

ББК 46.91
П58
УДК 638.1+581

Рецензент: заведующий кафедрой пчеловодства ТСХА,
кандидат сельскохозяйственных наук
В. А. Губин

Поправко С. А.
П 58 Растения и пчелы.— М.: Агропромиздат, 1985.—
240 с.; ил.

Автор раскрывает перед читателями тончайшие механизмы взаимоотношений растений и пчел, изучить которые удалось лишь в последние годы. В книге занимательно рассказано о способности пчел стимулировать нектаровыделение растений, о совершенной системе питания насекомых, консервации пищи и защите гнезда от вредной микрофлоры. Много интересного узнает читатель о поведении пчел и регуляции жизненных процессов пчелиной семьи.

Для массового читателя.

3804020700—039
П 035(01)—85 21

ББК 46.91
638.1

ТП изд-ва «Колос»

ПРЕДИСЛОВИЕ

Медоносные пчелы — единственные общественные насекомые, которых человек приблизил к своему дому. Они отличаются от других разводимых им животных тем, что создали собственную, тонко регулируемую среду обитания, уменьшив зависимость своих колоний от превратностей внешнего мира. Пчелы научились делать большие запасы пищи на время неблагоприятной погоды, искусно их консервировать, охранять гнездо и благодаря этому расселились на огромной территории земного шара в зонах с самым различным климатом и растительным покровом.

Маленькие труженицы отличает не только общественный уклад жизни, они отмечены и уникальным свойством — у них установились неантагонистические отношения с окружающими видами и в первую очередь с кормильцами всего живого — растениями. В отличие от большинства насекомых и других животных пчела, получая пищу от растений, не только не вредит им, а, наоборот, благоприятствует их выживанию и эволюции. Это происходит благодаря той особой роли, которую выполняют в природе насекомые-опылители. В современной флоре преобладают цветковые растения, нуждающиеся в перекрестном опылении. Перенос генов, упакованных в пыльцевые зерна, от одного цветка к другому и есть важная служба пчелиного рода, которая позволяет его представителям избегать бескомпромиссных путей добывания пищи. Растение само щедро «оплачивает» работу своих опылителей, одаривая их пыльцой и нектаром. Эта щедрость цветковых растений в сочетании с удивительной работоспособностью пчел

линой семьи, постоянно заботящейся о пополнении своих запасов, и позволяет человеку получать свою долю с того праздничного пира, что ежегодно свершается на раскрывающихся цветках медоносных растений.

Пчела, неся растениям обновление и жизнестойкость, без видимых потерь вписалась и в ту новую картину мира, которая стала складываться на планете с появлением на ней человека.

Человек начал свою социальную эволюцию спустя десятки и сотни миллионов лет после того, как природа поставила первые опыты на выживание крупной общиной в семьях термитов, муравьев и пчел. Возможности человека, овладевшего сознанием, оказались практически неограниченными. Он принялся перекраивать лик планеты в соответствии со своими вкусами и внутренними потребностями. Окружающую его флору и фауну он разделил на полезные и неполезные ему виды. Для процветания первых он создал все условия, вторых же лишил поддержки в борьбе за существование, а наиболее для себя опасным и вредным объявил войну на полное подавление.

В числе «избранных» видов, «обласканных» вниманием человека, оказалась и медоносная пчела. Экзамен «на полезность» она выдержала прежде всего благодаря доставляемым человеку продуктам — меду и воску. Позже венец природы разглядел в ней еще более ценные качества. Изменяя мир, человек поневоле нарушил в нем многие ранее сложившиеся связи. Последствия этих нарушений, порой негативные, нелегко учитываются при первоначально предпринимаемых действиях. Возникли и проблемы опыления тех растений, которые человек стал возделывать на плантациях. Опылителей-насекомых, исчезнувших под перевернутым пластом земли либо ненароком задетых смертельным облаком ядохимиката, заметно поубавилось, и урожайность важных растений потеряла стабильность. Пчелы выручили человека в этой ситуации,

компенсируя недостачу прежних переносчиков пыльцы. Гречиха и подсолнечник, клевер и люцерна, плодовые и ягодные культуры, бахчевые и лекарственные растения — вот новый, далеко не полный перечень объектов опылительской деятельности медоносных пчел. Человек не освободил свою помощницу и от прежнего налога — ежегодных поставок меда и воска — и даже расширил ассортимент взимаемых с пчел продуктов, включив сюда пчелиное лекарство — прополис, белковый консервант — пергу, обнаружившие целебные свойства пчелиный яд и маточное молочко.

Послужной список «добрых дел» пчел этим не ограничивается. Пчела, нанося визиты всем представителям цветковой флоры в соответствии с рангом их нектарной щедрости, печется об охране окружающей среды, помогая выжить эстетически наиболее привлекательным цветonoсным растениям.

Пчела не только дарит человеку самый сладкий продукт природы — мед, помогает решать экологические проблемы, но и дает возможность его любознательному и пытливому уму проникнуть в увлекательные тайны ее жизни. Люди тысячелетиями наблюдают жизнь пчел и не устают восхищаться свойственным им трудолюбием, самоотверженностью при обороне своих семей, запасливостью, совершенным качеством создаваемых продуктов. Родившиеся из этих наблюдений понятия и образы стали нарицательными, словами-символами, вошедшими в языки разных народов. Насколько же больше тайн может открыть семья пчел современному ученому, вооруженному высокой техникой исследования и способному благодаря этому анализировать недоступные простому наблюдению факты!

Написанная книга зовет читателя совершить вместе с автором мысленное путешествие в мир этого чудесного насекомого по маршруту точно выверенных фактов и под парусами влекущих к неизведанному научных гипотез, предлагает задуматься об истоках тех

гармоничных отношений с внешним миром, которыми отмечена жизнь четырехкрылых тружениц.

В начальных главах книги мы осмотримся и запомним те затруднения, которые сейчас беспокоят человека в его отношениях с природой. Потом заглянем в лабораторию ученого, изучающего вещество, — этот первичный субстрат природы, всех ее изменчивых и многоликих форм, затем посмотрим, как строят свои безупречные формы листья и цветы растений, как вторят им в совершенстве создаваемых восковых узоров медоносные пчелы. Мы подольше задержимся в продовольственном цехе пчелы и ее «коллег» — муравьев, заинтересуемся методами защиты их гнезд от различных непрошенных гостей и вредителей. В последних главах коснемся особенно волнующей человеческий ум области — поведения пчел, тончайших, чаще всего скрытых от нашего глаза механизмов регуляции их жизни. И, наконец, сделав последнюю остановку, постараемся обобщить свои впечатления от увиденного и узнанного, сопоставляя их с первоначальными целями и задачами книги.

На этом автор завершит свой труд, названный «Растения и пчелы». Но в жизни такая книга никогда не бывает оконченной. Каждый год ее заново читает заботящийся о благоденствии своих подопечных пчеловод, новыми главами живого опыта заполняет ее земледельец, множит свои эксперименты, внося в ту же книгу крупницы нового знания, ученый. И заполненные страницы труда, лежащего перед глазами читателя, — лишь очень небольшая часть этой постоянно обновляемой книги. Автор не обманывается в несоизмеримости возможного и исполненного, но надеется, что приведенные сведения окажутся полезными и пчеловоду, и земледельцу, и ученому, и всем тем, кто интересуется миром живой природы.



АЗБУКА ЭКОЛОГИИ

КОГО ЗВАТЬ НА ПОМОЩЬ?

*Испытание огнем и одиночеством. —
Победа и поражение анемофилов.*

Цветущие травы неудержимо влекут к себе насекомых, и те целыми роями кружатся над разноцветными венчиками цветов, припадая к влажным нектарникам, откуда сочится хмелящая сладость...

Однако не всегда на щедрый нектарный

«стол» цветка пожелает насекомое. Помешать этому могут и стихийные бедствия, и вмешательство человека в жизненные программы растений.

В дикой природе при особо сильной засухе нередки пожары, вспыхивающие от удара молнии. Они прркатываются испепеляющим валом по земле, губя все живое: неподвижные растения, медлительных земноводных, растерявшихся насекомых, детенышей зверей и птиц. Черная земля остается после опустошительного налета огненной стихии. И все же обезжизненное с виду пространство быстро заселяется вновь: прорастают новые стебли из сохранившихся в глубинах почвы корешков многолетних растений, мириады семян, разносимых ветром от неповрежденных огнем участков земли, опять засевают землю «началами жизни». Почва же становится еще богаче: ее удобрили своими телами прежние обитатели, распавшиеся на элементы, из которых образовались питательные соли.

И вот уже раненый биоценоз восстанавливает себя, но не сразу. Лидерство в первые годы захватывают быстрорастущие и светлюбивые виды. На таежных гарях — это красавец иван-чай, или кипрей. На десятки и сотни километров тянутся порой заросли этого крупного травянистого растения, прославленного медоноса. Когда пчеловоды со своими пасеками сумели проникнуть в это медовое «эльдорадо», мировые рекорды медосбора резко возросли: пчелиные семьи за время цветения иван-чая умудрялись приносить в улей по 200 и более килограммов меда.

Но это редкие и счастливые исключения. В большинстве же случаев кипрей, раскинувший свои владения в лесных гарях, напрасно ждет медоносную пчелу, да и других опылителей. Их либо погубил пожар, либо пасеки находятся слишком далеко от истекающих медом урочищ. И цветки растения напрасно выделяют щедрые капли нектара: в лучшем случае невостребованное «угощение» всосут обратно пежные капли нектар-

ников, сберегая запрятанную в их веществах энергию для будущего, возможно, более удачного времени.

Однако это — «малые беды» растения. Как вид иван-чай торжествует. Вовремя высадив на освобожденную землю десант легкокрылых семян, он еще долго будет удерживать захваченную территорию. Отдельные же насекомые, питающиеся нектаром и пыльцой, которые окажутся вблизи нектарных раздолий, в кратчайшие сроки вырастят многочисленные поколения и восстановят прежние связи между «дающими» и «берущими» видами. Но со временем по закону сукцессии — закономерной смены типов растительности на вновь заселяющихся участках земли — кипрей начинают теснить кустарниковые растения, например, лесная малина, затем в борьбу за жизненное пространство вступают светолюбивые и быстрые в росте береза, осина, другие листовые породы, пока под их пологом не раскинет свои вечнозеленые шатры основная «хозяйка» — ель. Дождавшись срока и сомкнув свои победные кроны над временными «пришельцами», ель воцарится на земле, где господствовали до пожара ее «предки».

Возвращение коренной породы, в данном случае, ели, означает, что биоценоз окончательно восстановил себя, но доля медоносов в нем резко упала. Ушли в прошлое и невиданные медосборы, память о которых еще долгие годы будет тревожить более молодые, и, возможно, не столь удачливые поколения пасечников.

Вот типичные последствия одной из природных катастроф — пожара. Есть и другие бедствия — наводнения, сели, ураганы и тайфуны, безмерно размножившиеся насекомые — фитофаги, питающиеся зелеными растениями. Кто не слышит про нашествия непарного шелкопряда или застилающие сияние солнечных лучей саранчовые тучи? После их «маршей» так же безжизненно чернеет земля, как и после промчавшегося огненного смерча. И все же растения, подвергшиеся

нападению прожорливых шестиногих, способны восста-
НОВИТЬ равновесие.

Следовательно, природные катастрофы, если они не связаны со стойкими изменениями в климате, не приводят к необратимым последствиям для сложившихся биоценозов. Эти сообщества живых организмов с устоявшимися внутривидовыми отношениями обладают удивительной устойчивостью и способны так же, как и кожа здорового человека, рубцеваться и «залечивать» ранее нанесенные им повреждения.

Другое дело — деятельность человека. Последствия ее оказались более серьезными. Когда наступило время его бурной эволюции, он в борьбе за жизненное пространство выкорчевал на громадных площадях лес, распахал землю и засеял ее нужными для его благоденствия растениями, ограничившись при этом **сравнительно небольшим** числом облюбованных видов.

Мог ли тогда человек, еще не обладая нужным опытом и знаниями, предвидеть все последствия своего революционного шага? Очевидно, нет. Так же, как не мог заранее **знать**, что судьба урожая избранных видов будет во многом зависеть от **зеленых** конкурентов, названных им сорняками. Первобытный земледелец, убирая их в первую очередь, упускал из виду, что «его» растения не менее, чем в питательных веществах, нуждаются и в ... средствах общения друг с другом. Без такого общения в цветах не завяжется семя, которое, запасаясь необходимыми веществами к будущей жизни, даст нам питательный и вкусный плод, нашу пищу.

Службу общения для большинства видов цветковых растений несут насекомые-опылители. Однако для этих первоначально малозамечаемых помощников и переворачивание пласта земли, и расчистка ее от леса, и **все** то, что мы **называем** мелиорацией, не прошли бесследно. Там, где был их дом — гнездовья, места размножения и зимовок, встреч друг с другом, постоянных визитов к «сладким **колодкам**» — нектароносным растениям,

вздыбились темные влажные глыбы земли, оттесняя выживших ко все более удаленным от плантаций опушкам леса, клочкам всяческих неудобий — оврагам к балкам, **придорожьям**, берегам речек и озер и т. д. Над ухоженными грядками **растения** стал тише гул **насекомых**. Но не всех. Получили раздолье фитофаги — любители зеленых частей растений, и тогда человек в **борьбе с** ними взялся и за химическое оружие. Пестицидные облака окутали мелиорированную землю, **уничтожая** полчища быстро размножившихся вредителей, не щадя и тех, которые незримо для человека стояли на службе его благоденствия.

Отрицательные последствия гигантской деятельности человека выявились не сразу: **сначала** их явно перевешивали полученные результаты. Урожаи культур, которым на полях дали «зеленый свет», резко возросли. Но здесь таилась ловушка: незаметно включился механизм так называемого коммюлятивного **эффекта**. Он заключался в том, что количественные изменения (уменьшение **численности насекомых-опылителей**), накапливаясь постепенно, со временем порождают качественно новую ситуацию — резкое снижение урожайности. Мелиорация, раз начавшись, уже шла нарастающим темпом. Земли все более и более распахивались и параллельно с этим редело и число шмелей, бабочек, различных жуков и пчел, хотя в такой же степени возрастали потребности в опылении высеваемых человеком культур. Возникла неприятная ситуация, известная как «ножницы», и дистанция до того створа, где два режущих полотна начинают свое действие, стремительно сокращалась. Человек стал замечать несоответствия в урожайности различных растений. В благоприятные годы такие виды, как **пшеница**, ячмень, просо, кукуруза, картофель и ряд других, давали превосходные урожаи, **иные** же культуры «капризничали». В семенниках клевера, люцерны и в «хороший» год могло завязаться лишь ничтожное количество семян. И это ставило зем-

ледельца в тупик. Лишь постепенно с ростом аналитических знаний удалось вычленил из суммы складывающихся воздействий среды на урожайность такой **важный** фактор, как насыщенность посевов насекомыми-опылителями. Однако местам их обитания ко времени наступившего просветления уже был нанесен большой ущерб.

Выявление зависимости урожайности от насекомых-переносчиков пыльцы объяснили задним числом и тот факт, что не все растения понесли равный ущерб от нарушенных связей в природе. Не обманули **ожидания** человека зерновые. Пшеница, рис, ячмень и кукуруза, другие родственные им культуры дают, как правило, более стабильные урожаи и в зонах сплошной мелиорации. Эволюция этих видов сложилась своеобразно. Их помощником в деле опыления стал ветер. С выкорчевкой же лесов, выравниванием земель и другими работами на наших полях ему стало еще вольготнее. Наметилось даже **ненужное** здесь «перевыполнение плана» — ветровая эрозия, снимающая **свою** дань с земель, лишенных защитного покрова растений.

И все же... как ни хороши и ни надежны **анемофилы** — растения, «любящие ветер» (они-то и снабжают нас хлебом **насушным**), по-своему ценны и энтомофилы, «работающие в паре» с насекомыми-опылителями, ведь это их плоды так украшают и разнообразят стол человека. В этот праздничный и ароматный дар природы входят плоды ягодных и фруктовых растений, сочные бахчевые: огурцы, тыквы, арбузы и дыни. Сюда же следует причислить масличные растения — подсолнечник, горчицу, рапс, а также гречиху, семенники овощной и сахарной свеклы, с десятков других важнейших видов продовольственных культур, специально возделываемые лекарственные травы.

Без насекомых-опылителей нет семян бобовых растений: люцерны и клевера, донника и эспарцета, лядвенца и вики, а их сочная зелень так нужна нашим

домашним животным. Урожай всех этих растений-кормильцев оказался под угрозой, и в поисках выхода из сложившегося положения человек обратился к медоносным пчелам.

ПРИРУЧЕНИЕ СТРОПТИВЫХ

Первобытный человек и пчелы. — Легкокрылые десантники. — Когда довольны все. — Соревнование Сибирь — Центр.

Медоносные пчелы — давний спутник человека по «нише» обитания. Нам далекий предок, впервые установивший с ними контакт, вряд ли осознал их роль в опылении, зато он вполне оценил пчел за продукты, которые обнаружил в их гнезде. Сначала это был мед и позже, когда он освоил термическую обработку и сумел переплавить соты, — воск. Измая их, первобытный человек поступал ненамного разумнее, чем его лесной конкурент — медведь, так как разрушал целиком гнездо и выламывал соты. Эта безжалостная, позже названная роевойпой система, еще до XIX века процветала в Европе. В слегка видоизмененной форме она до сих пор сохранилась в некоторых северных штатах США и Канады. Пчеловоды этих районов находят неэкономичным оставлять пчел на зиму и закуривают их серой, целиком забирая сделанные пчелами запасы. На следующий год пасеку восстанавливают за счет молодых семей, присланных с юга страны. Жестокая для пчел, но выгодная для человека практика, сможет ли он так поступать и дальше, покажет будущее.

