смешивается с водой, а затем двумя последовательно установленными насосами низкого давления подается на орошение. При наличии насоса высокого давления можно обойтись без смесительной камеры. В этом случае навоз из хранилища перекачивают непосредственно в поле, к дождевальной установке. С водой навоз смешивают в транспортном потоке трубопровода. Установка датчиков расхода навоза и воды и исполнительных насосов позволяет автоматически программировать степень разбавления навоза водой.

При использовании навоза в качестве удобрения по технологическим схемам Б и В строить полевые навозохранилища, как правило, нецелесообразно. Лучше вместо них иметь небольшие по вместимости заправочные станции или гидранты для подачи навоза в цистерны-разбрасыватели или дождевальные установки.

В случае выхода с фермы сильно разбавленных водой навозных стоков их разделяют на фракции. Эту технологию применяют также, когда нет приспособлений для тщательного измельчения твердых включений и устройств для гомогенизации навоза во время хранения, а дождевальные установки не имеют эластичных распылителей. В таких случаях она обеспечивает более надежную работу системы трубопроводов, дождевальных установок и цистерн-разбрасывателей. Разделять стоки на фракции нужно сразу после выдерживания в карантинных навозоприемниках.

Твердую фракцию укладывают в штабель. При влажности ее 65—67% температура внутри штабеля достигает летом 60—65°C. При такой температуре гибнут яйца и личинки гельминтов, мух и многие патогенные микроорганизмы.

Жидкую фракцию хранят в навозохранилищах и обязательно используют для удобрения, так как в ее составе не менее 70 % питательных веществ, содержащихся в навозе до его разделения на фракции.

При работе по любой схеме солому, если ее не используют на корм скоту или для других целей, разбрасывают в измельченном виде по поверхности убранных полей.

По данным ЦНИИМЭСХ и НИИСХ центральных районов Нечерноземной зоны, затраты труда на раздельное применение бесподстилочного навоза и равномерно разбросанной по полю измельченной соломы примерно в 2 раза меньше, чем на внесение подстилочного навоза или компоста, приготовленного с использованием равного количества соломы.

Компостировать бесподстилочный навоз с торфом или соломой на крупных животноводческих фермах промышленного типа нецелесообразно, так как при этом накапливается, как правило, вполне достаточное количество навоза для удобрения всей площади сельскохозяйственных угодий. Однако на мелких и средних фермах из-за недостатка органических удобрений и отсутствия техники для применения бесподстилочного навоза компостирование обеспечивает увеличение производства удобрения, пригодного к использованию с помощью обычных погрузчиков, транспортных средств и навозоразбрасывателей.

В таежных и подтаежных районах Сибири зимнее внесение навоза затруднено глубоким снежным покровом, расчлененностью рельефа и наличием значительных склонов. Хранение его в открытых хранилищах исключено, так как он промерзает на всю глубину и за лето не успевает оттаять. Поэтому компостирование жидкого навоза с торфом является здесь единственным способом его подготовки к использованию. В этих условиях целесообразно на примыкающую к помещению бетонированную площадку компостирования, выполненную в виде линзы, уложить торф слоем около 2 м, а под торф подавать снизу под давлением бесподстилочный навоз по наклонной трубе. Во избежание забивания трубы торфом конец ее должен быть загнут в сторону земли. Запаса торфа на площадке должно быть достаточно на весь зимний выход навоза. Весной накопленную за зиму массу тщательно перемешивают бульдозером.

Компостируют навоз в хранилищах и на бетонированных площадках возле ферм. На 1 т торфяной крошки влажностью не выше 60 % берут не более 1 т навоза влажностью около 90 %. Такие компосты зимой иногда замерзают. Весной после оттаивания их перемешивают бульдозером, передвигая на другое место. В разрыхленном компосте температура быстро повышается, и он хорошо созревает до внесения в пары, под вспашку парозанимающих культур и зябь.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

Применение органических удобрений, связанное с вывозом на поля огромной массы навоза и компостов, в значительной мере является транспортной, а следовательно — экономической проблемой. Поэтому экономическая эффективность применения органических удобрений в наибольшей мере зависит от размеров затрат на транспортные работы.

В соответствии с Методическими указаниями* для определения экономической эффективности применения удобрений из стоимости прибавки урожая исключают стоимость самого удобрения, затраты на погрузку, вывоз и внесение его в почву, а также затраты, связанные с уборкой и реализацией дополнительного урожая, полученного от применения удобрений.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТРАСЛЕВОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Для определения экономической эффективности применения навоза могут быть даны две оценки: общехозяйственная и отраслевая. Чтобы определить общехозяйственную экономическую эффективность применения навоза, необходимо знать себестоимость приготовления и хранения 1 т этого удобрения. Но она находится в большой зависимости от принятой технологии, стоимости оборудования и сооружений для подготовки и хранения навоза и целого ряда других показателей. Даже в одном и том же хозяйстве себестоимость приготовления и хранения 1 т навоза на фермах, построенных по разным проектам, далеко не одинакова. В связи с этим общехозяйственную экономическую эффективность применения навоза в качестве удобрения имеет смысл определять только для оценки уровня технических решений по приготовлению и хранению навоза, заложенных в проекты крупных животноводческих ферм и комплексов. Для такой оценки пользуются Типовой методикой определения экономической эффективности капи-

* Методические указания по определению экономической эффективности удобрений и других средств химизации, применяемых в сельском хозяйстве.— М.: Колос, 1979.