Кормовая база для пчел до интенсификации сельскохозяйственной деятельности человека была, очевидно, очень хороша. Любопытную запись, свидетельствующую о том, какие благоприятные условия для пчеловодения сложились на Руси примерно 400 лет

назад, мы находим в одном из первых отечественных печатных изданий — книге «Наука о пасаках» (1614): «На бескрайних просторах между землею русской и другими близкими дал бог краю этому то, что пчелами он богат несметно, меду в нем превеликое множество».

В гораздо более ранний, «доколродный» период условия для жизни пчел были, наверное, еще лучше. Человек с большей легкостью обнаруживал дупло с пчелами, чем извлекал из него содержимое. Пчелы обираемых семей, обороняясь, не жалели своих жал. Наш предок, судя по всему, отличался выносливостью и мужеством и стоически переносил множество **ужалений**, пока не подметил, что отношения с пчелами можно улучшить, если направить на них струю дыма. После такой дымовой атаки **поведение обороняющихся** резко менялось. Почувяв дым — предвестник самого страшного бедствия для всего живого — лесного пожара, пчелы оставляли в покое вандаля, уродующего их жилище, и устремлялись к медовым ячейкам, чтобы как можно скорее наполнить свои зобики и продержаться подольше при вынужденном бегстве.

С такими усмирными пчелами можно было работать, и у человека, когда он перешел к более развитому земледелию, естественно, возникла новая идея — выпилить дупло из дерева и свезти его поближе к **жилью**. Тем самым он затруднил взимание медовой дани лесному хозяину — медведю, а заодно с ним и кунице, каждую зиму претендующей на какую-либо долю пчелиного провианта.

Так человек «обыграл» своих конкурентов и совершил решающий шаг в установлении союза с медоносными пчелами. Родились пасеки и вместе с ними новая профессия среди людей — пчеловод.

Первое путешествие пчел в своем дупле под окна дома пчеловода не было последним: сгрудив множество семей на одном месте, человек, естественно, не улучшил для них условия обеспечения кормом. Доступные

пчелам-фуражирам медоносные растения стали приходиться на большее число «едоков», медосборы начали падать, а пчелы — чаще болеть. В поисках новых источников нектара пчеловоду пришлось взять на себя роль пчелы-разведчицы: самому выискивать крупные массивы медоносов и **переправлять** туда отряды своих **медосборщиц**.

Перевозка пчел, однако, — непростое дело. Ближе, **чем за** три километра, возить пчел бесполезно — летные пчелы, прекрасно помня месторасположение своего улья, возвращались на старое место, где-либо застывшими от ночного холода, либо рассеивались по оставшимся на пасеке семьям, расстраивая смелые планы пчеловода-кочевника. Дальше везти пчел было можно, но требовалось умело закрыть улей и обеспечить его вентиляцию.

Пчелы раздражались от таких несогласованных с ними инициатив и, если обнаруживали щель в ульях, нещадно жалили и перевозчика, и вовлеченных в транспортировку животных. Однако, прибыв на более благогодатные пастбища и включившись в привычную для себя работу, **быстро** успокаивались, щедро вознаграждая хозяина за труды и беспокойство. Практика таких кочевков оказалась очень успешной и у пчеловодов закрепилось безоговорочное **правило**: «Мед — на колесах!».

Выработанные веками приемы обращения с пчелами пришли как нельзя кстати, когда насекомых **вдруг** стали призывать под «другие знамена». Выявилась, как мы писали выше, серьезная экологическая брешь в быстро перестраиваемых отношениях человека с природой, резко обострился дефицит насекомых-опылителей. Но положение не представилось слишком трагичным. Пчеловоды опробовали под путешествия своих питомцев любые виды транспорта: от выючного животного, телеги и арбы, по-прежнему удобных на бездорожье, до речной баржи, автомобиля, а также тракто-

ра-вездехода либо самолета и вертолета. Последние оказались особенно кстати для освоения медовых богатств гарей и вырубок, обильно зараставших рекордистами по нектаровыделению — кипреем и малиной, но удаленных от транспортных путей.

Так появились «стайки» разноцветных домиков, напоминающие игрушечные деревни, вблизи цветущих садов и ягодников, клеверных, гречишных и подсолнечниковых полей, зеленые жильцы которых — растения — так и ждут пчелу-опылительницу.

Своевременная высадка «лётного десанта» как будто блестяще разрешает последствия экологического дисбаланса, вызванного нашей предыдущей и не всегда дальновидной деятельностью. Выигрывают все: пчелы, наполняющие свои восковые хранилища медом и пыльцой, ждущие встречи с ними растения, люди, собирающие дань с первых и вторых.

Очень высокие сборы меда (100 и более килограммов с улья) возможны и при кочевке на обширные посевы культурных растений, расположенные в более обжитой зоне, например, на плантации гречихи, особенно, если она высеяна в различные сроки. Ее расцветающие белорозовые ковры, пряный запах от которых разносится на многие километры вокруг, в умеренно дождливое и теплое лето также могут стать источником «большого меда». Медосбор с гречихи в средней полосе длится с начала июля до середины августа. Пчеловод, оказавшийся со своими ульями вблизи таких угодий, имеет шанс заочно поспорить с таежными рекордсменами.

Такой случай представился автору этих строк в пчеловодное лето 1981 года. Тогда в Рязанской области знойное лето иссушило основные нектароносные угодья, но неожиданно устояли поля гречихи, посеянной вблизи занижений, образовавшихся разливами и стоками речки. Возле них и оказалась пасека. Полтора месяца несли и несли пчелы в ульи гречишный нектар.

Семьи «требовали» все новых и новых рамок для складывания меда. Когда же пришло время подвести итоги, выяснилось, что некоторые пчелиные «коллективы» уверенно перешли магическую для пчеловода отметку 100 килограммов товарного, или «съемного», меда с улья.

Обычно же медосбор одной семьи пчел, подвезенной на массивы гречихи, намного ниже, но и он приближается к отметке 30—40 килограммов на улей, что в несколько раз превышает среднесоюзный уровень товарности одной семьи (около 10 килограммов).

Еще более щедры на отдачу нектара плантации донника, шалфея, фацелии, кориандра, эспарцета, посадки липы, белой акации. На эти истекающие нектаром угодья пчеловоды кочуют с величайшей охотой, но сами, не проявят инициативы, чтобы отвезти пасеки на посевы красного клевера. И понять их можно. Если деятельность пчеловодов оценивать по количеству собранного меда, то перевозка пасек к массивам этих культур им не выгодна. И вот мы встречаемся с проблемой, которой ранее не было, — как обеспечить важные посевы специализированными переносчиками пыльцы.

СЛАДКИЙ И ГОРЬКИЙ ПРЯНИК ДРЕССИРОВКИ

Боксерские замашки люцерны и джентльменство красного клевера. — Первые ласточки практической экологии будущего.

Семенникам клевера и люцерны, конечно, «повезет», если рядом с ними разместятся разноцветные домики с маленькими работниками, но пчеловод вряд ли сможет рассчитывать на хороший медосбор: нектар, выделяемый в изобилии этими растениями, малодоступен для пчел. В естественных условиях у трав Другие «клиенты». У клевера, например, шмели, у

люцерны — одиночные пчелы с известными лишь специалистам названиями (мегахилы, андрены, меллиты и т. д.). Эти насекомые уже от рождения владеют приемами раскрытия хитроумно устроенного цветка люцерны. «Хитрость» заключается в том, что пыльники и рыльца удерживаются до посещения насекомого на дне цветка, причем тычиночная колонка зажата специальным приспособлением — лодочкой. При попытке насекомого достать нектар, находящийся в глубине цветка, колонка выходит из-за зацепления и с силой распрямляется вверх (метательное приспособление — триппинг). Пыльники раскрываются и сбрасывают пыльцу на опушенное волосками тело пчелы. Рыльце в молниеносном ударе идет несколько впереди и успевает коснуться насекомого первым. Если пчела, заполняя свой зобик нектаром, уже подверглась такому «арт-обстрелу» другими цветками и запудрена их пыльцой, то в этот момент и происходит желанный для растения перекрестный обмен упаковочными капсулами с генами — **зернышками** пыльцы.

Дикие пчелы-одиночницы более приспособлены к опылению цветков люцерны. Подлетая, они садятся прямо на лодочку цветка и, просовывая головку в его середину, слегка отодвигают парус, включая механизм **триппинга**. Медоносные же пчелы имеют обыкновение цепляться за цветок передними ножками, а нектар добывать в общем-то «незаконным» путем: просовывая хоботок сбоку и не надавливая на «взрывное устройство» — лодочку. Нектар, таким образом, оказывается забранным, а цветок остается неопыленным. Словно в наказание за нарушение «правил поведения» пчелы нередко защемляют свой хоботок между случайно выброшенной колонкой и парусом либо получают такой солидный щелчок затворного устройства, что у них вовсе отпадает охота иметь дело с «негостеприимным» растением. Другие же научаются добираться до нектара, минуя «боксерские» ответы цветка, но эффектив-

ность таких отношений не очень велика для обоих участников встречи: пчелы из выделяемых растениями **с гектара** посева 100—300 килограммов нектара собирают лишь пятую — шестую часть, да и то в жаркое, обильное на **нектаровыделение** лето, люцерна же не получает нужного ей опыления.

Что делать? И клевер, и люцерна — культуры очень **важные для** сельского хозяйства, и семена их должны **быть** получены во что бы то ни стало. Оригинальное решение этой проблемы предложил профессор Московской сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева А. Ф. Губин. Вместе с коллегами он разработал методы «дрессировки» пчел.

Такой термин может вызвать недоумение у читателя. В реальной жизни скорее пчелы обучают нас, как вести себя на пасеке, чтобы не вызвать у них раздражения. И все же дрессировка возможна: пчеловоду * нужно встать пораньше утром и до начала лёта пчел в кормушку каждого улья налить немного сиропа, настоящего на свежесобранных цветках красного клевера.

Пчелы быстро обнаруживают и забирают этот неожиданный дар, естественно, не подозревая о человеческой хитрости. Взмыв в воздух и взяв «курс» на запах, они вскоре оказываются на клеверном поле, чего и пытался достичь пчелиный дрессировщик. Спланировав на истекающий ароматом цветочный ковер, пчелы припадают к головкам клевера в надежде извлечь сладость, которую они только что вкусили в кормушке. Однако здесь их ждет разочарование: венчиковые трубочки цветка красного клевера слишком длинны для хоботка пчелы, хотя его и не назовешь **малым**; у пчел среднерусской популяции хоботок в среднем равен **6,1** миллиметра, или почти трети длины всего тела насекомого. Но венчик цветка, куда пчелу направила Рука дрессировщика, еще длиннее: 10—12 миллиметров. Пчела чувствует нектар и очень старается его до-

стать, да и клевер «ведет себя» более гостеприимно, чем люцерна, — не оглушает насекомое ударами зеленых «кулаков». Эти старания пчелы, касающейся своим телом тычинок, и приводят в конечном счете к опылению, но малые доли сладкого, которые она умудряется добыть из цветка (за счет сильно изогнутого мениска нектарной капли), к дальнейшим полетам пчелу не побуждают. Сделав еще один или два рейса, она либо переключается на другие растения, либо остается дома в ожидании новой информации от пчел-разведчиц о более богатом и «правильном» источнике.

Действительно, красный клевер — не «ее» цветок, поэтому эффект дрессировки всегда кратковременный. Пчел приходится направлять по ложному для них пути каждый день, но вскоре они упорно начинают мигрировать на другие цветы, где нектар гораздо доступнее, например, к ближайшим «родственникам» красного клевера — белому и розовому.

Чтобы преодолеть разрыв между длиннотрубчатостью красного клевера и короткохоботностью пчел, пчеловоды решили измерить хоботки представителей всех имеющихся в их распоряжении пород. Прделав такую работу, они выявили «чемпиона». Им оказалась пчела мегрельской популяции кавказской породы. Хоботок у этих пчел достигает 7,2 миллиметра, то есть несколько длиннее, чем у среднерусских, а также и у широко распространенных в мире итальянских пчел.

Кавказские пчелы несколько улучшили обстановку с опылением клевера. Пчеловоды, подвозя своих питомцев к клеверному полю на важную для народного хозяйства работу, не остаются внакладе и сами: охотно работая на цветках клевера и без дрессировки, семьи собирают зачастую по 20—30 килограммов светлого красноклеверного меда.

Однако проблему с опылением клевера нельзя считать решенной. Она типична для всех случаев, когда утрачиваются важные природные звенья, в данном

примере естественная энтомофауна — опылители длиннотрубчатых цветков бобовых растений. Какими путями идет решение проблемы? Ученые, пытаясь привлечь пчел на клеверные участки, ведут селекцию на укорочение венчика цветка, а селекционеры-пчеловоды стремятся доступными им методами вывести пчел с более длинным язычком-хоботком.

Однако и та, и другая задача нелегка. На их пути стоят генетические преграды. Признаки, которые мы хотим изменить, находятся в консервативной области генома*. Попытки вывести сорта с более короткими трубочками цветков вызывают изменения свойств растений — возрастает восприимчивость к болезням, падает зимостойкость и продуктивность и т. д. Пчеловоды, конечно, предпочли бы замену красного клевера на белый и розовый, которые более устойчивы к неблагоприятным условиям среды и широко распространены в естественных биоценозах. Дрессировать пчел на посещение этих клеверов не надо: они сами способны отвлекать сборщиц сладкого от других растений. Там, где белого и розового клеверов много, пчелы делают с них большие сборы товарного меда. И то, и другое растение прекрасно для пастбищ, но полностью заменить красный клевер не может, уступая ему в урожайности.

Не менее сложные проблемы с получением семян люцерны. Растение прекрасно развивается в засушливый и влажный год, буйно цветет, но... семена завязывает лишь непременно после визита насекомого. И не любого. Так же, как и красный клевер, люцерна ждет не медоносную пчелу, которая не является «специалистом» по вскрытию ее сложноустроенного цветка, а особых пчел, предпочитающих почему-то одиночный образ жизни. О них мы уже упоминали ранее. У этих пчел-операторов врожденные способности вскрывать люцер-

* Геном — минимальный набор функционально неодинаковых хромосом.

новые сейфы со сладким содержимым и производить нужное для растений опыление.

Таких пчел мы сильно потеснили с ранее занимаемых ими площадей, и реального вклада в опыление массивов люцерны они теперь сделать не могут.

Однако пытливая мысль человека ищет выход и из этой ситуации. Канадские ученые из Лейбриджской сельскохозяйственной опытной станции нашли условия искусственного выращивания пчел-листорезов. Их назвали листорезами за способ «укутывания» своих будущих личинок: у пчел нет восковыделительных желез, и они обкладывают яички кусочками листьев. Пчелы этих видов предпочитают «стадный» образ жизни, что облегчает искусственное формирование их гнездовых. Транспортируют на поля люцерны будущих «спецработников» в фазе предзрелости — в коконах, из которых затем выходят взрослые насекомые, повышающие урожай семян люцерны в 5—6 раз (до 7—10 центнеров с гектара).

Однако даже если и удастся как-то уладить отношения пчел с красным клевером и привлечь к опылению люцерны «родственников» медоносной пчелы, останется нерешенным вопрос о том, где найти достаточное количество семей для насыщенного опыления разрастающихся массивов всех энтомофильных культур? В европейской части страны посевы клевера занимают около 10 миллионов гектаров, да кроме него на пчелиную помощь «рассчитывают» и десятки других важных культур: садовых, ягодных, бахчевых, а также подсолнечник, кориандр, гречиха, рапс, донник. Причем многие из них сулят пчеловоду еще и обильный медосбор.

Сколько же нужно пчелиных семей, чтобы удовлетворить потребность плантаций, взметнувших к небу разномастные и ароматные головки цветов?

Известный советский исследователь в области пчеловодства А. М. Ковалев в свое время проделал гигантскую оценочную работу, сопоставляя число семей в

Центральной зоне страны с «фронтом» работ, предоставленных им окружающей флорой. Вот что он выявил. В десяти областях этой зоны в 1955 году насчитывалось 887 тысяч пчелиных семей, в то время как по минимальным нормам опыления сельскохозяйственных культур их нужно было в 1,5 раза, а по максимальным — в 3 раза больше. Сходная картина наблюдалась и в других сельскохозяйственных районах. К настоящему времени численность семей пчел на этих землях так и не увеличилась. Причины здесь разные: и миграция населения в города, снизившая плотность приусадебного пчеловодства, и трудности в создании экономически крепких крупных пчеловодческих хозяйств, и не последняя из них — пчелиная напасть варроатоз, вызываемая клещом варроа.

Распространению клеща, заметно поубавившего число семей и заодно с этим снизившего прибавку урожаях важных культур, в некоторой степени способствовало повышение человеческой активности. Исконная зона обитания клеща — Юго-Восточная Азия. Именно там и возникла новая, особо опасная его форма, которая по транспортным каналам — с поездами, теплоходами и самолетами — без ведома человека устремилась на освоение необозримых заселенных пчелами территорий Евразийского материка, а потом умудрилась перебраться в Западное полушарие. Теперь клещ прочно закрепился во всех основных пчеловодных зонах мира.

Пасеки жестоко страдают от варроатоза и борьба с ним, требуя больших затрат, снижает эффективность всего производства. Ущерб, наносимый пчелам клещом варроа, — еще один пример современных экологических бед и уже биологического загрязнения среды, поскольку в естественных условиях варроатоз пчелиному роду не страшен.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ БЕДЫ АНТРОПОГЕННОГО
ВЕКА

*Что делается у соседей?— Арифметика
и алгебра сравнений. — Кто лучше обо-
родован?*

Проблемы взаимодействия человека с природой приобрели сейчас небывалую остроту. Изменения в окружающей среде, вызванные нашей деятельностью, стали очень значительными. Можно упомянуть истощение запасов полезных ископаемых, эрозию почв, загрязнение воздушного и водного бассейнов продуктами промышленного производства, повышение активности вредителей сельского Хозяйства и, что особенно неприятно, гибель по вине человека целых видов животных и растений.

За наш успех в эволюции природа, как мы видим, платит немалую цену. Однако счет, похоже, придется оплачивать нам самим. Получить об этом представление мы смогли, рассмотрев подробнее частный, хотя и важный случай с опыленческими проблемами насекомоопыляемых растений. Естественно ли такое состояние? Или наши экологические проблемы так и не кончатся и решение одной из них будет неминуемо порождать другую?

Не на все из этих вопросов можно сейчас ответить, но контуры решений многих из них могут обрести большую ясность, если мы взглянем на опыт выживания тех животных, которые задолго до человека объединились в сообщества. Насекомые, ставшие на этот путь десятки и сотни миллионов лет тому назад, вполне благоденствуют и ныне, давая нам некую точку отсчета в опытах, поставленных самой природой.

Приведем наиболее яркие примеры из этой «серии».

Термиты. Срок существования этих видов насекомых огромен. Они появились в глубокой древности, когда еще не было на Земле не только человека и дру-

грых млекопитающих, но и большинства цветковых растений. Лишь хвойные растения — немые свидетели прежнего расцвета термитных «царств».

Ученые полагают, что термиты объединились в многомиллионные колонии уже 350—400 миллионов лет тому назад. Они успешно процветали целые геологически периоды, пока не явились более многоликие и сильные конкуренты.

Муравьи. Хотя они вышли на арену жизни через сотни миллионов лет позже термитов, их наступление было неудержимым. Муравьи словно бы взяли за правило отрицать все ранее сложившиеся в мире других насекомых- «общественников» запреты и ограничения. Они полностью сохранили в своем поведении упорство и трудолюбие, свойственные термитам, но добавили еще одно — безудержную агрессивность. Муравьи могли питаться чем угодно, но особое предпочтение отдавали личинкам термитов, а при случае — и молодым конкурентным видам своего обширного племени.

Термиты не устояли перед сокрушительным напором муравьиных полчищ и, сдав свои позиции на поверхности земли, навечно ушли в темные и влажные подземелья. Отстроив в глубокой темноте свои дворцы, простирающиеся на десятки и сотни метров, и поддерживая в них идеальный порядок, термиты до сих пор первенствуют среди различных коллективов насекомых по искусству возведения общественных построек, численности особей и накапливаемой биомассе.

В колониях же муравьев происходили необычные и принципиальные события: основательницы колоний — матки, подвергнутые воздействию каких-то веществ, стали жить по 20—25 лет, ставя мировые рекорды долголетия среди короткоживущего племени насекомых. В колониях, изживших внутривидовый антагонизм, который мог остаться от периода индивидуального существования, появились группы особей, резко различающихся по внешним признакам и физиологическим особен-

ностям, или касты. Они не конкурировали и не враждовали друг с другом. В зависимости от нужд семьи из одних и тех же яиц выкармливались **либо** многочисленные не знающие усталости работники, **либо** **законные** в толстый хитин солдаты армии «большоголовых», **либо** «царские» особи — **изящные** крылатые самцы и самки, родоначальники новых колоний.

С появлением специализированных особей эффективность труда колонии еще более возросла, а ее защита стала надежнее.

Отдадим должное и термитам: большинство из этих удивительных проявлений развитой социальности было свойственно и им, за исключением, пожалуй, столь выработанной для муравьев агрессивности.

Впрочем, мы, люди, не должны корить муравьев за их решительный и воинственный нрав: без этих качеств наши леса оказались бы беззащитными перед непомерными аппетитами полчищ фитофагов. Их избыточность и пресекают надежно **шестиногие** досмотрщики за принятыми в лесу порядками.

Значительно позже муравьев стремительно **развилась** еще одна «цивилизация» насекомых, существование которой основано не на утилизации растительных остатков, как у термитов, не на избавлении леса от избыточного числа его потребителей, как у муравьев, а на службе опыления цветковых растений.

Речь идет о **медоносных пчелах**, которых мы сейчас пытаемся привлечь к решению экологических проблем. Пчелы сформировались как вид примерно 25—40 миллионов лет тому назад. По геологической шкале времени — это самый молодой вид **высокоразвитых** общественных насекомых.

Медоносных пчел можно условно отнести к третьей великой «цивилизации» насекомых вслед за термитами и муравьями. Они не стали отступать в подземелья **либо** хорониться под аккуратно сложенные кучки растительных остатков, а под стать высоким эстетическим

стандартам своих «партнеров» — цветковых растений, создали и свои собственные дворцы — постройки — восковые соты. Их внешний вид и функциональные характеристики, как мы увидим позже, отвечают самым **строгим** канонам **строительного** искусства.

Жизнь любой колонии, состоящей из десятков **либо** сотен тысяч особей (у муравьев и термитов их число может достигать десятков **миллионов**), неминуемо связана с появлением однотипных механизмов регуляции. Так, в семье **пчел** мы **наблюдаем** уже известные для термитов и муравьев различные типы языкового поведения, включая язык химических символов и поз (танцы), совершенную организацию труда и **биотехнологию** (использование ферментов для **улучшения** качества **принесенной** извне **пищи**), способность в зависимости от нужд семьи регулировать срок жизни членов сообщества, а также выращивать из одного яичка различных **особей** и т. д. Но у пчел сложились совершенно особые **отношения** с окружающим миром, в первую очередь, с «пищевой базой» всего живущего — с растениями.

Благополучие пчел построено не на изощренных способах истребления других организмов или «заимствования» для собственного стола их частей, а на непосредственном соучастии в самом важном для выживания **растений** — посредничестве в **службе информации**. Той, что осуществляется через перенос цветочного зернышка-пыльцы, в котором в **наиплотнейшей** упаковке молекул ДНК и сопровождающей их свиты молекул записан «золотой фонд» видовой памяти растения, накопленный и проверенный миллионами лет предшествующей эволюции.

Так что **медоносные** пчелы — истинная «повивальная бабка» современных цветковых растений, к которым **относится** большая часть нашей флоры.

Неантагонистические отношения, **сложившиеся** у пчел с окружающим миром, **разительным** образом **отлич-**

чают их род от всех остальных представителей земной фауны. Возможно, именно поэтому созерцание их работы вызывает у человека, попавшего на пасеку, особое чувство покоя и сосредоточенности, обостряя его восприятие жизни природы вокруг нас.

С образованием современных общественных видов пчелиных дальнейшая эволюция насекомых резко замедлилась, словно исчерпав ресурсы дальнейшего развития. Но в глубинных тайниках природы уже вызревал вид, которому суждено было перекроить весь прежний лик планеты: на арену эволюции выступил человек, который долгое время находился как бы в тени других животных, а именно приматов, мало отличаясь от них образом жизни. По последним данным археологии и новой науки о происхождении человека — молекулярной антропологии, он окончательно порвал родственные связи с приматами около 3,5—4 миллионов лет тому назад. Тогда же засветился экран его сознания, к нему пришло слово, и он стал человеком разумным (**гомо сапиенс**).

Вряд ли приходится сомневаться в том, что человек сейчас наиболее стремительно эволюционирующий вид на планете. Его социальная эволюция далеко не завершена, следствием чего, очевидно, являются наши многочисленные неувязки с окружающей средой. И все же формы общественных организаций жизни живых существ уже были опробованы природой задолго до появления человека, и он начал социальную фазу своей эволюции, когда рядом с ним десятки и сотни миллионов лет процветали великие сообщества мелких животных — насекомые. Многие «рекорды» их общественной организации до сих пор остаются непревзойденными.

Общественные насекомые явно процветают и сейчас. Даже по общей своей биомассе они намного превосходят человечество. Подсчитано, что только жителей тропических подземелий — термитов — приходится на каждого человека до 0,5 тонны. Несмотря на такое

огромное преобладание, термиты, обеспечивая себя самой неприхотливой пищей — лигнином* умирающих деревьев, не только не угрожают планете каким-либо видом загрязнения или вреда, а наоборот, в значительной степени способствуют ее стабильности и постоянному обновлению вещества. При таких больших масштабах участия в жизни биосферы эти насекомые, наряду с муравьями, стали основными переносчиками вещества в почвенных горизонтах наиболее продуктивных лесов нашей планеты — в тропической зоне. Впоследствии, как считал выдающийся советский ученый В. И. Вернадский, еще в большем масштабе, но не в таком безоговорочно положительном смысле эта функция станет наиболее характерной чертой деятельности человека.

Биомасса медоносных пчел не столь велика по сравнению с биомассой термитов: в мире насчитывается около 40—50 миллионов пчелиных семей с общей биомассой каждой около 3—5 килограммов. Однако пчелы — это «специализированная служба информации» цветковой флоры, и их роль в природе далеко не прямо соответствует их физической массе.

За счет чего достигнут такой прогресс и устойчивость в жизнеобеспечении общественных насекомых? Ведь все эти виды существуют десятки и сотни миллионов лет, и ничто не говорит о том, что их позиции и в дальнейшем будут чем-то или кем-то поколеблены.

Первое, что мы видим, обращая внимание на их систему жизнеобеспечения, — это высокоспециализированный и организованный труд. Сопровождается он исключительно интенсивным по плотности потоком информации. Причем передача ее осуществляется как минимум по трем каналам: химическому, звуковому и через языковую систему танцев (поз). Сама «экипиров-

* Лигнин — составная часть древесины, не усваиваемая другими животными.

ка» медоносной пчелы для трудовой деятельности вообще не имеет себе аналогов.

Пчела способна перемещаться как по земле, так и по воздуху. Ее мускульная энергия ни в какое сравнение не идет с той, которую проявляют млекопитающие: пчела способна тащить по ровной поверхности доски, стекла массу в 20 раз больше собственной. Подъемная сила летательного аппарата у нее такова, что в воздух она взмывает с трутнем, масса которого превосходит пчелиную более чем в 2 раза.

Перемещение пчелы в пространстве обеспечено совершенным навигационным устройством. Ей помогает в этом система «солнечного компаса», которая позволяет определять координаты светила по плоскости поляризации его отраженных лучей. Поэтому насекомому **безразлично** — ушло ли оно за гору или временно скрылось за плотным облаком. Солнечные лучи, пробиваясь к Земле через прозрачную толщу ее атмосферы, оказываются плоскополяризованными (то есть их колебания определенным образом ориентированы в пространстве). Наш глаз не воспринимает такое свойство лучей, но **для** пчел открываются совершенно особые, не известные человеку возможности ориентации. Их-то и использует «природная авиация» цветоносной флоры — медоносные пчелы, вынужденные работать на цветах как в солнечные, так и в пасмурные дни.

Как «рассказывает» пчела-разведчица о найденном ею источнике меда? Рабочий лёт пчел-фуражиров — в пределах 2—3 километров. По сравнению с размерами ее тела это много — все равно, что для человека 300—500 километров.

Шифр этих «рассказов» открыл знаменитый австрийский ученый Карл Фриш, получивший за свое открытие Нобелевскую премию. Оказалось, что пчела-разведчица, возвращаясь в улей, передает сведения о найденном ею участке с медоносами при помощи знаковой системы... танца. В движениях танцующей пчелы

лы информация кодируется по отношению к Солнцу. Для исследователя было неожиданным, что пчелы верно указывали угол полета к Солнцу и тогда, когда оно скрывалось за пеленой туч или уходило за высокий холм или гору.

Каким образом пчела угадывала положение небесного светила?

Ответ пришлось искать в уникальных возможностях ее зрительного аппарата. Он очень представительный — целых 5 глаз. Основная роль в ориентации по Солнцу принадлежит, однако, самым большим — мозаичным глазам. Их легко обнаруживает каждый, кто хоть раз рассматривал пчелу вблизи: они расположены по бокам ее головки двумя большими полусферами. Глаза эти устроены по-иному, чем наши, они сложные и состоят каждый из 4—5 тысяч маленьких глазков. Глазки выходят на общую поверхность большого глаза в виде миниатюрных шестиугольничков. Вследствие этого весь фасетчатый глаз под увеличительным стеклом выглядит как гигантское око телевизионного устройства с ячеистой «сотовой» структурой воспринимающих элементов. Несмотря на неподвижность этих глаз, пчела с их помощью улавливает в окружающем мире несравненно больше деталей, чем глаз человека. Так, если бы мы умудрились заставить пчел смотреть наше кино, они бы восприняли его как обычный показ диапозитивов. Причина та, что глаз человека различает кадры, мелькающие со скоростью не более 10—12 раз в секунду, в то время как пчела способна за этот миг различить до 100 кадров. «Настоящее кино» для пчел пришлось бы крутить со скоростью в 5 раз большей, увеличивая во столько же раз расход киноплёнки. Такая высокая разрешающая способность и позволяет пчеле не упустить из виду важные подробности во время ее стремительного полета и обследования цветов.

Мало того. Тысячи глазков больших пчелиных глаз

улавливают то, что мы не можем вовсе, — плоскости, поляризации световых лучей, поступающих в наш мир от Солнца, то есть глазки еще работают и как прибор поляриид, который выборочно пропускает лучи света с определенной ориентацией. Пчела видит в полете весь небосвод сразу, но ей достаточно для ориентации лишь небольшого кусочка голубого неба, который она воспринимает благодаря своим глазам-поляриоидам, освещенным по-разному, как бы мозаичным. Это и позволяет пчеле надежно «вычислять» координаты небесного светила вне зависимости от того, ушло оно за тучу или скрылось за темной грядой леса.

Карл Фриш, проникший в навигационные тайны пчел, заметил, что им вполне «могут позавидовать капитаны многих самолетов и кораблей».

Шестиногие труженицы прекрасно ориентируются в абсолютной для нас темноте улья, используя еще не совсем разгаданную систему восприятия и передачи информации. Концентрацию сахара в нектаре либо сиропе они определяют при помощи не только язычка-хоботка, но и ножки, в которую «вмонтирован» специальный живой прибор — рецептор.

Три пары ножек пчелы, помимо функции опоры и перемещения, специализированы на выполнении еще целого ряда сложнейших операций и имеют для этого соответствующее «снаряжение». Так, на передних **ножках** нашлось место для «сумочки-косметички», где есть и щеточка для протирания выпуклых мозаичных глаз, на которые может осесть цветочная пыль растений, и специальное щелевидное устройство для прочистки и приведения в порядок усиков, или антенн. На них, в свою очередь, размещены блоки приема информации — рецепторы и ее передатчики. На средних ножках пчелы имеется гребешок, которым пчела очищает налипшую па волоски ее тела пыльцу. Маленькая сборщица нектара приводит себя в порядок при перелетах с цветка на цветок, уплотняя свое рабочее

время. Драгоценные комочки этой белковой пищи пчела скатывает средними ножками в более крупные и переправляет в очень хитроумно устроенные корзиночки из переплетенных волосков на задних ножках. В корзиночках комочки превращаются в круглые окатыши — обножку пчел, массой каждая примерно 10 миллиграммов. С такой обножкой сборщица и возвращается в улей.

Для жидкой пищи — нектара либо меда — у пчел есть достаточно крупная емкость — зобик, вмещающий груз, почти равный массе насекомого. Эта «цистерночка» под сладкое не мешает полету сборщицы, поскольку упрятана в глубине тела пчелы ближе к центру.

К механическим приспособлениям пчел относятся и жвалы (пара верхних челюстей), которыми насекомые ловко орудуют при **разгрызании** и жевании — главный инструмент при выполнении всяких строительных, ремонтных и **очистных** работ. Между жвалами у пчелы уложен длинный язычок, или хоботок. Им она достает нектар с цветков и может до блеска облизать любую поверхность. К механическим приспособлениям, правда, уже защиты, а не труда, следует отнести и пробивающее чужую кожу или хитин враждебного насекомого жало. Через него в ранку жертвы поступает яд, который уже входит в состав химического оборудования пчелы.

Химический арсенал пчел особенно представительен. Несолько желез насекомых имеют выводные протоки в ротовую полость и в «ферментер» — зобик, в котором происходит превращение нектара в мед. Эти железы выделяют необходимые для такой биотехнологии ферменты и другие вещества — присадки. Пчелы способны секретировать специальную жидкость для растворения воска, прополиса или закристаллизовавшегося меда. Они выделяют вещества — метчики **территории** и **трасс, соединения**, имеющие свойства химических сигналов (феромоны, аттрактанты, вещества тре-

воги и мобилизации и т. д.). Из секретов глоточных желез молодых пчел создается знаменитая личиночная пища — «королевское желе» для кормления будущих маток. У рабочих пчел определенного возраста действует целая биохимическая «фабрика» по производству строительного материала — воска.