тальных вложений, утвержденной Госпланом, Госстроем и президентом Академии наук СССР.

Давать же оценку применения навоза как удобрения по общехозяйственной экономической эффективности было бы ошибочным. При таком подходе навоз с разных ферм, но с одинаковым химическим составом и равным действием на урожай получил бы различную оценку экономической эффективности. Поэтому для оценки навоза как удобрения определяют отраслевую экономическую эффективность применения его в земледелии.

Стоимость дополнительного урожая от применения органических удобрений определяют путем умножения полученной прибавки урожайности на среднюю цену реализации, что обычно не вызывает никаких затруднений. Несколько сложнее определить затраты на применение удобрений и оценить стоимость органических удобрений.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАТРАТ НА ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ

В бухгалтерском учете затраты на применение всех удобрений отражаются по отдельным культурам только на всю площадь посева. По каждому участку, обработанному различными видами и дозами удобрений, учет затрат не ведется. Работа же по определению затрат на транспортировку, подготовку и внесение удобрений чрезвычайно трудоемка. Для определения их приходится по каждому виду фактически выполненных работ подсчитывать затраты на основную и дополнительную оплату труда с косвенными начислениями, на горючее, топливо и смазочные материалы, отчисления на текущий ремонт и амортизацию, общепроизводственные и общехозяйственные расходы.

Поэтому затраты на применение удобрений целесообразнее определять другим методом, согласно которому все фактически выполненные объемы механизированных тракторных работ переводят по соответствующим коэффициентам в условные эталонные гектары. Затем полученное по каждому виду работ количество условных гектаров умножают на фактическую себестоимость 1 условного гектара и получают себестоимость соответствующего вида работы, выполненной тракторами. Объем автомобильных перевозок можно оценить по себестоимости тонно-километра (что менее точно для расстояний до 7 км) или по стоимости перевозки 1 т удобрений согласно единым тарифам на перевозку грузов автомобильным транспортом.

Коэффициенты перевода тракторных работ в эталонные гектары рассчитывают по нормативным документам как отношение эталонной выработки соответствующего трактора за 7-часовую рабо-

чую смену на пахоте к сменной выработке машины, с которой он агрегатирован. Ниже приводятся полученные таким образом коэффициенты перевода механизированных тракторных работ в эталонные гектары: штабелевание 1 т органических удобрений бульдозером Д-535 (Д-606) — 0,018, погрузка 1 т удобрений погрузчиками ПБ-35, ПЭ-0,8 (ПФП-1,2) — 0,03, вывозка навоза прицепом 2ПТС-4 на расстояние 0,5—1 км — 0,08; 2 км — 0,105; 3 км — 0,129; 4 км — 0,152; 5 км — 0,170; 6 км — 0,194; 10 км — 0,244.

Коэффициенты перевода в эталонные гектары работ по внесению твердых органических удобрений приводятся в таблице 159, а жидких — в таблице 160.

159. Коэффициенты перевода в эталонные гектары работ по внесению твердых органических удобрений навозоразбрасывателями 1-ПТУ-4, РОУ-5 по перевалочной технологии при длине гона до 400 м (штабель на краю поля)

Доза удобрения, т/га, содержащая 200 кг азота	Коэффициент в расчете на 1 т удобрения	Доза удобрения, т/га, содержащая 200 кг азота	Коэффициент в расчете на 1 т удобрения
10—12	0,048	35—40	0,026
12—15	0,043	40—47	0,025
15—18	0,038	47—55	0,024
18—21	0,036	55—65	0,023
21—25	0,033	65—80	0,023
25—30	0,030	80—100	0,022
30—35	0,028	> 100	0,020

160. Коэффициенты перевода в условные эталонные гектары работ по погрузке, транспортировке и внесению жидких органических удобрений цистерной РЖТ-8 (МЖТ-10, ХТС.100.27) по прямоточной технологии при погрузке насосом

Расстояние, км	Коэффициенты в расчете на 1 т удобрений при различных дозах удобрений в тоннах, содержащих по 200 кг азота						
	10—15	15—20	20—30	30—40	40—55	55—80	80
0,2—0,7	0,069	0,063	0,061	0,059	0,058	0,058	0,056
0,7—1,0	0,078	0,072	0,070	0,068	0,068	0,067	0,065
1,0—1,5	0,091	0,086	0,083	0,081	0,080	0,080	0,078
1,5—2,0	0,106	0,101	0,099	0,096	0,095	0,094	0,092
2,0—2,5	0,121	0,115	0,114	0,112	0,111	0,109	0,107
2,5—3,0	0,136	0,131	0,128	0,127	0,126	0,126	0,124
3,0—4,0	0,158	0,155	0,154	0,153	0,152	0,151	0,149
4,0—4,5	0,182	0,177	0,175	0,173	0,171	0,170	0,168
4,5—5,0	0,196	0,191	0,188	0,186	0,183	0,181	0,179
5,0—5,5	0,210	0,207	0,203	0,200	0,199	0,196	0,194
5,5—6,5	0,233	0,228	0,224	0,222	0,220	0,218	0,216
6,5—7,5	0,262	0,256	0,255	0,254	0,252	0,250	0,248
7,5—9,0	0,299	0,293	0,289	0,287	0,286	0,285	0,283
9,0—10,0	0,340	0,335	0,330	0,328	0,326	0,325	0,320
10,0—12,0	0,394	0,391	0,387	0,383	0,382	0,380	0,375

Пример расчета себестоимости приготовления 1 т торфонавозного компоста из свиного навоза влажностью 95%, соответствующего требованиям ТУ 46 — РСФСР 323—84 при отношении торфа к навозу 7:5, приведен в таблице 161.