БОРЬБА ИЛИ СОТРУДНИЧЕСТВО?

«Триумфальная арка» эволюции.— Ноосфера В. И. Вернадского. — «Золотой ключик» медоносных пчел.

По своей «технической вооруженности» пчела, как мы видим, — уникальная, прекрасно оборудованная «лаборатория», предназначенная для выполнения сложнейших операций как вне, так и внутри улья. **Высокоспециализированный** биохимический и механический «парк» у пчелы имеет и соответствующее ему обеспечение **первно-координирующей** тканью. По насыщенности ею пчелы оставляют далеко позади любое млекопитающее, включая и человека, поскольку у них на грамм массы приходится около миллиона нейронов (у человека примерно 150 тысяч). При этом каждый нейрон в рецепторах насекомого имеет «уплотненную конструкцию» (несколько отростков), что позволяет ему обрабатывать больший объем информации, чем у млекопитающих. Недаром известный французский энтомолог профессор Реми Шовен, разделяя мнение своих коллег, склонен утверждать, что именно насекомые были первой крупной «ставкой жизни» на нашей планете (Р. Шовен. От пчелы до гориллы. — М.: Мир, 1965).

Но не только эти поразительные свойства пчел — идеальных биороботов — заставляют нас внимательно приглядываться к их жизни. Объединившись в сообщества, они выработали сложнейшие формы информационного обмена, научились изготавливать особые мате-

риалы и надежно обеспечили защиту своих поселений от врагов изнутри и снаружи — микробов, плесени, крупных и мелких животных. Но главное, у пчел сложились удивительно гармоничные неантагонистические отношения с видами, населяющими биосферу. Принцип сотрудничества явился тем «золотым ключиком», который позволил медоносным пчелам открыть «сейф» не одной проблемы на долгом пути эволюции и отбора.

Судите сами: более 20 тысяч видов одиночных пчел насчитывается сейчас на планете и лишь — 4 вида медоносных, живущих коллективом. Поразительная цифра! Целые континенты, которые не страдают от недостатка медоносной флоры, такие как Австралия и Америка, оказываются, не знали медоносных пчел, пока их туда не завезли европейцы. Пчел же, ведущих одиночный образ жизни, там сохранилось большое число видов.

Цифры заставляют задуматься: может, и в самом деле выживание сверхкрупными сообществами ставит перед видом особо сложные задачи и удача сопутствует им лишь в редких случаях? Тогда поневоле беспокоишься и за человека, не очень-то затрудняющего себя контролем за применением обретенных сил и выбором средств в достижении своих целей.

Гордость человеческой цивилизации — искусственное вещество, созданное творцом материалов — химиком, может эффективно действовать на живой организм, который мы осознанно тесним с его жизненных позиций. Однако вещество, сделав «свое дело», продолжает сохранять свою токсичность в окружающей среде, если химик не предусмотрел путь обратного его включения в нормальные метаболические циклы природы. Подавив конкурентный либо вредный для нас вид (растение-сорняк, грызун, паразитическое насекомое), мы в то же время можем уничтожить не замеченных нами ранее союзников, ослабляя эффект действия. Это и случилось, как мы видели, с насекомыми-

опылителями и защитниками растений — энтомофагами.

Взаимоотношения, сложившиеся с «живущими рядом» у других общественно организованных живых существ, доказавших устойчивость своих схем выживания на протяжении целых геологических эпох, — иные. Так, муравьи — вполне процветающее и многочисленное племя шестиногих любителей коллективного труда — выполняют важную «миссию» в природе: они — санитары леса, их деятельность нужна многим видам, в первую очередь, первооснове всей нашей жизни — растениям, самой стабильности биоценоза. Пчелы же — вообще важнейший фактор выживания цветковых растений, к которым принадлежит большая часть наших кормильцев.

Академик В. И. Вернадский создал учение о биосфере, которое получило широкое признание во всем мире. В. И. Вернадский с оптимизмом смотрел в будущее человечества и видел его в приходе эры ноосферы, когда вся верхняя оболочка Земли, ее жизнеподдерживающий слой, или «лицо», будет перестроено в соответствии с волей и разумом человека.

Эта предельно выраженная антропоцентрическая точка зрения, которая вручает человеку неограниченную власть и ответственность за судьбы других видов, отводит ему особую миссию в природе. Однако В. И. Вернадский писал свои знаменитые заметки «Химическое строение биосферы Земли и ее окружения», когда отрицательные последствия человеческой деятельности еще не выглядели столь тревожно, как сейчас.

Ноосфера, или сфера разума, очевидно, может быть реализована лишь при учете «интересов» всех главных действующих «лиц» планеты. Среди них не только человек и его образ жизни, пока еще далекий от совершенства, но и многие тысячи и даже миллионы видов. Под силу ли человеку этот истинно сизифов труд по

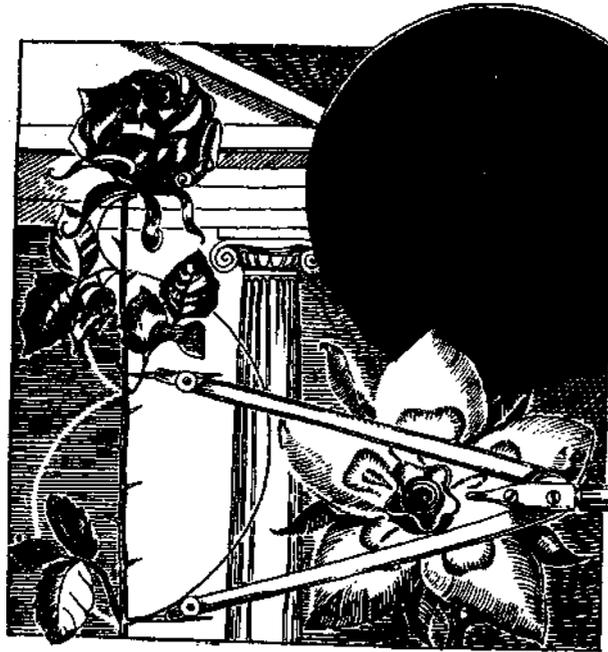
бесконечной регулировке отношений всех и вся? Или есть какие-то другие, более эффективные «ключи» к нахождению своего места в сложнейшей «упаковке» всех видов в нашей биосфере?

Спросим себя: а кому полезна деятельность человека, кроме него самого? Каковы будут основные черты этой формирующейся ноосферы — сферы разума, если ее носитель человек начал свою деятельность отнюдь не лучшим образом?

Разве нет опасности на этом пути постоянного противоборства с природой? Тем более ценен для нас опыт тех общественно живущих видов животных, в первую очередь медоносных пчел, который реально показывает, сколь эффективен может быть способ выживания, основанный на неантагонистических отношениях с окружающим миром.

Возможен ли п для человека такой удел, несущий поразительную красоту гармонического бытия, или ему вечно суждено бороться и одолевая природу, то есть наших соседей по единой для всех биосфере, а потом уклоняться от бумеранга отрицательных связей, порожденных нами самими? Ответам на эти вопросы или подходам к ним по существу и посвящена вся книга. Именно поэтому автор попытается ввести читателя в чрезвычайно интересный мир растений и пчел, объединенных уникальными для живой природы отношениями.

Прежде всего обратим свое внимание на цветы — специализированный орган привлечения насекомых-опылителей и постараемся понять, почему эти головки растений неотразимо влекут наш взор, оказывая благоприятное воздействие на психику, хотя у человека с цветами нет никаких «деловых отношений», и они не были созданы природой для него.



В ПОИСКАХ МАГИЧЕСКОЙ ФОРМУЛЫ ИСТОКИ ГАРМОНИИ

Скажите мне, цветы, почему вы так прекрасны? - «Гармония мира» Иоганна Кеплера. — Девять соседок в плотной упаковке. — «Божественные пропорции» в наряде растений.

Как понять смысл внешней привлекательности цветка, сможем ли мы подойти к этому вопросу не только с умозрительных или эмоциональных позиций, а исходя из выявленных наукой законов и фактов? Или сама эта по-

пытка, как суховейный ветер, засушит дыхание прекрасного и мы будем исследовать лишь гербарий его форм, из которого ушел волнующий ток жизни?

И все же понять это нам очень важно: цветы — не только одно из главных действующих лиц нашего повествования, обусловленное место встречи растения с насекомыми, но и символ тех удивительных отношений, к которым порой неосознанно стремимся и мы, сопровождая цветам все важные события в нашей жизни, даря их друг другу как знак напутствия в мир гармонии и согласия.

Итак, цветущая головка растения украсилась и запаслась своими искусительными дарами отнюдь не для человека. Почему же последний столь чуток к его совершенству? Или наше эстетическое чувство в своей глубинной основе и есть критерий совершенных форм, сочетаний запахов, оттенков цвета, а постоянные потребители нектара — пчелы, шмели, бабочки также не лишены его и устремляются лишь к тем растениям, которые и отмечены этим высшим «знаком качества», что мы называем красотой? Или здесь скрыто что-то иное? Не называем же мы все природные явления прекрасными? Например, тех прожорливых личинок насекомых-вредителей, которые оставляют от зеленых, полных созидательной силы растений голые остова скелетов, хотя свою работу эти «вегетарианцы» делают самым совершенным образом. Испытываем ли мы эстетический восторг при встрече с другими непрошеными гостями и спутниками — мышами, крысами, тараканами; видя опасного хищника, ядовитую змею или паука?

Перечисляя эти факты, мы обнаруживаем, что те существа, которые приносят нам вред или грозят им, не вызывают у нас приятных ощущений. Правда, «противные животные», становясь объектом внимания ученого, который, исследуя их свойства, делает ценные для науки открытия, перестают оказывать на него неприятное впечатление.

Другое дело — цветы... Никто не видит в них никакой опасности, наоборот, может зачастую предвосхитить, что цветок обернется плодом, который, созрев, станет лакомой пищей.

И аде же почему в столь прекрасный наряд одеваются цветущие растения? Неужто дело лишь в способе привлечения насекомых?

Опыты, проведенные недавно профессором Г. Л. Марзохиным-Поршняковым с сотрудниками, показали совсем другое: пчелы, если и способны различать несложные геометрические фигуры, в этом явно уступают человеку. Для них в выборе цветка главное — обилие, доступность и концентрация нектара. Так неожиданно пчелы, которые всю свою жизнь проводят среди цветков и их продуктов, на поверку оказались такими «прагматиками»...

Конечно, внешняя отделка растения — и форма цветка, и его окраска помогают насекомому скорее запомнить данный цветок и уяснить его внутреннюю картографию, но все же это — второстепенные «детали» по сравнению с главным объектом их интереса — нектаром.

Действительно, «указатели» могли бы быть выполнены намного проще, ведь существуют же внецветковые нектарники. В окружающей нас флоре есть растения (вика, хлопчатник, ряд других), которые продуцируют сладкую жидкость не через цветковые нектарники, столь рекламно оформленные, а через еле заметные железки — выемки либо выпячивания на ребрах зеленого листка, стебля или того же цветка.

Пчелы всегда безошибочно находят «сахарную колонку», поясняя нам, что ответ надо искать не в их пристрастии к эстетике. И уж совсем ясно, что нет никакой функциональности или прагматизма в увядающей красе осенних листьев. Лишь с каждым днем все более холодные ветры да леденящие капли осенних дождей лижут волшебные узоры, но они не наруша-

ют добровольный обет молчания растения и оставляют беспокойному уму человека самому разбираться в его бесконечных вопросах. Не остается другого пути и нам.

Однако... что об этом говорит практика?

Выясняется, что пчеловоды и без специальных опытов давно усвоили, что на «красоте пчел не проведешь»: их подопечные с легкостью изменяют самому разукрасившемуся цветку, если иссохнет в нем цветочное ложе, и предпочитают невзрачный и мелкий, но щедрый на отдачу искомого пчелой вещества. Прекрасный пример этому — наши садовые цветы: несмотря на безупречный вид этих «горожан» флоры явно не балуют вниманием сборщицы сладкой дани, предпочитая им скромные, но «сладкие» луговые и полевые цветы, не изменившие своему вольному образу жизни.

Итак, вещество. Неужто оно всюду диктует в мире свои законы и потесняет с пьедестала воспеваемую поэтами красоту?

Не будем спешить с выводами. Возможно, само вещество и законы его организации и подскажут нам, как прикоснуться к тайпе влечения нашего взора к цветам растений и заодно понять истоки совершенного, с которыми мы постоянно сталкиваемся в природных явлениях.

Образцы этого совершенного мы без труда обнаруживаем в семьях пчел.

Бельгийский поэт Метерлинк (1862—1949) в течение долгого времени держал на чердаке своего дома два улья с пчелами. Наблюдая за их жизнью, он как-то воскликнул: «Ничего не знаю на свете прекраснее свежестроенных пчелиных сотов!».

Действительно, белоснежный цвет, четко вылепленный ажурный рисунок и загадочный аромат, струящийся от них, производят на человека неизгладимое впечатление. Поэт написал чудесную книгу «Жизнь пчел». Она выдержала множество изданий на самых различных языках и вдохновила, в частности, компо-

втора Игоря Стравинского па создание музыкального шедевра «Фантастическое скерцо».

Однако математические принципы, реализованные в пчелиных ячейках, были впервые поняты и описаны гениальным ученым XVII века Иоганном Кеплером.

Иоганн Кеплер сам не был лишен художественного дара, оставив нам прекрасные образцы научно-художественной прозы. Однако на постройку пчел он в первую очередь посмотрел глазами профессионального математика.

Следует сказать, что своим современникам, да и потомкам, ученый стал более известен как «физик небес», открывший математические законы движения планет в Солнечной системе. Однако всю свою энергию и время ученый посвятил поиску «ключа», или «сверхпринципа», по которому построена Вселенная. Он чувствовал, что такие принципы есть. Плодом его 25-летнего труда явилась шеститомная «Гармония мира», которая в настоящее время признается «одной из наиболее удивительных и богатых идеями книг в истории науки, могучим гимном во славу всепроникающей симметрии» *.

Публикуя свой труд, Кеплер не скрывает восторга человека, достигшего цели своей жизни: «То, о чем я догадывался 25 лет назад ...я, наконец, вынес на суд... взошло яркое солнце чудеснейшего зрелища, ничто не может остановить меня. Я отдаюсь священному экстазу. Не боясь насмешек смертных, я исповедуюсь открыто. Да, я похитил золотые сосуды египтян, дабы вдали от границ Египта воздвигнуть жертвенник своему богу. Если вы простите меня, я буду рад. Если вы осудите меня, я снесу это. Жребий брошен. Я написал книгу либо для современников, либо для потомков: для

кого именно — мне безразлично. Пусть книга сотни лет ждет своего читателя...»

Кеплер оказался прав в своем предвидении: лишь сравнительно недавно симметрия обрела заслуженное признание ученых. Сейчас о ней говорят, что она держит -в своих «руках» важнейшие ключи к пониманию закономерностей окружающего мира и, более того, творческих процессов самого человека. По выражению одного из ученых, работающих в этой области, Аллана Ладмена *, симметрия стала «нитью, связывающей искусство и науку, художника и ученого».

Принципы найденной Кеплером гармонии были воплощены и в пчелиных сотах. Вот что увидел Кеплер глазами математика в постройках пчел. «Трехмерное пространство, — пишет он, — можно заполнить, не оставляя пустых мест, лишь кубами и правильными ромбическими телами, по ромбическое тело имеет больший объем, чем куб». Однако «одного этого соображения, — считает Кеплер, — недостаточно... Если пчел интересуют лишь емкость сотов, то почему они не строят себе круглое гнездо, что заставляет их использовать крохотные участки пространства, как будто во всем улье не остается свободного места?» По его мнению, наиболее правдоподобна следующая причина: «...нежным тельцам пчел удобнее покоиться в ячейке, имеющей форму геометрической фигуры с большим числом затупленных углов, которая приближается к сфере, чем в кубе с его небольшим числом сильно выступающих вершин и плоским дном, не соответствующим форме тельца пчелы». Кеплер подсчитал, что пчела, находясь в ячейке, может контактировать с девятью другими особями. Это имеет очень важное значение. В летнее время, поневоле прижавшись друг к другу, разделенные лишь

* См.: в кн.: Узоры симметрии. Перевод с английского, М.: Мир, 1980.

* Узоры симметрии. Перевод с английского. — М.: Мир, 1980.

тонкими восковыми перегородками, обогревают себя личинки и куколки, а в период зимних холодов и взрослые пчелы, которые залезают в освобождающиеся от меда ячейки.

Кеплер сумел увидеть и большую технологичность в ~~сооружении~~ шестигранной ячейки, полагая, «что объемом работы сократится, если две пчелы будут воздвигать одну общую стенку». Тут же обнаружилось еще одно важное следствие: «...плоские перегородки обладают большей прочностью и позволяют сотам оставаться в целости, чем отдельные круглые ячейки, которые легко раздавить. Наконец, между круглыми телами, даже если они расположены близко друг от друга, остаются зазоры, а через эти зазоры может проникнуть холод». «Чтобы позаботиться обо всем этом, — здесь Кеплер считает необходимым привести цитату из Вергилия, — пчелы «в городах обитают под крышей единой».

Поскольку математические расчеты явно свидетельствуют в пользу «ромбовидности» сотов, ученый пишет: «Я полагаю, что приведенные соображения избавляют меня от необходимости пускаться в философствование о совершенстве, красоте и превосходстве ромбической фигуры».

Симметрия, господствующая в постройках пчел, не менее прекрасное воплощение находит в растениях. Постоянно влекут наш взор симметричные лепестковые хороводы цветов, вдохновляя художников и дизайнеров на создание причудливых узоров на коврах, тканях, обоях, тысяче других изделий.

Симметрично расположены не только лепестки. Если рассматривать листья на растущем стебле или ветви ^{ВП} дерева, то можно увидеть, что каждый лист смещен относительно нижнего на определенный угол, причем отрезки между основаниями соседних листьев, если растение закончило рост, также оказываются равными. Это признаки винтовой симметрии, в которой проявля-

ются особые пропорциональные отношения части и целого, известные как «божественная пропорция» или «золотое сечение». Ученые полагают, что подобное пропорциональное отношение воспринимается людьми эстетически, то есть с чувством наслаждения.

Иоганн Кеплер был, вне сомнения, первым, кто еще в 1611 году обратил внимание на постоянное «использование» растением этой пропорции. Правила симметрии обязательны для всякого роста как в области живой, так и неживой природы. Так, не будучи живыми существами, растут по законам симметрии кристаллы. На операциях симметричного переноса основан важнейший процесс воспроизводства клетки — трансляция молекул нуклеиновых кислот, или перезапись генетического кода.

Мы можем вспомнить также полотна художников, стихи поэтов, музыкальные композиции, симметричные построения в танцах и т. д. Все эти произведения искусства реализуются через те или иные формы симметричного построения избранных творцами элементов на единой канве времени и пространства.

Что же лежит в основе рождения всех этих совершенных форм, постоянно воссоздаваемых как в природе, так и в искусстве? Что по этому поводу может сказать современная наука? Быть может, ответ подскажут законы, властвующие в царстве более косной, неживой природы. Там, где вещество, из которого лепятся формы, не столь подвижно и **изменчиво**?

Отвлечемся тогда ненадолго от растений и пчел и наведемся с этой целью в лабораторию дерзкого конкурента природы — современного ученого-химика.

Человек с древнейших времен чувствовал организующую роль симметрии в явлениях прекрасного и использовал ее в своем творчестве. Узоры «бегущей симметрии» — геометрического орнамента — веками украшали жилища, храмы, рукописи, предметы домашней утвари и одежду.

Молекулярная эстетика. — Обуздание геометрических устремлений глюкозы в улье. — Пчеловод-промышленник в роли кристаллографа.

Любой химик, а автор по своей основной профессии относится к этой категории людей, испытывает немало эстетических переживаний, когда бывает занят самой прозаической работой — очисткой природных или искусственно получаемых веществ.

В душе исследователя, приступающего к такому делу, всегда таится надежда — получить вещество в кристаллическом виде. Это сразу решает массу проблем и среди них главную — кристаллы при последующей перекристаллизации «сами себя чистят», освобождаясь от «случайных спутников», или веществ-примесей. Однако удача редко приходит сразу: вещество не спешит выпасть в граненных формах. Ему что-то мешает и этим «что-то» являются молекулы других веществ, присутствующие в растворе: самого растворителя, и тех веществ-спутников, от которых решил избавиться химик. Если молекулы вещества, подлежащие перекристаллизации, преобладают в растворе, они так или иначе «находят себя», то есть располагаются друг относительно друга в определенном порядке. Этот порядок обусловлен зонами наименьшей энергии, своего рода «энергетическими лунками». Заняв столь удобные места, молекулы образуют тем самым первые элементы кристаллической решетки.

Раз возникнув, эти очаги упорядоченности начинают быстро расти, притягивая из окружающего раствора «свои молекулы». Молекулы другой природы улавливаются решеткой случайно и в очень небольшом числе. С повторной перекристаллизацией случайности уменьшаются, что и позволяет веществу очиститься от «незнакомцев» в жидкостной неопределенности.

48

Химик, используя «врожденное влечение» каждого вещества к чистоте и упорядоченности, всячески торопит события. Рано или поздно происходит долгожданное: раствор, на мгновение замутившись, наполняется вдруг новым свечением — это, сверкая всеми гранями, нарастая как снежинки на морозных стеклах, зарождаются и спадают на дно колбы кристаллы и их гроздь. От них нелегко оторвать взгляд. Конечно, кристаллы могут выпасть и очень мелкими, и тогда человеческий глаз не сможет различить их грани, но в таком случае выручит любое увеличительное стекло. Кристалл тут же волшебным образом преобразится, его размеры попадут в оптимальное ложе или створ восприятия наших органов чувств, в данном случае — зрения, и искатель чистых молекул — химик — долго будет заворожен явлением еще одного чуда природы — обретением веществом своей формы. Созерцая ее, человек видит, что любое вещество материального мира, упаковавшись в свою кристаллическую решетку, вызывает у нас «бескорыстное любование», как сказал об эстетическом чувстве выдающийся исследователь природы прекрасного немецкий философ Иммануил Кант.

Кристаллы своими совершенными формами и радужной отраженных лучей так же, как и цветы, способны оказывать эстетическое влияние на психику человека. Образцы прекрасного, неживые кристаллы могут расти, буквально прорастая в область живого. В таких случаях людям бывает не до эстетических эффектов, поскольку приходится переносить боль, вызываемую теми веществами (соли шавелевой и желчной кислот, мочева кислота, холестерин и т. п.), которые укладываются в жесткую структуру в организме — суставах, почках, желчных и мочевых протоках, кровеносных сосудах.

Несколько неожиданно, но и пчелы в своей жизни сталкиваются с проблемой кристаллов. За их короткую и динамичную жизнь вряд ли в их телах успевают на-

копиться те вещества, которые «каменными болезнями» омрачают наши зрелые годы. Им не очень-то досаждают и наиболее распространенные в нашем мире — кристаллы воды в виде льдинок, намерзающих на внутренних стенках улья в зимнее время; при первом весеннем потеплении они стаивают либо от обретших силу солнечных лучей, либо от тепла, которое вырабатывают, почуввав токи весны, сами пчелы.

Однако в гнезде пчел могут появиться не менее грозные пришельцы с «кристаллическим ликом». Пчелам, как и больным людям, будет тогда уже не до эстетических эффектов, поскольку речь идет о кристаллизации меда.

Кристаллизация меда в сотах в зимнее время — серьезная угроза семье. Сам мед — многокомпонентная система, поэтому говорить о его кристаллизации можно лишь условно. Кристаллизуется в нем лишь один из его двух основных Сахаров — глюкоза.

Небольшие молекулы глюкозы сравнительно легко укладываются в кристаллическую решетку, которая для самого вещества выгодна тем, что позволяет ему резко ограничить свои контакты с окружающей средой. Самоизоляция вещества в кристаллическую решетку помогает ему продлить свою «вещественную жизнь», сберегая массу и форму.

Для живого организма, использующего раствор как часть среды обитания, эти «эгоцентрические» устремления отдельных веществ крайне неблагоприятны. Так, повреждение зимующих растений морозом происходит вследствие того, что внутриклеточная вода, кристаллизуясь, нарушает всю сложнейшую внутреннюю и внешнюю архитектуру клеток.

В меде также содержится до 20 процентов воды, но даже при резком и длительном охлаждении из-за высокой вязкости раствора и сильной гидратации содержащихся в нем молекул Сахаров она не выкристаллизовывается. Другое дело — молекулы глюкозы. На ее

долю в меде приходится 30—40 процентов. Образуя застывший «молекулярный хоровод» — кристаллическую решетку, глюкоза способна превратить всю ранее жидкую кормовую массу пчелиных ячеек в сплошь затвердевший продукт. Такой «севший» мед в сотах пчелам использовать трудно, и они, выбрав оставшийся между кристаллами сироп, представленный, в основном, менее склонной к кристаллизации фруктозой, сбрасывают кристаллы глюкозы на дно улья. Что может быть нетерпимее для пчел, столь склонных к экономии и рачительному сбору всего сладкого?

В пчелиной биотехнологии, где заранее «расписаны» все детали для получения любого продукта улья, предусмотрен ряд мер для предупреждения и этих нежелательных событий. Направлены они главным образом на предотвращение зарождения в медовых бочонках-ячейках центров кристаллизации.

Что для этого делается?

Пчелы, готовя соты к «медовой страде», тщательно слизывают со стенок все следы прошлого года меда, которые опасны, поскольку могут содержать невидимые очаги столь нежелательной кристаллизации. Завершив технологический цикл превращения нектара в мед, пчелы кроме того заполняют ячейки не полностью, а лишь на три четверти их объема, после чего тщательно закрывают их сверху восковой крышечкой или, как еще иногда говорят пчеловоды, — забрусом. Одна из функций этой крышечки — надежно охранять верхний слой меда от подсыхания либо разжижения, поскольку и то, и другое может спровоцировать образование зон кристаллизации и ее зародышевых центров. Раз начавшись, она уже не остановится, пока все содержимое ячейки не заполнится густой массой.

В большинстве случаев пчелам удается удержать в жидком состоянии мед до весны следующего года.

О том, что эта задача не проста, знает каждый пчеловод: откачанный на медогонке центробежный мед,

лишенный «биотехнологического щита» пчелиных хитросостей, закристаллизовывается в рекордно короткие сроки — от нескольких дней до 1—2 месяцев. Это в то время, когда «нетронутый мед» в сотах из тех же ульев продолжает сохранять первозданную свежесть и прозрачность.

Почему же в таком случае мы говорим о проблеме кристаллов в пчелиной семье?

Дело в том, что из сотен видов растений, снабжающих пчел нектаром, есть такие, которые продуцируют его с повышенным содержанием глюкозы (подсолнечник, хлопчатник, сурепка, другие крестоцветные). Она и «угрожает» кристаллизацией. Если год для таких растений был благоприятным и семья собрала с них много нектара, обычные ухищрения пчелиных медоваров могут не помочь — мед вскоре закристаллизуется в сотах.

Порой, хотя и значительно реже, возникает проблема от слишком «хорошей жизни»; например, в семье скапливаются запасы от прежних благодатных сезонов. Время есть время, и даже обработанный «по правилам» мед, тщательно укрытый под восковыми крышечками, рапо или поздно закристаллизуется.

Если семья с закристаллизовавшимся медом в своих сотовых хранилищах дожила до весны, беда не велика. Подняв температуру в улье до 35—36 градусов, пчелы обретают способность активно влиять на химические процессы. Обнаруженные в ячейках твердые частицы глюкозы они уже не сбрасывают на пол, а растворяют в своих водянистых секретах, доводят раствор до уровня требований их «ГОСТа» и возвращают па хранение вещество, вознамерившееся было отделиться от общей судьбы других сахаристых веществ в надежном убежище — кристаллической решетке. Пчелы, обрета способность к терморегуляции воздушной среды улья, смогли противостоять очень серьезной силе — влечению вещества к кристаллизации.

Итак, истоки упорядоченного, гармонического расположения «строительных блоков» природы, если отвлечься от отрицательных последствий их проявления, несут в себе уже мельчайшие частицы материального мира — атомы и молекулы. Открытие этого позволяет подойти к исследованию законов прекрасного на... молекулярном уровне! В обычной жизни с проявлением такой упорядоченности микромира мы сталкиваемся лишь тогда, когда он предстает перед нами в формах, воспринимаемых нашими органами чувств. Это уводит нас от истоков первичной гармонии, которую уже несут в себе мельчайшие частицы материи. Большое сообщество «микротел» — молекул, собравшись вместе с «макротелом» — кристалл, уже «заявляют» нашим органам зрения о своем безусловном совершенстве. Вспомним, как гармонические колебания «макротела» — струны — через посредника — воздушную среду — сообщают приятные вибрации нашему слуху, и мы слышим музыку. Так же могут быть возбуждены и наши органы обоняния и вкуса, если на их воспринимающие участки — рецепторы — воздействует достаточно концентрированный поток вещества.

Вещество открывает многие свои тайны, если следить за событиями, предшествующими его появлению перед нашими органами чувств в полном блеске своей кристаллической формы. Хотя укладка молекул в кристаллическую решетку идет в соответствии с их внутренней физической природой (строением электронных оболочек, энергетическим состоянием и т. д.), человек здесь отнюдь не бессилен и может активно влиять на события извне. Результат бывает очень эффективным — полное изменение «лика» вещества. Однако произойдет это в том случае, если само вещество кристаллизуется в нескольких формах.

Что делает химик? Он вносит в перенасыщенный раствор накануне его «родов» «затравку» — щепотку кристаллов нужной формы. Возникший микроочаг упо-

рядочности и есть элементарный код: он создает вполне определенный силовой каркас в жидкости, который и будут улавливать молекулы, «созревшие» для кристаллизации, в желательную для человека форму.

Некоторые вещества, например вода, способны образовывать различные кристаллические узоры. Именно поэтому природа, впадая в ежегодный зимний сон, тклет для себя столь изысканные покрывала из изменчивых по форме снежинок и кристаллов льда.

Пчеловоды-промышленники, как правило, мало знакомы с успехами современной кристаллохимии, но они эмпирическим путем выявили условия, благоприятствующие кристаллизации. Обретенным знанием они стали пользоваться для удовлетворения утончающихся вкусов потребителей. В некоторых странах (Австралия, США, ФРГ) покупатели склонны приобретать меда, имеющие мелкокристаллическую или салообразную садку. Законы рынка неукоснительны для производителя, и пчеловод, чтобы получить конкурентоспособный продукт, поступает следующим образом: вносит в свежееоткачаный мед до 10 процентов ранее собранного и успешшего закристиализоваться, после чего образовавшуюся массу тщательно размешивает. Очаги кристаллизации быстро разрастаются. За 4—5 дней они притянут из медовой массы большинство молекул глюкозы, располагая их в стройные ряды твердого тела. Поскольку таких очагов кристаллизации пчеловод создал множество, отдельные кристаллы, конкурируя друг с другом за включение свободных молекул глюкозы в свою решетку, вскоре «обнаруживают» вблизи себя присутствие другого «собирающего» молекул и, таким образом, не успевают разрастись до крупных размеров. Вся масса благодаря этому приобретает желанную для потребителя мелкокристаллическую консистенцию.

Можно влиять на раствор, в котором тает вещество, способное выпасть в виде кристаллов, и другими путями: теплом, давлением. Химики, овладев этими

приемами, отнеслись к эстетическим устремлениям представителей микромира вполне рациональным образом, напомнив нам действия садовода по отбору и выращиванию цветов.

Эти кудесники вещества изучили его пристрастия к той или иной форме и, отобрав из них наиболее привлекательные, соревнуются теперь со стихийными формообразующими силами самой природы. В отблескивающих таинственными отсветами растворах, тщательно охраняемых от всякого сотрясения и контакта с окружающим миром, при высоких, либо низких температурах и огромных давлениях они выращивают свои «минеральные цветы» — кристаллы алмаза, рубина, сапфира, граната и множество других драгоценных и полудрагоценных камней. Направляя атомы в один тип кристаллической решетки, они способны получить самого «короля твердости» — алмаз, другой тип решетки дает его антипод — самый мягкий минерал графит. Осуществляя подобные комбинации, человек способен превратить свою «химическую кухню» в истинную «колыбель прекрасного».

Так, познание законов самоорганизации вещества позволяет нам проникнуть в природу прекрасного и воспользоваться плодами знаний для улучшения и украшения жизни человека. Эти же законы приближают нас к пониманию процессов, происходящих на более высоких и сложных уровнях эволюции — в живой природе.

СЕЗОННАЯ КОСМЕТИКА РАСТЕНИЙ

Похищение цветами пятеричной симметрии. — Вещества, дарящие цвет. — Просто ли быть некрасивым? — Пути адаптации.

И все же, как ни красивы кристаллы минерального мира и чудеса творчества химиков, им нелегко спорить с очарованием живых цветов. Рассматривая

лепестковый узор этих колышущихся на ветру «улыбок жизни» глазами уже несколько осведомленного в вопросах гармонии человека, мы без труда обнаруживаем и в них организующую праздничный порядок ось симметрии. Она незримо проходит через центр любого цветка. Пять лепестков шиповника, например, если мы будем вращать цветок вокруг этого центра, одинаковы и равнозамещаемы. Тем же свойством обладают и цветы яблони, вишни, незабудок, огурцов и множества других растений нашей флоры. Напрасно мы будем искать аналогичную симметрию в мире поразивших нас своей красотой минералов: здесь пролегает принципиальная грань различия — пятеричная, или пентагональная, симметрия обнаружена только в живой природе.

Вспомним ту же пятиконечную морскую звезду и одновременно с ней красавицу Севера снежинку, простершую с геометрической строгостью свои шесть хрупких лучей. И мы никогда, как бы ни старались, не встретим снежинку, нарушившую правило, в которой пять лучей. Живым же цветам «не заказано» иметь четыре и шесть лепестков, как у сирени, лотоса, и даже махровый венчик, где число лепестков обычно кратно пяти. К махровым цветам относятся и избранные гости цветочного бала — розы, георгины, пионы, и скромные, но полные прелести луговые ромашки, васильки.