161. Калькуляция себестоимости приготовления 1 т торфонавозного компоста из свиного навоза

Вид работ	Объем работ	Коэффициент перевода в эт. га	Объем работы, эт. га	Себестоимость	
				1 эт. га, руб.	выполненных работ, руб.
Штабелевание торфа на площадке компостирования бульдозером Д-606, т	350	0,018	6,3	5,20	82,76
Разравнивание торфа слоем 30—40 см бульдозером Д-606, т	350	0,018	6,3	5,20	32,76
Вывозка навоза цистерной РЖТ-4 (самозагруз-ка) на расстояние 0,5 км на слой торфа, т	250	0,026	6,5	5,20	33,8
Трехкратное перемеши-вание бороной БДТН-2,2, га	0,6	1,250	0,75	5,20	3,90
Штабелевание смеси бульдозером Д-606, т	600	0,018	10,8	5,20	56,16
Погрузка компоста по-грузчиком ПФП-1,2 (за вычетом 15% потерь массы), т	510	0,030	15,3	5,20	79,56
Стоимость навоза 95%-ной влажности, т	250	х	х	0,30*	75,00
Стоимость торфа фран-ко-ферма, т	350	х	х	0**	0
Итого затрат, т	510	х	х	х	313,94
В том числе на 1 т	1	х	х	х	0,62

* Стоимость 1 т свиного навоза влажностью 95%.

** Стоимость торфа франко-ферма принимается равной нулю, так как эти затраты оплачиваются государством.

Для определения себестоимости применения 1 т этого компо-ста приведенный расчет дополняется еще затратами на погрузку, транспортировку и внесение в почву.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕН НА ОРГАНИЧЕСКИЕ УДОБРЕНИЯ

Для внутрихозяйственных расчетов между отраслями живот-новодства и земледелия с 1971 г. и до самого последнего време-

ни все виды получаемого навоза и птичьего помета оценивали, а кое-где все еще продолжают оценивать по 1,5 руб. за 1 т, независимо от содержания в них питательных веществ. Такая оценка навоза естественной влажности раньше была приемлемой, так как различия в содержании питательных веществ в навозе от разных видов животных были не так уж велики. Однако в отношении птичьего помета эта оценка и прежде была неправомерной, потому что содержание питательных веществ в помете обычно в 3—4 раза больше, чем в навозе крупного рогатого скота.

В последние годы в связи со строительством крупных животноводческих комплексов и птицефабрик произошли существенные изменения в технологии кормления и содержания животных и птицы, в удалении экскрементов из помещений, что привело к большим различиям в химическом составе навоза и помета. Возникла необходимость установить дифференцированные цены на куриный помет, навоз, навозные стоки и компосты на их основе в зависимости от содержания в них питательных веществ. Такое право было предоставлено РАПО Типовым положением о районном агропромышленном объединении (см. п. 27), утвержденным постановлением Совета Министров СССР.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕН НА НАВОЗ И КУРИНЫЙ ПОМЕТ

Проще всего было бы оценивать навоз и помет по стоимости содержащихся в них основных элементов питания растений (азота, фосфора и калия), исходя из оптовых цен на аммиачную селитру, простой суперфосфат и хлористый калий, т. е. по ценам на наиболее распространенные виды минеральных удобрений. При таком подходе к оценке 1 т не разбавленного водой коровьего навоза влажностью 90% после потери 10% азота за 3 месяца хранения стоила бы 1,04 руб., 1 т навоза молодняка крупного рогатого скота — 1,21, свиней — 1,61, куриного помета влажностью 65—72% — 4 руб.

При разбавлении же экскрементов водой гектарная норма навоза, содержащая заданное количество элементов питания растений, резко увеличивается, в результате затраты земледелия на погрузку, транспортировку и внесение возрастают. Поэтому было бы ошибочным полагать, что в случае разбавления экскрементов водой достаточно лишь уменьшить их стоимость соответственно степени разбавления.

Следовательно, бесподстилочный навоз и куриный помет следует оценивать по стоимости азота, фосфора и калия за вычетом непроизводительных затрат на погрузку, вывозку и внесение в почву дополнительного количества воды (сверх содержания ее

в экскрементах естественной влажности: для навоза — более 90%, для куриного помета — 68%).

В качестве примера приводится следующий расчет себестоимости затрат на работы по приготовлению и внесению гектарных норм свиного навоза при влажности его 90 и 97% (табл. 162).