Иоганн Кеплер, уже в XVII веке прикоснувшийся к геометрическим тайнам формотворчества природы, обращал внимание на предпочтительность, оказываемую пятеричной симметрии растительным миром: «...может быть, в этом и кроется различие, состоящее в том, что плоды цветов с пятью лепестками, как у яблонь и груш, сочны или содержат мягкую внутреннюю часть, как у роз и огурцов, в которой скрыты семена... Что же касается цветов с шестью лепестками, то из них не вырастает ничего, кроме семян в сухой оболоч-

ке, и плод сидит прямо на цветке». Он считал, что «производительная сила» в геометрическом воплощении более сочетается с пятиугольной фигурой.

Кристаллографы не скрывают своей убежденности, что именно выход биомолекул на пятеричную симметрию спасает живое от окаменения. Невидимые правила симметричного построения, ограничивающие строительные пристрастия вещества в мире кристаллов, в цветках, где «трудятся» те же вещества, не столь строги, и цветы, как мы видим, предпочитают показываться именно в форме запрещенной в минеральном мире пентагональной симметрии.

В чем тут дело?

Чтобы создать закрепленную форму, например построить лепестки или листья, сотни и тысячи различных типов молекул, наполняющие растительные клетки, должны «сотрудничать» друг с другом. Законы этого сотрудничества и позволяют так приладить пристрастия, а точнее стереометрию различных молекул, к тому или иному виду симметричного расположения, что в итоге может родиться новая форма, одолевающая запреты, имеющие силу для отдельного вещества. Кристаллическая индивидуальность утрачивается, но обретается возможность «лепить» самые различные формы.

Так жизнь, возникая и строя себя на принципах согласованных отношений отдельных веществ друг с другом — метаболизме, скользнула в царство незнакомой минералам свободы.

Вглядитесь в пятилепестковый орнамент цветов, внемлите идущей от них радости, уловите нежный взгляд незабудок: в них сияет сам символ Жизни и Победы!

* У растения, в клетках которого зажжен огонь обмена веществ и трудится освобожденное от власти законов минерального мира вещество, подчиняясь законам более высокого иерархического уровня, симметрично расположены не только лепестки цветов и листья,

упорядочены и остальные элементы его внутренней структуры. Они включают и зоны тех тканей, в которых сосредоточились молекулы, дающие ему индивидуальную окраску. К таким веществам растения, его своеобразной палитре, относятся антоцианы, флавоны, каротиноиды и другие красящие пигменты.

Гармоничное сочетание оттенков пигментных зон растений, улавливаемое глазами человека, — косвенное проявление не только упорядоченного их расположения в тканях, но и отражение упорядоченного во времени обмена веществ.

Химические процессы в растениях строго синхронизированы со средой обитания, в частности с особенностями сезона года, и идут с различной скоростью, наиболее высокой в период роста, или вегетации. Укутанное зеленым плащом своих листьев, предельно насыщенных зернами энергонакопителя-хлорофилла, растение — все в созидательной работе. В этот момент нам открыта лишь часть свойственной ему привлекательности: зеленый наряд геометрически безупречен и ласкает взор бархатистой нежностью. Однако настоящие кладовые и цвета и формы растение бережет, как свадебный наряд.

Прошло время, растение завершило свою генетическую программу и выросло до определенных ею размеров. Наступает особенно важный момент в его жизни: растение зацветает. Предельная напряженность метаболических процессов ослабевает, материальные элементы всей структуры цветка словно бы застывают во временном равновесии. И теперь именно он, цветок, — главное действующее лицо. Жизнь растения подчинена ему, и вот цветок, покачиваясь от дуновения ветра, порывы которого смягчены свитой окружающих листьев, даря сияние отраженных лучей, ждет... Время для него остановилось: мы смотрим на него как на чудесный кадр из какой-то не снятой, по фантастически прекрасной фотопленки и видим, что все в нем

соразмерно, уравновешенно, симметрично. Цветок ждет, когда явится насекомое, которое принесет желанную и оплодотворяющую «искру» — пыльцу-пылинку, вновь включит Время, и оно снова заставит растение беспрерывно меняться, сбросить свой яркий наряд и готовить семя к будущему циклу жизни.

И еще раз в бурной биохимической деятельности растения наступит передышка, когда придет время расстаться и с зеленой листвой. Растение в целом уже подготовилось к зиме, осталось лишь убрать, «по-хозяйски» переправить из обреченных и ненужных зимой зеленых листьев все те вещества, которые полезны зимующему организму и его частям: почкам, корням и стволам многолетников. И эта «работа» идет последовательно и постепенно: разрушается хлорофилл, расщепляются молекулы пигментов, листья постоянно меняют окраску, пока окончательно не иссохнут и не полетят по ветру, опадая на влажную землю. Там их ждут почвенные грибы и микроорганизмы, они окончательно распорядятся каждой частицей органического вещества организма-созидателя для еще одного «реинкарнация» — на этот раз в тело какого-либо опенка, шампиньона или красавца наших лесов — белого гриба. И вновь «развоплощенные» и затем воссозданные в новом «лице» уже иными организмами-строителями молекулы предстанут перед нами в совершенных формах их конечного расположения.

Однако есть ли польза для растений в наиболее яркой цветочной ярмарке года — поре «золотой осени» и осеннего листопада? Тогда уходящие в небыль листья словно бы соревнуются друг с другом, выплескивая накопленные ими запасы совершенных форм и их расцветок. Окраска цветов растений, обусловленная присутствием определенных соединений, относительно легко поддается селекции. Это дополнительно свидетельствует о том, что она — весьма податливый, да и второстепенный признак: изменения в этой части гене-

тических «предписаний» не влекут за собой слишком серьезных последствий для вида.

Очевидно, можно из отдельных жемчужин сделать некрасивое ожерелье, но организм-строитель, тот же гриб-боровик, растение, придонный моллюск, обволакивающий инородный предмет своим перламутровым покрывалом, не имеют, как мы видим, «права», да и не умеют делать «плохую биохимическую работу». Каждый из них со «знанием дела», запечатленным в его генетическом коде, вновь соберет на молекулярных сборочных площадках — ферментах — из поступивших к ним исходных веществ и длинные упорядоченные нити молекул биополимеров и короткие, но цветоактивные молекулы пигментов. Подчиняясь властным законам симметрии и порядка, они вновь вовлекутся в формы, которые не раз поразят человека, направляя его мысль и чувство к истокам совершенного и прекрасного в нашем мире.

Итак, красота цветов и осеннего убранства деревьев, видимо, не имеет для растений какой-либо прямой пользы. Просто нашему взору открывается та внутренняя работа, которая происходит в организме в процессе его жизнедеятельности во всем ее совершенстве.

Но в природе бывают случаи, когда внешняя «отделка» организма, цвет его покровов служат важным фактором выживания. У растений, как мы видели, и форма цветка, и его окраска представляют собой как бы невольное проявление симметричного и высокоорганизованного обмена веществ. Другое дело — животные. Для последних внешность имеет важнейшее значение. Бынужденные постоянно вписываться в причудливые, вечно меняющиеся узоры требований окружающей среды, борясь и конкурируя друг с другом, животные приобретают тот цвет и форму своих покровов, которые наилучшим образом способствуют выполнению главных жизненных задач их вида. Сюда относится и сезонная линька, и окраска, связанная с возрастными

фазами и полом, и поразительные явления мимикрии — цветомаскировки, когда один вид принимает форму и цвет другого, под который выгодно замаскироваться, и множество других подобных фактов.

Особенно здесь удивляет мир придонных существ: водных ящериц — хамелеонов, рыб, моллюсков, способных уже за считанные минуты приобрести окраску того дна, над которым застыл, скрываясь от преследователей, житель морских глубин. Мимикрия очень широко распространена у насекомых.

Факты этого рода свидетельствуют о наличии у подобных организмов исключительно высокоэффективных анализаторов цвета, способных осуществлять контроль биохимических систем, которые синтезируют нужные пигменты либо так изменяют характеристики среды в зоне их расположения (рН), что приводит к получению нужного «колера». Одним из первых системы цветорегуляции кожных покровов у рыб (гольяна) исследовал Карл Фриш, прославившийся впоследствии открытием языковых танцев у пчел.

Таким образом, синтез цветоактивных молекул и управление путями их проявления вовне находятся под контролем либо отдельного организма, как у многих представителей животного мира, или популяции в целом, как у растений. В мире флоры каждый организм, как автомобиль на конвейере, получает одну окраску на всю жизнь, но в последующих поколениях могут произойти нужные изменения. Именно этот второй случай «поведения» популяции был в свое время исследован на примере окраски лепестков гороха Грегором Менделем, который, открыв механизм распределения этих признаков в потомстве, заложил основы современной генетики. Пигменты растений, как цветки его лепестков, верно влекущие пчелу к нектарной кладке, привели и человека в мир фактов, открывших ему фундаментальные законы живого, и он познал многое. Так выяснилось, что при наиболее распространенном

механизме приспособления к окружающей среде каждая особь популяции получает от рождения весьма жесткий набор свойств. Дальнейшую их корректировку осуществляет сама среда (естественный отбор). Особи, выжившие в результате строгой браковки средой, то есть соседями и физическими факторами, передают «код удачливости» своему потомству.

В подобных случаях энергия вида концентрируется на максимально расширенном воспроизводстве и постоянном генетическом или информационном обновлении всей популяции в целом, что и позволяет виду существовать неограниченно долгое время.

В жизни таких видов резко возрастает роль переносчиков генетического материала. **Недвижимые** растения нуждаются в подвижных помощниках. К их «призывным» пунктам — цветам — и спешат медоносные пчелы, **обменивая** работу по переносу с пыльцой генных посланий на предмет вознаграждения — нектар.

У самой же специализированной армии легкокрылых работников, как и у других животных, эволюция сложилась по-иному. Каждая особь от рождения получила относительно большую «свободу воли», то есть **возможность** поступать тем или иным образом в зависимости от ситуации, благодаря формированию централизованной информационно-управленческой системы — мозга. Он — главный атрибут животного, его шанс на выживание. Посредством мозга и хранимого в нем опыта поведения и ответных реакций — рефлексов, накопленных предыдущими поколениями, животное способно осваивать нестандартные ситуации и обучаться, завоевывая новые области жизни.

Высшим взлетом на этом пути является возникновение теснокоординируемых сообществ животных, в том числе и медоносных пчел, способных еще более эффективно решать возникающие перед видом **задачи**.



СТРОИТЕЛЬНАЯ ИНДУСТРИЯ РАСТЕНИЙ И ПЧЕЛ

Ревани аморфных веществ. — Кто построил зеленый лист и украсил цветы растений? — Иерархия молекул в клетке. — Невидимые биороботы.

Как было сказано ранее, у медоносных пчел достигнут «потолок» в оптимизации их восковых сооружений. Столь совершенных построек нет ни

у пчел-одиночниц, ни у видов, представляющих это многочисленное племя, которые ведут жизнь небольшими группами.

Какова технология этого блистательного опыта?

Мы уже отмечали в случае с глюкозой, «стремящейся» откristаллизоваться от своей вечной спутницы в меде — фруктозы, что склонность чистых веществ к энергетическому покою и образованию литых форм в среде обитания живых организмов не несет им блага. Там вещество за исключением, пожалуй, того случая, когда оно включено в опорную скелетную часть организма, находится в постоянном движении и обновлении, и ему приходится «забыть» про уютные и красивые покои кристаллической решетки.

Еще в большей степени эти требования относятся к строительному материалу, привлекается ли он к построению «тела» растения или к созиданию ажурных пчелиных построек.

В каком же состоянии должно быть вещество, чтобы удовлетворить взыскательные требования живого организма в его строительной деятельности? Очевидно, лишь в антиподном кристаллическому — аморфном состоянии. В веществе, пребывающем в таком состоянии, молекулы располагаются в «вольном порядке», хотя само вещество может и не быть жидким. В природе примерами таких аморфных тел служат янтарь, различные смолы и камеди, образующиеся в виде натеков на стволах деревьев и их почек, вулканическая лава.

Важнейшее свойство таких неорганизованных на молекулярном уровне тел — изотропность, то есть одинаковость свойств в любом выбранном направлении, в противоположность анизотропности, свойственной кристаллам.

Вот эта изотропность, или «безразличие» вещества к форме, равноподатливость любому прилагаемому к нему усилию и делает аморфные тела бесценными как строительный материал.

Недаром самые распространенные из них, используемые сейчас человеком, и представляют собой аморфные смеси веществ: глина, стекло, бетон, сплавы металлов, различные пластики. Все они в определенный момент, до придания им окончательной формы, выдерживаются либо в виде расплава, либо незатвердевающей массы.

Овладев этими материалами, человек необычайно расширил и укрепил свою сферу обитания. Чтобы сделать это, он привлек огонь и разжег горн, подавляя силу устремления любого вещества к образованию своей формы, и путем творческого труда придал ему ту форму, образ которой он заранее создал в своем воображении.

Как обстоит дело у других живых существ с поиском и применением веществ в качестве строительного материала? И в первую очередь, у растений, которые обеспечивают живым органическим веществом всех остальных жителей планеты?

За тем, как сооружается восковой град у пчел, можно проследить в наблюдательном улье*, но увидеть, как работают ферменты-сборщики в живой клетке растения, собирая его из отдельных молекул, непосредственно невозможно: наш орган зрения не способен различать столь малые размеры.

Однако наука сумела создать приборы и методы, позволившие понять основные принципы строительной индустрии растений. Мы знаем, что конечные результаты этого «строительства» занесены нами в список естественных эталонов прекрасного и совершенного. Вспомним внешний вид цветущих растений и их ароматные, сочные и привлекательные плоды и ягоды.

-По плану какого зодчего и силами каких работни-

* Наблюдательный улей заселяют небольшой семейкой пчел. Он представляет собой камеру со стеклянными стенками, через которые можно наблюдать за любым участком гнезда.

ков ведется эта великая стройка? Обо всем этом стало многое известно в последние годы.

Основным отличительным свойством «строительной индустрии» растений является то, что работа ведется на **молекулярном уровне** и идет она под неукоснительным и строгим генетическим надзором. Уже одно это настраивает нас на ожидание, что молекулы, склонные к созданию гармоничных структур и узоров, в полной мере реализуют свои способности, «работая» и в клетке. Однако «показать им себя» там нелегко: клетка буквально напичкана тысячами различных видов молекул, у каждого из которых свои «строительные пристрастия». В таком «многоликом» коллективе не могут идти процессы, подобные стихийному росту кристаллов, зато развиваются другие, еще более поразительные в своей согласованности.

В любой клетке выстраивается целая иерархия молекул. Причем одни из них выступают в роли «ведущих», а другие — «ведомых». Последним приходится «повиноваться», подчиняясь молекулам с более сложной структурной и функциональной организацией. Те, в свою очередь, выполняют предписания более высокого иерархического уровня, а именно генетического плана.

Главные среди молекул — дезоксирибонуклеиновые кислоты (ДНК). Эти молекулы представляют собой очень длинные цепи, сотканые из более простых и повторяющихся звеньев — нуклеотидов. Их последовательность и кодирует всю накопленную в бесчисленных ранее живших поколениях «химическую память» вида, конкретный путь построения и функционирования любой части растения и всего его организма в целом. Они и есть молекулярная основа генов, которые сосредоточены в «мозговом центре» клетки — ее ядре. В процессах воспроизводства эта закодированная на языке нуклеотидов программа «молекулярныхстроек», упакованная в закручивающиеся спирали хромосом с «вмон-

тированными» в них смысловыми участками — генами, и передается от растения к растению с созревшей пылью. Микроскопическую пылинку пыльцы — эту изящную капсулу, где в цветной упаковке находятся гены, и переносят на ворсинках своего тела пчелы-труженицы.

Однако гены — лишь матрица, они еще не жизнь, а один из ее инструментов. Чтобы считать и исполнить записанную в них информацию, им нужны другие, невидимые для человеческого взгляда помощники и реализаторы. В живом организме их роль выполняют информационные и транспортные рибонуклеиновые кислоты (сокращенно: и- и тРНК). Они сделаны практически из того же материала, что и ДНК, но их нити не столь длинны, да и функции у них менее глобальные. Информационные РНК передают конкретный «план» на место, где ведутся молекулярные работы, в то время как транспортные РНК опознают и выбирают те аминокислоты из внутриклеточного раствора, которые необходимы для построения основной «рабочей силы» клетки — молекул ферментов.

Удивительно уже в клетке видеть такую специализацию молекул, которые ведут себя, словно «одушевленные существа», как назвал их крупнейший французский химик-теоретик Лионель Салем*. В клетке, где организованный микромир всюду трудится, ученый видит высоко согласованное «поведение» различных типов молекул. В иерархической пирамиде молекул клетки, помимо ДНК и РНК, одно из центральных мест занимают **ферменты** — клеточные биороботы. Все неисчислимое количество функций и «дел», которые приходится выполнять стремящейся жить клетке, осуществляют эти неутомимые молекулы-труженики. По парадоксальному механизму жизни в конечном счете они строят и собирают самих себя.

Салем Л. Чудесная молекула. - М.: Мир, 1982.

Молекулы ферментов по сравнению с молекулами таких простых веществ, как вода, спирт или сахар, — настоящие гиганты. Под стать этому и место ферментов в иерархической лестнице. Каждый фермент собирается из 80—100 и большего числа остатков аминокислот, которые среди органических веществ относятся к соединениям со средней молекулярной массой. Часто ферменты имеют «вставки» от элементов структур других молекул, не являющихся аминокислотами, что придает им особые свойства, например способность улавливать свет, запах.