162. Определение себестоимости затрат на работы по приготовлению и внесению свиного навоза

Вид работ	Влажность, %	Содержание азота, кг/т	Норма навоза, содержащая 1% азота, т/га	Коэффициент перевода в эт. га	Объем работ		Себестоимость, руб.	
					физический, т	в эт. га	1 эт. га	выполненной работы
Загрузка насосом НН1-50, вывозка и внесение РЖТ-8	90	6,60	30	0,222	30	6,66	5,20	34,63
То же	97	1,98	100	0,216	100	21,6	5,20	112,32

Из данных таблицы 162 видно, что для внесения 200 кг/га азота навоза влажностью 90% достаточно 30 т не разбавленного водой навоза ($200 : 6,6 = 30$ т). При влажности же 96—98% или в среднем 97% (3% сухого вещества) экскременты оказываются разбавленными водой в 3,33 раза ($10\% : 3\% = 3,33$ раза). При той же норме азота навоза 200 кг/га его потребуется уже не 30 т, а 100 т ($30 \text{ т} \cdot 3,33 = 100$ т, или $200 \text{ кг} : 1,98 = 100$ т), что на 70 т больше. Стоимость НРК в каждой тонне разбавленного навоза будет в 3,33 раза меньше: $1,61 \text{ руб.} : 3,33 = 0,48 \text{ руб.}$. Затраты на погрузку, вывозку и внесение дополнительных 70 т воды составили, по данным таблицы 163, около 78 руб. ($112,32 \text{ руб.} - 34,63 \text{ руб.} = 77,69 \text{ руб.}$), или по 0,78 руб. на каждую тонну внесенного навоза ($78 \text{ руб.} : 100 \text{ т} = 0,78 \text{ руб./т}$).

В этом случае стоимость всех элементов питания в 1 т навоза окажется на 0,30 руб. меньше затрат на применение дополнительного количества воды сверх содержания ее в экскрементах естественной влажности: $0,48 \text{ руб.} - 0,78 \text{ руб.} = -0,30 \text{ руб.}$. Поэтому при внутрихозяйственных расчетах стоимость такого навоза (влажность 96—98%) следует принять равной нулю, а непроизводительные затраты на погрузку, вывозку и внесение дополнительного количества воды в составе 1 т такого навоза, не покрываемые стоимостью элементов питания (азота, фосфора, калия), рекомендуется относить на себестоимость продукции животноводства.

Рассчитанные таким образом примерные цены на навоз и куриный помет приводятся в таблице 163. Оценка подстилочного навоза дана по стоимости азота, фосфора и калия вместе со стоимостью соломенной подстилки. Стоимость соломы в составе наво-

за принята по 0,80 руб., т. е. по сложившейся себестоимости ее производства в среднем за последние 3 года (по данным годовых отчетов).

При использовании навоза и помета внутри хозяйства затраты на применение дополнительного количества воды, превышающие стоимость питательных веществ, следует относить на себестоимость продукции животноводства (птицеводства) в размерах, указанных в графе 10. В случае использования навозных или пометных стоков для удобрительных поливов стоимость их принимается равной нулю, а затраты на удобрительные поливы относятся на себестоимость продукции животноводства.

163. Примерные цены на навоз и куриный помет

Вид навоза, способ удаления	Влажность, %	Доза, т/га, со- держащая N ₂₅₀	Степень разбав- ления водой, раз	Стоимость 1 т по содержанию NPK, руб.	Затраты на при- менение допол- нительной воды, руб/т	Разница (графа 5 — графа 6)	Предлагаемая оценка 1 т, руб.	Стоимость удоб- рения, относится на затраты, руб/т	
								растение- водства	животно- водства
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Бесподстилочный
навоз
КРС, удаляемый:

механически-
ми способами
с выгрузкой
из навозопри-
емника на-
клонным
транспорте-
ром
механически-
ми способами
с выгрузкой
из навозопри-
емника насо-
сами
при помощи
самотечно-
сплавной си-
стемы непре-
рывного дей-
ствия
при помощи
отстойно-
лотковой (ши-
берной) си-
стемы

<85	34	—	1,70	—	1,70	1,70	1,70	1,70	—
85—90	40	—	1,33	—	1,33	1,30	1,30	1,30	—
90—93	57	1,18	0,96	0,20	0,76	0,75	0,75	0,75	—
93—96	95	1,82	0,62	0,55	0,07	0,10	0,10	0,10	—

Бесподстилочный
свиной навоз, уда-
ляемый:

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
механически- ми способами при помощи самотечно- сплавной си- стемы непре- рывного дей- ствия	80—90	30	—	1,61	—	1,61	1,60	1,60	—
механически- ми способами при совмест- ном сборе ка- ла и мочи	90—93	37	1,18	1,37	0,20	1,17	1,20	1,20	—
при помощи отстойно- лотковой си- стемы (ши- берной)	93—96	60	1,82	0,88	0,55	0,33	0,30	0,30	—
то же	96—98	100	3,33	0,48	0,78	—0,30	0	—	0,30
гидросмывом	98—99	225	6,7	0,24	0,97	—0,73	0	—	0,70
Куриный помет	65—72	13	—	4,00	—	4,00	4,00	4,00	—
	72—80	16	1,3	3,05	0,48	2,57	2,60	2,60	—
	80—85	22	1,8	2,22	0,86	1,36	1,40	1,40	—
	85—90	34	2,5	1,59	1,16	0,43	0,45	0,45	—
	90—93	52	3,8	1,04	1,39	—0,35	0	—	0,30
	93—95	69	5,1	0,80	1,53	—0,73	0	—	0,70
	95	84	6,3	0,63	1,56	—0,93	0	—	0,90
	96	105	7,9	0,51	1,66	—1,15	0	—	1,15
	97	140	10,5	0,38	1,73	—1,35	0	—	1,35
	98	210	15,8	0,25	1,80	1,55	0	—	1,55
Подстилочный на- воз, удаляемый ме- ханическими спо- собами	80	34	—	1,93	—	1,93	1,95	1,95	—

В случае возникновения разногласий в оценке качества навоза (помета) главный агроном и главный зоотехник хозяйства отбирают среднюю пробу и отправляют ее в районную агрохимическую лабораторию или областную проектно-изыскательскую станцию химизации сельского хозяйства на анализ.

При реализации сторонним организациям (колхозам или совхозам) навоз влажностью более 96% и помет влажностью более 90% отпускаются бесплатно.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕН НА КОМПОСТЫ

Себестоимость приготовления компостов находится в прямой зависимости от стоимости входящих в их состав компонентов и за-

трат на приготовление смеси для компостирования. В свою очередь стоимость компонентов в составе компоста определяется ценой каждого компонента и соотношением их в смеси. После определения соотношения компонентов в смеси калькулируют себестоимость приготовления компоста по технологической карте*.

В качестве примера приводится калькуляция себестоимости приготовления торфопометного компоста с отношением торфа к помету 2:1 (табл. 164).

164. Калькуляция себестоимости приготовления 1 т торфопометного компоста, соответствующего требованиям ТУ 46 — РСФСР 296—83 (отношение торфа к помету 2:1)

Вид работ	Объем работ	Коэффициент пересчета, в эт. га	Объем работы, эт. га	Себестоимость	
				1 эт. га, руб.	выполненных работ, руб.
Штабелевание торфа на площадке компостирования бульдозером Д-606, т	240	0,018	4,32	5,20	22,46
Разравнивание торфа слоем 30—40 см бульдозером Д-606, т	240	0,018	4,32	5,20	22,46
Вывозка помета на слой торфа цистерной РЖТ-4 (самозагрузка) на расстоянии до 0,5 км, т	120	0,026	3,12	5,20	16,22
Трехкратное перемешивание помета с торфом бороной БДТН-2,2, га	0,3	1,250	0,38	5,20	1,95
Штабелевание смеси бульдозером Д-606, т	360	0,018	6,48	5,20	33,70
Погрузка компоста погрузчиком ПФП-1,2 (за вычетом 15% массы), т	306	0,030	9,18	5,20	47,74
Стоимость помета 90%-ной влажности, т	120	х	х	0,445*	54,00
Стоимость торфа франко-птицефабрика, т	240	х	х	0**	0
Итого затрат, т	306	х	х	х	198,53
В том числе на 1 т	1	х	х	х	0,65

* Стоимость 1 т помета влажностью 90%.

** Стоимость торфа франко-птицефабрика принимается равной нулю, так как эти затраты оплачиваются государством.

х Не нормируется.

Рассчитанные таким образом примерные цены на другие компосты, на которые утверждены технические условия (ТУ), приводятся в таблице 165.

* Как определить соотношение компонентов в смеси, сказано в главе о компостах.

165. Примерные цены на компосты

Компост	Отношение навоза (помета) к влагоемкому по- глотителю	Содержание, % на а. с. в. по нормируемым показате- лям качества		Цена 1 т без стоимости поглотителя, руб.
		N _{общ}	P ₂ O ₅	
1	2	3	4	5
Компост торфопометный (ТУ 46 — РСФСР 296—83) из помета влажностью 90%	1 : 2	x	0,5	0,65
Компост пометно-опилочный (ТУ 46 — РСФСР 297—83) из помета влажностью 90%	3 : 1	1,8	x	0,80
Компост пометно-коровый (ТУ 46 — РСФСР 298—83) из помета влажностью 90%	3 : 2	0,9	x	0,70
Компост пометно-лигнино- вый (ТУ 46 — РСФСР 299—83) из помета влажностью 90%	1 : 1	0,9	x	0,90
Компост пометно-почвенный (ТУ 46 — РСФСР 329—84) из помета влажностью 90%	2 : 3	0,4	x	1,00
Компост торфонавозный (ТУ 46 — РСФСР 323—84) из свиного навоза влажно- стью 95%	5 : 7	x	0,3	0,60
Компост навозно-почвенный (ТУ 46 — РСФСР 325—84) из свиного навоза влажно- стью 90%	2 : 3	0,4	x	1,50
Навоз свиней, твердая фрак- ция (ТУ 46 — РСФСР 324—84)	—	1,4	x	1,60
Компост торфонавозный (ТУ 46 — РСФСР 327—84) из навоза КРС влажностью 93%	5 : 6	x	0,2	0,70
Компост навозно-почвенный (ТУ 46 — РСФСР 328—84) из навоза КРС влажностью 90%	2 : 3	0,25	x	1,40

x Не нормируется.

Отношение навоза (помета) к влагоемкому поглотителю, а также содержание общего азота и фосфора как нормируемых показателей качества компоста указано в таблице 165, согласно ТУ, при максимально допустимом содержании влаги в помете и навозе. Цена компоста вычислена с учетом себестоимости приготовления при содержании в нем нормируемого элемента питания, указанном в графах 3 и 4. При меньшем содержании влаги возрастает

отношение навоза (помета) к поглотителю, повышаются содержание питательных веществ и стоимость компоста. Поэтому при более высоком содержании рекомендуется цену 1 т компоста увеличивать пропорционально росту содержания азота или фосфора. При содержании питательного элемента меньше нормы, ограниченной ТУ, цена 1 т компоста определяется договором между поставщиком и потребителем этого удобрения.