Такие молекулы — уже истинные очаги живого, они способны скручиваться и раскручиваться, «узнавать», «запоминать», останавливать реакции либо их ускорять, ловить кванты света и делать тысячу других дел. Практически ни одно мало-мальски серьезное химическое событие в клетке, да и за ее пределами, если речь идет о целых специализированных объединениях клеток — органоидах, не обходится без участия этих всемогущих и универсальных химических работников живой материи. Нельзя не удивиться прозорливости Ф. Энгельса, который задолго до современных великих открытий в химии опознал сверхзначимость белковых веществ в явлениях жизни. Он определил ее «как способ существования белковых тел». И время не поколебало точности его формулы.

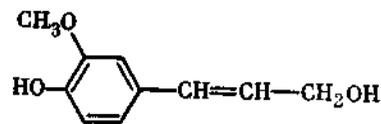
При помощи верных помощников — молекул белка — и идет в растении великая стройка. Каждая фаза строительства доведена до высшей степени совершенства. Ошибки, которые иногда случаются при выполнении генетического плана, тут же немедленно опознаются другими «контролирующими» ферментами и мгновенно устраняются, что исключает в итоге какие-либо серьезные отклонения от плана, могущие привести к уродствам во внешних формах или другим отклонениям. Такие отклонения, или мутации, столь редки, что экспериментатор, задавшись целью их вызвать,

подвергает живую клетку очень сильному воздействию: бомбардирует ее потоком особых веществ (мутagens), облучает рентгеновскими лучами, помещает в стрессовую ситуацию (низкие и высокие температуры, дефицит влаги и т. д.). Большинство таких вызванных вмешательствами человека изменений нежелательны для клетки и ведут ее к гибели, и только ничтожная часть их может быть использована селекционером для создания жизнестойких мутаций. Однако и эти мутации происходят, как правило, в «разрешенных» самой клеткой участках генома.

Итак, из высшего «оперативного центра» или центров, куда стекается информация от рецепторов о состоянии окружающей, а также внутренней среды и природа которого пока еще недостаточно изучена, на генетические матрицы с записанной на них информацией поступает сигнал-приказ. Его роль исполняют небольшие подвижные молекулы-гормоны. Гормон включает механизм «молекулярной индустрии». Последовательно вырабатывается весь каскад управляющих и осуществляющих молекул, которые, имея во внутриклеточной среде необходимый строительный материал, возводят структурно-морфологический каркас растения, строят отдельные органы, занимаются цветовой отделкой «лицевых сторон» и осуществляют множество других необходимых построек.

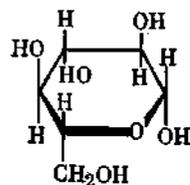
Скелетный каркас растений, на долю которого у древесных пород приходится основная биомасса, строится в основном из двух биополимеров* — целлюлозы и лигнина. Целлюлоза собирается из молекул глюкозы, а лигнин — из молекул кониферилового спирта. Ввиду важности этих молекул в «стройках растений» их формулы приведены:

* Молекула полимера образуется из повторяющихся звеньев более простого строения.



Кониферилловый спирт

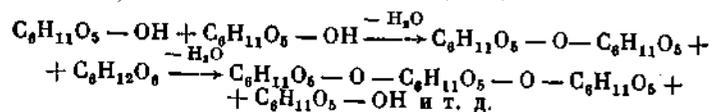
Формулы соединений, из которых построены лигнин и целлюлоза.



β -D- глюкоза

Свойства исходных блоков-молекул, или мономеров, существенно сказываются на конечных результатах ферментативной сборки.

Каждый «молекулярный робот» — фермент — обычно способен на одну, реже две операции, но выполняет их с предельной точностью. Нить целлюлозы формируется путем сшивания двух соседних участков молекулы глюкозы. Делается это за счет гидроксильных групп, находящихся в определенном положении (при углеродных атомах 1 и 4). Фермент от этих гидроксильных групп отщепляет элементы воды (H и OH), образовавшиеся при этом остатки глюкозы сразу же «склеиваются» в дисахарид. К этому звену точно таким же путем пришивается еще молекула глюкозы. Ферменты действуют очень быстро, в результате чего нить биополимера целлюлозы стремительно растет (см. схему). Как видно из уравнения реакции, в процессе такого «скоростного шитья» выделяется вода, но она, как известно, не только не загрязняет зону строительства, но и снабжает ее очищающей влагой.



Формирующаяся таким путем целлюлоза — не только строительный материал для самого растения, но и

предмет «небескорыстных» устремлений животных, не способных на ее изготовление. Часть из них употребляет целлюлозу в пищу, другие — используют тоже как строительный материал, поэтому растение — вечная приманка множества видов, и как только «строительство» закончено, а иногда и ранее того, бегающие, летающие и ползающие существа устремляются к растению брать с него химический оброк.

Основной биополимерный «продукт растения-созидателя» — целлюлоза — играет важную роль во всей биосфере, и к этому мы еще возвратимся позднее, сейчас же вновь подчеркнем необычайную «чистоту строительных работ», ведущихся на внутриклеточном и межклеточном уровнях. На более высоких эволюционных «этажах» биологического мира строительные работы далеко не всегда отличаются такой чистотой и строгостью исполнения. Если в несовершенстве построек мы не можем упрекнуть пчел, то их ближайшие родственники по классу — шмели, как и пчелы питающиеся нектаром и пыльцой, более вольно относятся к своим гнездовым сооружениям.

Шмели, живущие небольшими колониями, для складывания нектара сооружают сосуд, похожий внешними очертаниями на желудь. Такой «кувшин с медом», не блещущий геометрическим совершенством, шмели используют не только для хранения запасов пищи на время непогоды, но и для выращивания молодежи — личинок. Шмели — очень красивые и миролюбивые насекомые, однако их гнездо не поражает ни симметрией, ни порядком: ячейки разного размера хаотично нагромождены одна возле другой, часть из них разрушена. Шмели не используют дважды одну и ту же ячейку для выращивания молодежи. Воздвигать же новые им приходится среди «руин ранее брошенных». Пчелы здесь далеко ушли вперед: аналогичные проблемы решаются несравненно более изящным и экономным образом,

ТРУДНЫЙ ОРЕШЕК - ЛИГНИН

Основа стойкости — кониферилловый спирт. — Обманчивость простоты и чудеса взаимности. — Запасливость почек осины. — Химический огонь клеток.

На второе место после целлюлозы по относительной доле в биомассе растений выходит лигнин. Человек еще не нашел ему применения, поэтому лигнин пока что — нежелательный компонент сырья для предприятий, перерабатывающих десятки миллионов тонн древесины на бумагу, вязкое полотно и множество других очень ценных продуктов, представляющих собой тот или иной вид целлюлозы либо ее модификаций.

Практически чистая целлюлоза — хлопковая вата. Она широко распространена как в производстве, так и в быту. Однако хлопок — приятное исключение, когда растение дарит нам продукт, практически готовый к немедленному использованию. В основном же источнике целлюлозы — древесине — ее приходится отделять от химически «цепкого» лигнина. Процесс этот далеко не прост и связан с большим расходом энергии, реактивов и... воды. Поэтому предприятия, вырабатывающие бумагу, и строят вблизи крупных водных источников, решая при этом нелегкие проблемы очистки и воды, и лигнина.

В природе лигнин, конечно, — не лишний продукт и вовлекается в ее нормальные метаболические циклы, однако человек по-настоящему не подобрал к нему ключей и горы его отходов продолжают расти.

«Неподатливость» лигнина для нашего производства — обратная сторона его достоинств для самого растения. Исходный блок, из которого формируется прочная ткань лигнина, — молекула кониферилового спирта. Если посмотреть на ее формулу и перевести взгляд на формулу молекулы глюкозы, столь умело «завязываемой» ферментами в целлюлозу, то мы обна-

ржим мало общего. Тем не менее, кониферилловый спирт «рожден» из глюкозы — первоначального вещества всех биохимических цепей живого, которое варится в котле фотосинтеза зеленых листьев. Превращая глюкозу в кониферилловый спирт, растение, однако, работает на себя. Чтобы получить такую молекулу, специализированному множеству ферментов-биороботов приходится провести не одну химическую операцию. Не входя в подробности этой завидной для современного химика магии превращений, идущей с высокой скоростью и без каких-либо вредных отходов, обратим внимание на свойства образующегося вещества. Молекула кониферилового спирта в своей основе имеет ядро бензола, которое соединено с тремя различными группами: гидроксильной ($-\text{OH}$), метоксильной ($-\text{OCH}_3$) и изопренильной ($-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-$).

Такой состав заместителей и определяет «химический характер» важнейшего исходного блока для построения полимерных молекул в растении — мономера. Гидроксильная группа, связанная с ароматическим ядром, придает молекуле свойства фенола. Ее активность повышается вследствие присутствия в той же молекуле группировки с ненасыщенной двойной связью.

Кониферилловый спирт обладает еще одним важным свойством: в его молекуле имеется несколько активных центров привязки при полимеризации или сшивки с подобными же молекулами мономера. Вследствие этого в растущем совместно с тянущимся стеблем биополимере образуются всевозможные боковые сцепки, цементирующие всю структуру лигнина. Это и отличает его решающим образом от нитевидных волокон целлюлозы.

Лигнину древесина обязана своей прочностью, а заодно... и устойчивостью ко многим незванным «пришельцам» из внешнего мира, посягающим на органическое вещество растений. Это уже «проценты с вклада» фенольных «малосъедобных» для живых организ-

мов группировок кониферилового спирта, продолжающих нести охранную службу в образовавшемся полимере.

С лигнином управляются лишь грибы, которые не имеют хлорофилла и не способны синтезировать первичное химическое благо жизни — молекулы сахара. Весь свой «биохимический гений» они направили на выработку именно таких биороботов-ферментов, которые способны справиться и со сверхпрочным биополимером, одновременно обезопасив свои собственные клетки от токсического действия его фенольных групп. Экологическая ниша для грибов, освоивших «химическую целину» массового производства растений — лигнина, оказалась богатейшей. Поэтому, когда под натиском муравьиных полчищ термиты отступили в подземелье, они взяли с собой и этих всемогущих помощников. Грибы позволяют многочисленному термитному племени процветать и под не пропускающими света почвенными сводами на столь не удобоваримой для других пище, как лигнин омертвевших растений.

Это и есть пример эффективности **био конверсии** — изменения химического состава исходного материала с помощью биохимического аппарата другого организма. Роль ее чрезвычайно велика в природе и начинает все более возрастать в жизни человеческого общества.

Пчел также привлекают утолщенные стволы древесных растений, но с другой целью — поиска дупла, куда можно было бы вселиться целым роем. Дупло — это следствие «прорыва» невидимых полчищ грибного племени на «тело» живого дерева, но все-таки остановленного его защитными силами. Возможности сторон, как свидетельствует этот факт, в итоге оказываются примерно равными. Равновесие начинает, однако, медленно смещаться в сторону грибов, лишь только древесный ствол от времени или по какой-либо иной причине не рухнет на влажную землю. Не получая подпитывающего животворного тока метаболитов из

листьев и корней, из которых возможно создать неожиданные для атакующего организма защитные вещества (**фитоалексины**), с выключенными часами жизни, поверженное дерево уже не способно остановить высаживающиеся на него все новые отряды потребителей.

Молекулярная сеть лигнинового каркаса, к которому не поступает оперативная помощь, начинает быстро рушиться, поскольку среди вновь прибывших всегда окажутся грибы, у которых есть все средства к такого рода разборке лигнина.

Разрезав биополимер на более мелкие «куски», грибы вовлекут их в свои метаболические циклы, поддерживая жизнестойкость и численность санитарного племени леса, пока и эти фрагменты окончательно не догорят в их клетках до углекислого газа и других простейших веществ. Поступив в окружающую среду, они рано или поздно вновь будут уловлены листьями и корнями растений для очередного цикла созидательных работ.

Потребность растений в строительном материале для лигнина иногда проявляется в неожиданных формах. С этим мы столкнулись, когда группа ученых, в том числе и автор книги, в Институте биоорганической химии имени М. М. Шемякина АН СССР исследовала почки одного из **активных поставщиков прополисных смол** — осины.

Почки любого растения — орган особого значения. Если можно говорить об аналогах органов чувств у растений, то они, без сомнения, сосредоточены в **перезиживающих** все невзгоды переходных сезонов почках. Почка улавливает и регистрирует сумму положительных температур, чтобы не ошибиться со сроком своего пробуждения и, таким образом, не подвести все растение. Она же ловит через систему **фитохромов*** и оце-

* **Фитохромы** — особые молекулы, способные улавливать свет различной длины **волны**.

нивает меняющееся соотношение длины дня и ночи, соответственно прилаживаясь к оптимальным для своего вида срокам роста и цветения; своевременно реагирует на избыточную либо недостаточную влажность; на «химические приказы», поступающие в виде молекул-гормонов от других органов растения.

В ней явно сосредоточен тот «оперативный центр», который в иерархии «клеточной власти» занимает место выше самих генов. Ввиду первостепенной важности почки обеспечиваются всем необходимым в первую очередь.

Защита их от опасных для выживания вида вредителей бывает не только надежна, но и порой избыточна. В свое время это и было должным образом оценено пчелами, создавшими на основе защитных смол почек сверхнадежную оборону своих построек и их содержимого — знаменитую прополисную защиту.

С таким проявлением «сверхзаботливости» древесных растений о своих почках мы и познакомились, исследуя один из доноров прополиса — осину. Пчелы в летнее время постоянно держат под своим наблюдением это дерево, ловя дни, когда ее почки начнут выделять смолистую массу. Выделения у осинового почек довольно обильны, хотя и не постоянны по времени. Пчелы с большой охотой используют этот источник для пополнения своей ульевой аптеки.

Изучая этот тип прополиса, мы обнаружили в нем целую группу веществ, которые не были представлены большими молекулами, но все они имели отличительное свойство — содержали фрагменты кониферилового спирта и его предшественника по пути биосинтеза — феруловую кислоту.

Латинское название осины (*Populus tremula*) буквально означает тополь дрожащий, и мы знаем, что такое наименование имеет смысл: ее листочки вздрагивают и долго трепещут от самого легкого дуновения ветра. Не все, однако, знают родственные связи осины.

• А она — законный член весьма обширного семейства тополиных. У нас в стране более известны тополь черный, или осокорь, тополь пирамидальный, белый, лавролистный и бальзамический.

Первый вид, а также два последних отличаются смолистыми душистыми почками и листьями. За эту особенность тополя любят горожане, вдыхая воздух, в котором появляется нечто, напоминающее лес и речку — первородные стихии человека. Кроме того, клейкие листья тополей очищают воздух, непосредственно принимая на себя пыль наших городов.

Осина, или тополь дрожащий, никакой клейкостью не отличается, тем не менее и в ее жизни есть фаза, когда запасные почки, спрятанные в пазухах листьев (пазушные), начинают вдруг выделять коричневые смолистые капли. Это обычно бывает ближе к середине лета, когда солнце в средних широтах обретает свою истинную силу, а фазы наиболее интенсивного роста растением уже пройдены.

Выделяемую смолистую массу пчелы жадно собирают и, принеся в улей, готовят из нее защитное вещество — прополис. Вот в этом прополисе и были найдены вещества с остатками в их молекулах кониферилового спирта и феруловой кислоты и их ближайшими разновидностями, из которых вырабатываются важнейшие «стройматериалы» растений. Все же доля этих веществ в прополисной осинового смоле, хотя и была значительна, но ни в какое сравнение не шла с той, которая была обнаружена для части этих веществ — фенольных триглицеридов в почках другого вида тополя японским и западногерманским исследователями — Асакавой и Волленвебером.

Эти ученые занимались изучением почек вила тополя, произрастающего в Японии (*Populus lasiocarpa*). Они не ставили целью исследовать ни тайны прополиса, ни строительные патенты высших растений. Тем не менее, ученые установили очень интересный факт: из

4,5 грамма экстракта этих почек 2/3 (более 3,5 грамма) пришлось именно на фенольные триглицериды.

Фенольные триглицериды — новый и еще недостаточно изученный класс природных соединений. Обычные триглицериды — очень широко распространенные соединения, они важная часть липидов, которые иногда называют жирами. Триглицериды, например, составляют основную часть оливкового масла. Молекулы их «собраны» из остатков глицерина и жирных кислот.

Главная доля и роль в этих молекулах принадлежат длинным цепям жирных кислот, небольшая молекула глицерина лишь привязывает их к себе, создавая «пучок» очень важного для любого организма запасного вещества.

Это вещество может расходоваться в организме как на энергетические, так и на строительные нужды. Когда поступление пищи извне сокращается, в дело идут ранее скопленные резервы, в том числе липиды, представленные этими связанными глицерином жирными кислотами, а также их свободными формами и спиртами. Жировые отложения у человека и у других млекопитающих как раз и состоят из перечисленных соединений.