При использовании компоста для удобрения внутри хозяйства затраты относятся на растениеводство по себестоимости их приготовления. При реализации другим колхозам и совхозам РАПО может увеличить примерную цену с учетом нормы рентабельности не более 8%.

Отпускные цены на компосты, приготовленные объединениями «Сельхозхимия» или водохозяйственными организациями, калькулируются исходя из действующих у них расценок на эти работы.

Соответствие отпускаемых компостов ТУ определяется по данным агрохимических анализов, выполняемых проектно-изыскательскими станциями химизации по договору с поставщиком продукции, который обязан на каждую партию отпускаемого удобрения выдавать удостоверение о его качестве.

Изложенный выше порядок определения дифференцированных цен на органические удобрения одобрен Государственным агропромышленным комитетом РСФСР и рекомендован для практического использования*.

Приведенные выше примерные цены на навоз и компосты, согласно Типовому положению о районном агропромышленном объединении (п. 27), уточняют согласно местным условиям.

Определение затрат, связанных с уборкой и реализацией дополнительного урожая

Можно без существенной ошибки принять, что затраты на уборку и реализацию 1 т дополнительного урожая, полученного от применения удобрений, примерно такие же, как и на 1 ц валового сбора урожая. Исходя из этой предпосылки нетрудно определить затраты, связанные с уборкой и реализацией дополнительного урожая.

Для этого из общей суммы отраженных в бухгалтерском учете затрат на производство валового сбора урожая следует исключить, прежде всего, затраты, произведенные до начала уборки данной культуры, а затем исключить еще возмещаемые заготовительными организациями затраты на транспортировку и временное хранение реализованной продукции. Полученная таким путем

* Методические указания по разработке цен на навоз, куриный помет и компосты на их основе. Сборник технических условий на органические удобрения.— М.: Россельхозиздат, 1986.

разность представляет собой не что иное, как сумму затрат, связанных с уборкой, доработкой, хранением и реализацией валового сбора урожая. Разделив эту сумму на валовой сбор урожая в центнерах, получим искомые затраты в расчете на 1 ц дополнительного урожая.

Например, если вся сумма затрат в хозяйстве на производство валового сбора 10 000 ц пшеницы составила, по данным бухгалтерского учета, 70 000 руб., затраты до начала уборки культуры 38 500 руб., а сумма возмещенных заготовительными организациями затрат на транспортировку и продажу 5000 ц зерна 1500 руб., тогда сумма затрат на уборку, доработку и хранение валового сбора урожая пшеницы составит 30 000 руб. (70 000 руб. — 38 500 руб. — 1500 руб.), а в расчете на 1 ц валового, а также и дополнительного урожая 3 руб. (30 000 руб. : 10 000 ц).

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НАВОЗА В СЕВООБОРОТАХ

Полное представление об экономической эффективности применения навоза дает только оценка действия его на урожай всех культур севооборота (табл. 166).

166. Чистый доход при внесении подстилочного навоза
и рентабельность его применения
при полной механизации работ в среднем по СССР
(В. А. Васильев, 1974)

Севооборот	Перевозка на расстояние, км			
	1—5		6—10	
	чистый доход на 1 т, руб.	рентабельность, %	чистый доход на 1 т, руб.	рентабельность, %
Зернотра- вяной	2,14—1,94	85—72	1,89—1,69	68—57
Зернопаро- вой	2,52—2,32	100—85	2,27—2,07	82—69
Зернозлако- отравляющей и зерно- паропро- пашной	3,68—3,48	143—125	3,43—3,23	121—107
Зернопро- пашной	4,55—4,35	174—154	4,30—4,10	150—134
Плодо- сменный	4,74—4,54	180—160	4,49—4,29	156—139
Пропаш- ной	5,04—4,84	191—170	4,79—4,59	166—149

Экономическая эффективность применения бесподстилочного навоза больше всего зависит от расстояний транспортировки его от фермы до поля и еще больше — от степени разбавления навоза водой или содержания в нем питательных веществ. На многих свиноводческих комплексах в результате гидросмыва экскрементов и соединения образующихся навозных стоков со сточными водами жилого поселка и комбикормового завода экскременты свиней разбавляются водой в 13—15 раз. Простой расчет показывает, что для внесения 200 кг азота навоза необходимая норма экскрементов на 1 га с учетом 10% потерь азота при хранении составляет 30 т, а разбавленных в 13 раз навозных стоков — 390 т. Ожидаемый экономический эффект в случае применения их в различных севооборотах с помощью большегрузных цистерн-разбрасывателей РЖТ-16 приводится в таблице 167.

167. Сравнительная экономическая эффективность применения неразбавленного и разбавленного (в 13 раз) водой навоза в расчете на 1 га (данные ВИУА)

Севообороты	Прибавка уро- жай основной побочной про- дукции*, ц з. е.	Стоимость при- бавки урожая, руб.	Затраты на удобрение навозом, руб.		Затраты на убор- ку урожая, руб.	Чистый доход от навоза (+), убыток (-), руб.	
			неразбав- ленным	разбав- ленным		неразбав- ленного	разбав- ленного
Зернотра- вные	12,9	130,29	110,07	494,90	12,9	7,32	-377,51
Зернопаро- вые	14,0	141,40	—	—	14,0	17,33	-367,50
Зернопаро- пропашные	17,4	175,74	—	—	17,4	48,27	-336,56
Зернопро- пашные	19,9	200,99	—	—	19,9	71,02	-313,81
Плодосмен- ные	20,4	206,04	—	—	20,4	75,57	-309,26
Пропашные	21,3	215,13	—	—	21,3	83,76	-301,07

* Прибавки урожая приняты в расчетах, как и от подстилочного навоза, но применительно к условиям производства они взяты на 50% меньше.

При разбавлении экскрементов водой более чем в 2 раза транспортировка навоза цистернами не обеспечивает безубыточного применения навозных стоков для удобрения.

При транспортировке же навоза из прифермских хранилищ в полевые по трубопроводам с последующим внесением навоза из хранилищ цистернами-разбрасывателями затраты труда существенно снижаются (табл. 168). Расчеты подтверждают, что разбавление навоза до хранения наносит огромный ущерб при любой технологии использования его для удобрения и удобрительных поливов (табл. 169).

168: Техничко-экономические показатели цистерн-разбрасывателей при разных схемах размещения навозохранилищ на комплексе по откорму 10 тыс. бычков (данные ЦНИИМЭСХ по комплексу «Мир»)

Показатели	РЖТ-4	РЖТ-8	РЖТ-16
Прифермские навозохранилища емкостью 24 тыс. м ³ +ПНЖ-250+РЖТ. Среднее расстояние вывозки навоза 6,6 км			
Необходимое число машин, шт.	27	14	8
Приведенные удельные затраты на 1 т навоза, руб.	1,69	1,60	1,51
Затраты труда на 1 т навоза, чел.-ч	0,307	0,160	0,086
Прифермские навозохранилища+2 полевых навозохранилища+стационарный трубопровод+ПНЖ-250+РЖТ. Среднее расстояние вывозки навоза 2,9 км.			
Необходимое число машин, шт.	14	8	5
Приведенные удельные затраты на 1 т навоза, руб.	1,64	1,61	1,62
Затраты труда на 1 т навоза, чел.-ч	0,160	0,09	0,064

169. Сравнительная экономическая эффективность использования бесподстилочного навоза для удобрения и удобрительных поливов *
(В. А. Васильев, 1982)

Показатели	Экскременты разбавлены в 2 раза		Неочищенные стоки комплекса		Биологически очищенные стоки комплекса, поселка, комбиникормового завода	
	для удобрения	для поливов	для удобрения	для поливов	для удобрения	для поливов
Годовой выход, тыс. м ³	220	220	840	840	36	1 789
Удобрямая площадь по N ₂₀₀ , га	3614	3 614	3 614	3 614	365	894
Прибавка урожая, ц з. е./га	20,4	45,4	20,4	45,4	—	45,4
Себестоимость гектарной дозы, содержащей N ₂₀₀ , руб.	27,6	25,6	75,5	53,0	—	637,58
Затраты на применение, руб.	79,2	250	303,6	250	79,2	250
Чистый доход с 1 га, руб.	78,2	137,6	—193,4	110,1	—79,2	—474,4
Капвложения, тыс. руб.	1019	11 872	12 924	13 417	38,6	11 040
Срок окупаемости, лет	3,6	24	—	34	—	—

* Расчет выполнен по исходным данным проекта применительно к свиноводческому комплексу по воспроизводству, выращиванию и откорму 108 тыс. свиней в год. Среднее расстояние от комплекса до удобряемых полей плодосменного севооборота принято 5 км.

Васильев В. А., Филиппова Н. В.

В19 Справочник по органическим удобрениям.—
2-е изд., перераб. и доп.—М.: Росагропромиздат,
1988.—255 с.: ил.

ISBN 5—260—00453—1

В справочнике приведены сведения о свойствах, химическом составе, условиях применения различных видов органических удобрений. Рассматриваются длительность действия, последствия и эффективность использования их в севообороте.

Второе издание (первое вышло в 1984 г.) дополнено сведениями о количестве внесения органических удобрений для бездефицитного баланса гумуса в земледелии, о качестве этих удобрений, о приемах очистки навоза от сорняков.

Справочник рассчитан на специалистов и руководителей сельскохозяйственного производства.

В 3802020000—141
М104(03)—88 30—88

ББК 40.40

Васильев Виктор Алексеевич
Филиппова Наталья Васильевна

**СПРАВОЧНИК
ПО ОРГАНИЧЕСКИМ
УДОБРЕНИЯМ**

Зав. редакцией **Л. Л. Самолук**
Редактор **Т. Н. Сергеева**
Переплет художника **В. Д. Димитриади**
Художественный редактор **И. Р. Обросков**
Технический редактор **Е. И. Алексеева**
Корректоры **Г. Д. Кузнецова, Р. К. Массальская**

ИБ № 2762

Справочное издание

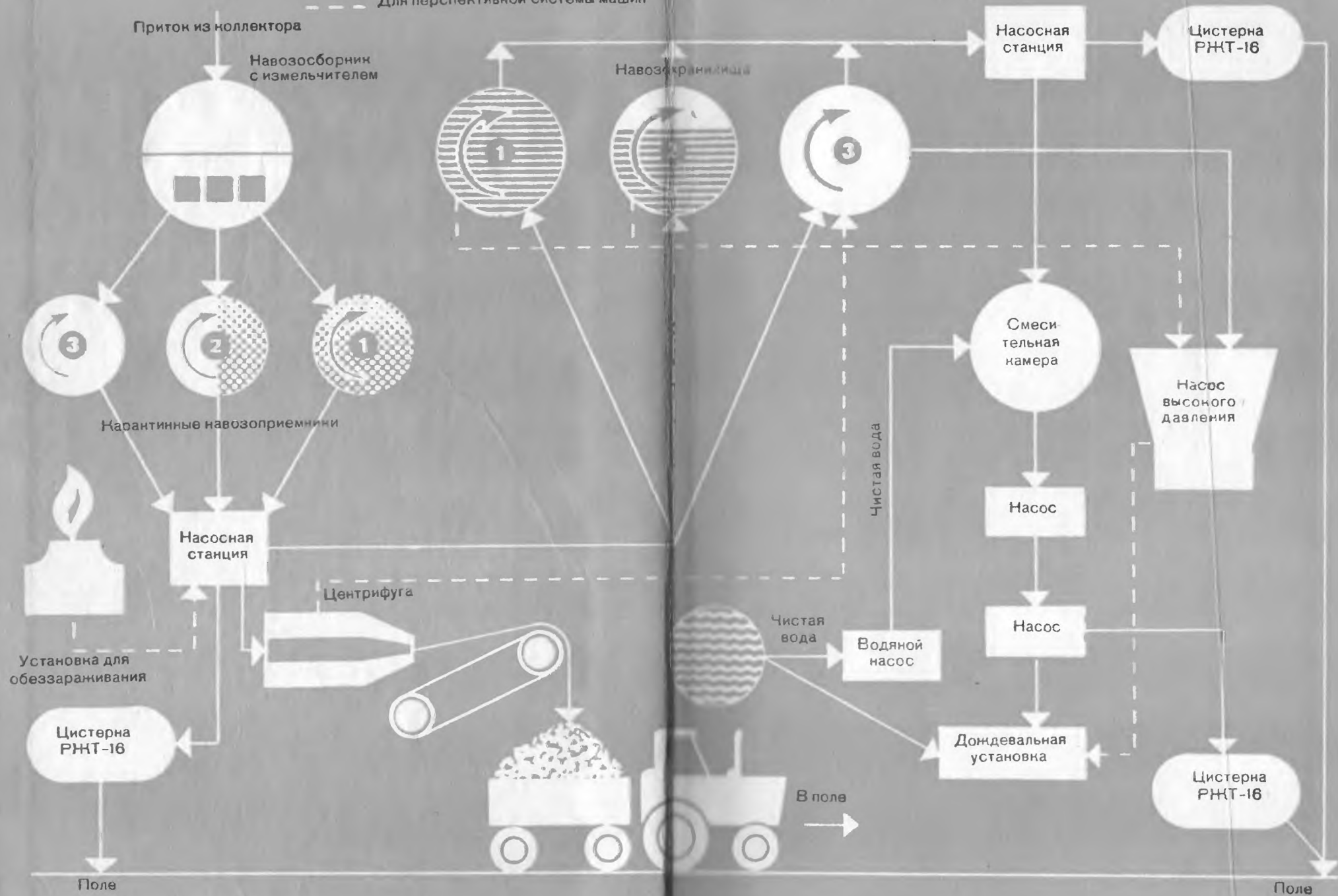
Сдано в набор 05.04.88. Подписано в печать 29.06.88. Л 93093. Формат 60×90¹/₁₆.
Бумага тип. № 1. Гарнитура литерат. Печать высокая. Усл. печ. л. 16,0. Усл.
кр.-отт. 16,5. Уч.-изд. л. 17,59. Тираж 90 000 экз. Заказ № 1921. Изд. № 976.
Цена 1 р. 20 к.

Росагропромиздат, 117218, Москва, ул. Кржижановского, д. 15, корп. 2.

Областная ордена «Знак Почета» типография им. Смирнова Смоленского обл-
управления издательств, полиграфии и книжной торговли, 214000, г. Смоленск,
проспект им. Ю. Гагарина, 2.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА

— Для существующей системы машин
 --- Для перспективной системы машин



НОРМЫ, СРОКИ ВНЕСЕНИЯ И СПОСОБЫ ЗАДЕЛКИ БЕСПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА

Культура	Годовая норма азота навоза, кг/га	Время внесения	Способ заделки
Зерновые	140	Под основную обработку	Под плуг
Картофель столовый	120—180	Осенью и весной под весеннюю перепахку	То же
Картофель фуражный	240—280	То же	»
Сахарная свекла (фабричная)	200—240	Осенью и весной под весеннюю обработку	Под плуг или дисковый луцильник
Рожь на зеленый корм	140	Под вспашку или предпосевную обработку	Под плуг, дисковый луцильник, культиватор
Кормовая и сахарная свекла на корм скоту	320—360	То же	То же
Кукуруза на зеленый корм и силос	240—320	»	»
Многолетние злаковые и бобово-злаковые травосмеси	240—320	После укосов	Боронование после укосов
Луга	200—240	То же	То же
Однолетние травы	120—160	Осенью под зябь или весной под предпосевную обработку	Под плуг, дисковый луцильник
Пастбища	200—240	По окончании вегетации, до вегетации, при поливах после стравливания	Боронование в начале вегетации

Годовую норму вносят частями в 2—3 срока.