Организм в этих случаях с помощью своих биороботов-ферментов (липазы) освобождает жирную кислоту от глицеринового довеска, который также утилизируется, давая определенное количество энергии, после чего следующая разновидность «молекулярных операторов» — ферментов начинает сокрушать «жирные» (то есть максимально насыщенные атомами водорода углеродные связи) хвосты этих молекул. Работы эти ведутся в специальных органеллах клетки — митохондриях. В результате полного цикла окисления образуются углекислый газ и вода. Отдаваемая в процессе окисления химическая энергия накапливается в виде особо удобной для использования всеми типами клеток формы —

молекулах весьма сложного по строению вещества — аденозинтрифосфата, сокращенно называемого АТФ. Молекулы АТФ легко отдают часть накопленной в них энергии любой другой реагирующей в клетке системе молекул, являясь универсальной энергобатареей всего обмена веществ, его химическим горном.

Жирные кислоты в расчете на каждое звено углеродной цепи (CH_2) при окислении дают наибольшее число высокоэнерготизированных молекул АТФ, в то время как энергетический потенциал другого типа молекулярного запаса — углеводов при аналогичном окислении намного меньше.

На фоне этих фактов тем более нас поразило столь необычно высокое содержание фенольных триглицеридов в почках японского тополя. Что могут высвободить ферменты-«роботы» из такого фенольного жира, когда получают «приказ» из своих «центральных органов» на разборку?

Остаток глицерина? Он слишком мал, чтобы оказать заметное влияние на энергетику организма или отдельной клетки. Большая же часть молекул этих необычных веществ представлена ненасыщенными ароматическими кислотами. Впрочем, сказанного выше о свойствах ароматических веществ, вероятно, достаточно, чтобы догадаться о причинах такой необычной «запасливости» почек этого вида тополя.

Весенний рост начинается у растений на старых запасах органического вещества: прежде, чем заработает его могучая фотосинтетическая фабрика — хлоропласты с зелеными зернами хлорофилла, — должны развиться листья, на которых и будут развернуты его «производственные мощности». Развернуться же листья должны из почек. Вот здесь скопленный в виде необычных триглицеридов строительный материал и окажется кстати, поставляя «предусмотрительному» виду вещество, которое лишь предстоит синтезировать его различным конкурентам по сфере обитания.

В летнее время, когда взамен зимних, развернувшихся в листья почек, отрастут новые, пчелы возьмут их под наблюдение. В жаркие дни они смогут собрать смолистые капельки, выдавливающиеся через чешуйки, укутавшие колыбельку будущих листьев. Химический анализ содержания этих капелек, проведенный в лаборатории, показал, что и они обогащены фенольными триглицеридами, хотя и не в таком количестве, как запасливые почки японского тополя. Являясь частью этих жадно слизываемых пчелами капелек, они попадают с ними и в прополис. Прополис активен против большинства известных типов вредителей и паразитов, включая и грибы. Он обладает и антиоксидантной активностью, то есть способностью «усмирять» чрезмерную активность молекул кислорода, защищая покрытые им поверхности от окислительного разрушения.

Активность подобного рода свойственна и фенольным триглицеридам. У этих веществ возможны и другие, пока еще не выясненные биологические функции. Они содержатся в зернах пшеницы, что дает основание считать их безвредными и в небольших дозах, возможно, даже полезными для человеческого организма.

Таковы некоторые «химические ветви» лигниновой проблемы у высших растений и пчел, нашедших с ними общую «платформу» по обороне своих жизненно важных позиций.

СТРОИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ ПЧЕЛ

*Высокие требования пчелиного ГОСТа.
— Молекулярная оркестровка воска. —
— Совмещение несовместимого.*

У растений главные строительные материалы — целлюлоза и лигнин. Оба полимера строятся на молекулярной основе по четкому генетическому плану. Так же формируется и тело любого другого организма,

в том числе и медоносной пчелы. Однако превратившись во взрослую особь, пчела вновь оказывается вовлеченной в созидательные работы. На этот раз она уже активный, а не пассивный объект, над которым работают силы природы, формируя ее совершенный облик. Пчела, прожив 1—2 недели в улье, превращается в пчелу-строительницу, способную и выделять строительный материал и возводить из него постройки.

Разумеется, пчела уже не может оперировать отдельными молекулами, произошел качественный скачок в масштабах, да и механизмах действия, и объектом трудовых усилий стала объединенная масса молекул — вещество. Мы уже упоминали, что его свойства резко отличны от свойств самих молекул. Вещество проявляет в некотором роде «стадные», или популяционные, свойства, столь ярко выражаемые в явлениях кристаллизации. Так, оно уже более инертно, «лениво» и требует поэтому более жестких методов обработки, включая термические, чем подвижные «индивидуальности» — отдельные молекулы.

Каким же требованиям должен удовлетворять строительный материал, вырабатываемый пчелами для их совместных построек?

Ранее мы писали, что у пчел совершенное с геометрической и технологической точек зрения решение строительной проблемы. Об этом уже знал Иоганн Кеплер, исследовавший универсальные проявления формообразующей силы, которая, как он считал, свойственна любому веществу. В применении к постройкам пчел он оказался гениально точен в своих выводах и предвидениях.

Напомним главные из них. Ячеистая ромбическая структура сота по сравнению с другими возможными вариантами оказалась наиболее экономичной по расходу материала, вместимости, прочности при заданных в улье условиях жизни, которые меняются в достаточно широких пределах: температура вблизи сотов «ска-

чет» от десятков градусов ниже нуля в зимнее время до 35—37 градусов в период, когда пчелы приступают к выращиванию личинок и действует «пчелиный кондиционер».

И все-таки нужен был материал, свойства которого позволяли бы как возводить эти идеальные постройки, так и удерживать выбранную форму при складывающихся в улье условиях.

Очевидно, что это должен быть совершенно необычный материал. Из своей практики мы знаем, что большинство искусственных материалов, используемых нами при возведении домов, изготовлении машин, домашней посуды и других предметов, обретает форму в результате предварительной термической либо химической обработки, причем температура расплавления или размягчения бывает очень высокой, до тысячи градусов. Кристаллическая решетка обрабатываемого металла в этих условиях рушится, и молекулы начинают скользить одна относительно другой, обеспечивая гибкость и податливость всей массы вещества. Еще более высокая температура нужна для выплавки самого металла, получения фарфора, обжига керамики и т. д.

Естественно, что такой термический способ пчелам не подходил. Химический же путь получения прочного строительного материала — не редкость в природе. Так, американские исследователи установили, что живущие в земле одиночные **пчелы-коллеты** употребляют для закрепления легко обсыпавшихся стенок своих жилищ... **полиэфирную** пластмассу. Отвердевание выделяемой их железами жидкой первоосновы происходит при контакте с кислородом воздуха. Поскольку такой линейный полиэфир в природе обнаружен впервые, исследователи не преминули «бросить камешек» в огород своего вида, заметив, что люди сумели разработать технологию получения этого полимера лишь примерно четверть века тому назад.

Изоляция норки **коллеты** полиэфирным лаком поз-

воляет дольше сохраняться запасам пыльцы и нектара, которые насекомое оставляет вблизи яйца в качестве корма будущей личинке.

Если тайна коллет скрывается под земельным бугорком, то пауки свои строительные достижения демонстрируют открыто: они вырабатывают быстро отвердевающий прочный материал для сооружения гнезд и ловчих сетей.

В принципе все насекомые, личинки которых прядут коконы, **способны** изготовлять такие прочные биополимеры. За примерами далеко ходить не надо: вся наша шелковая промышленность основана на подобной активности личинок тутового шелкопряда!

Поразительно **интересный** пример использования отвердевающего материала дают нам муравьи **экофилла**, которые устраивают свои небольшие гнезда в свернутых листьях. Когда лист общими усилиями нескольких муравьев нужным образом скручен и стянут, один из таких «зодчих» отправляется за своим юным собратом, еще пребывающим в стадии личинки, начавшей выделять полимеризующуюся жидкость. Принеся личинку, муравей начинает орудовать ею как челноком, прочно зашивая моментально твердеющей нитью всю зеленую конструкцию.

Прядут коконы и личинки медоносных пчел. Однако такой необратимый затвердевающий биополимер для строительства сот пчелам не подошел бы. Во-первых, он крайне затруднил бы сам процесс возведения ромбического сота, требующий **постоянных** корректировок и исправлений, и, во-вторых, последующую эксплуатацию отстроенного сота.

Большая часть сооружаемых пчелами ячеек служит «чанами» для переработки нектара в мед и его хранения. На такой «службе» сот может находиться очень много лет, лишь слегка желтея от времени. Другое **дело** — использование тех же ячеек в качестве колыбелек для **выращивания личинок**. Здесь срок службы со-

та недолог. После вызревания личинки и превращения ее во взрослое насекомое (цикл длится для рабочей пчелы, считая от снесенного маткой яичка, 21 день, а для трутня — 24 дня) на стенках ячейки остается плотно прилегающая к нему тонкая рубашечка кокона. Пчелы, в отличие от шмелей, не «думающих» о будущем, очень тщательно вычищают и вылизывают после отрождения очередной пчелы ячейку, а затем стерилизуют ее, нанося тонкий слой вещества, в котором имеется добавка убивающего микробы прополиса и других биологически активных веществ.

Все это хорошо, но остатки рубашечек коконов и наносимые пчелами вещества-стерилизаторы уменьшают просвет ячейки, что чревато измельчением потомства. Пчелы в таких случаях не терпят компромисса: решительно сгрызают «засклеротированный» отходами «деторождения» сот до основания. Отшлифовав до блеска средостение, они надстраивают его заново, но уже из свежесвыделенного воска, соблюдая все строительные правила пчелиного «ГОСТа».

Это старение сота, особенно в центральной части улья, где при температуре 34—35 градусов «горит расплодная печка», происходит довольно быстро: уже за два года такой непрерывной службы в качестве пчелиного инкубатора сот становится практически черным и не просвечивается, даже если его развернуть плоскостью к лучам солнца. Кроме того, он заметно тяжелеет. Для внимательного к своим пчелам (и доходам) пчеловода это верные знаки к удалению «старика»-сота из улья.

Попятно, что такую реконструкцию пчелы не могли бы проводить, если бы материал, из которого выстраивался сот, затвердевал наподобие природных или искусственных пластмасс. И это далеко не единственный вид работы, постоянно производимой пчелами в улье, который требует хотя и прочного, но пластичного материала.

Можно еще упомянуть и сооружение таких временных построек, как маточники (специальные крупные ячейки для выращивания пчелиных маток), возведение укрепительных восковых перемычек, переделку части сота под более крупные трутневые ячейки, восстановительные работы после повреждений, нанесенных проникшими в гнездо во время зимовки вредителями, например мышами, либо вызванных неосторожными действиями пчеловода во время осмотра гнезда. Во всех этих случаях требуется материал, который можно использовать многократно, легко удаляя и снова приращивая в любой части гнезда.

Как совместить, казалось бы, несовместимое — прочность и пластичность, нужные такому веществу? Мы знаем, что у пчел эта проблема решена — таким материалом у них является воск.

Воск у пчел образуется в особых железах, которые находятся на нижней поверхности брюшка, располагаясь попарно на четырех последних члениках тела. Всего таких желез восемь. Образующийся в них воск выделяется через мельчайшие поры, обрамляющие железы восковых зеркала, наружу, где и застывает в виде небольших чешуек. Они почти невесомы, массой 0,25 миллиграмма каждая. Требуется 50 таких чешуек, чтобы соорудить одну пчелиную ячейку, в килограмме же воска их наберется до 4 миллионов. Когда пчела начинает выделять воск, на поверхности ее брюшка появляются белоснежные края застывающих пластинок. Внешне они чем-то напоминают белую луночку ногтя у нас на пальцах.

Сходство здесь не только внешнее: и воск, и роговидный материал погтя синтезируются особыми клетками на молекулярном уровне. Работы эти ведутся на автоматном управлении, без участия высших отделов мозга, загруженных решением других проблем. Такое «невнимание» со стороны «высших органов», однако, ничуть не сказывается на качестве, которое обеспечи-

вается жестким гепетическим надзором и контролем «на местах». Вывшие отделы пчелиного мозга приступят к выполнению своих прямых обязанностей позже, когда материал будет готов и появится возможность его применением управлять на уровне органов чувств. Им уже придется иметь дело не с отдельными молекулами, а с их массой, поэтому мозг не вмешивается в то, что делают столь совершенно клетки или их ассоциации.

Вот когда молекулярные клеточные фабрики восковых желез, «ткущие» углеродистые цепи молекул воска, произведут их достаточное количество и избыток вытолкнут наружу, образуя восковую пластинку, тогда пчела-строительница, подхватив ее своими жвалами, продвинется к грозди пчел, занятых очередным сооружением. Там она станет одним из ее многочисленных активных центров и сможет проявить свои «способности» — оценивать и корректировать на макроскопическом уровне воздвигаемую постройку.

Что же за вещества образуют клетки восковых желез?

Всего в воске обнаружено до 300 различных веществ, но большинство из них — в крайне небольших количествах или «следах», которые мало влияют на его основные свойства. Эти свойства определяются несколькими количественно преобладающими в воске соединениями.

В их число в первую очередь входят сложные эфиры высших жирных кислот и одноатомных спиртов. Внутри этой группы преобладает мирициловый эфир пальмитиновой кислоты.

Кроме него, воск содержит десятка полтора и других эфиров. Все они образованы соединениями родственной природы: кислотами, имеющими линейную цепочку углеродных атомов с числом звеньев от 16 до 36, и спиртами. «Длина» последних колеблется в пределах от 24 до 34 CH_2 -групп в каждой молекуле.

В восковых железах, где происходит синтез молекул жирных кислот — первичного материала для образования воска, часть из них подвергается дополнительному превращению: особые ферменты-восстановители (гидрогеназы) «выравнивают» цепь, насыщая конечную карбоксильную группу (COOH) атомами водорода. В результате образуются полностью насыщенные углеводороды. Их фракция в готовом воске значительна: около 15 процентов.

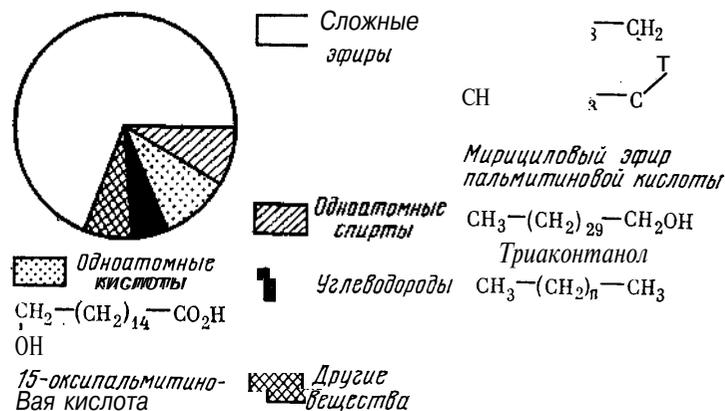
Не все образующиеся в клетках восковых желез кислоты связываются ферментами в эфиры или восстанавливаются до углеводородов, существенная их часть — около 12—15 процентов выделяется наружу в свободном состоянии.

Перечисленные группы соединений и формируют основной физико-химический «облик» строительного материала пчел.

Однако «ничто не ново в этом мире»: различные типы воска продуцируют и другие насекомые, а главное, эти вещества — почти непрменный компонент покрытий семян, плодов и даже зеленых листьев растений. Соединения, которые образуют воск на листьях и плодах растений, играют защитную роль: предохраняют более мягкие и нежные нижележащие ткани от окисления воздухом, потери влаги либо ее избыточного поступления, а также токсических веществ: пыли, механических повреждений и тому подобных неблагоприятных проявлений со стороны окружающей среды. Особо важная роль этого покрытия — продлевать покой и сохранность генеративных и переживающих органов: плодов, семян, корнеплодов, которые и составляют большую часть запасаемого нами урожая растений.

Когда химики узнали о биологических функциях воскообразных веществ в природе, они стали создавать специальные рецепты для обработки плодов, чтобы как можно дольше сохранить их привлекательность и качество.

Интересна с этой точки зрения история одного из компонентов пчелиного воска — триакоктанола. Несколько лет назад ему было уделено очень много внимания. Этот спирт, а также углеводород гентриакоктан (суммарная формула $C_{31}H_{64}$) были обнаружены на лепестках люцерны и других растений. Триакоктанол про-



Компоненты пчелиного воска.

являл важное биологическое свойство: нанесенный на растения даже в небольших количествах, он заметно повышал урожай разных видов культур.

О подобном свойстве экстрактов пчелиного воска знали раньше и пчеловоды, не всегда склонные рекламировать свои секреты. Жидкостью, остающейся после вываривания старых сотов в воде, они поливали припасечные растения. И всегда наблюдали прекрасный эффект! Возможно, что дело не только в триакоктаноле, но химический анализ подтвердил, что в пчелином воске постоянно содержится значительное количество именно этого «жирного» спирта. Непонятно, однако, почему другие, очень близкие по химической

природе спирты, присутствующие в восках, не обладают такими же биологическими свойствами.

Интересно отметить присутствие в воске холестеринных спиртов, а также β -ситостерина. Если молекулы холестерина могут с большим успехом синтезировать и клетки животного организма, что мы опознаем по множасимся случаям заболевания атеросклерозом, то молекулы β -ситостерина «изготавливаются» лишь в растениях. Присутствие ситостерина в воске, произведенном животным — пчелой, не способным на синтез этого вещества, показывает, что клетки восковых желез, насыщенные липофильными* веществами, к которым относится и ситостерин, «отлавливают» его из омывающего их «питательного раствора» гемолимфы. Сам ситостерин неизбежно попадает в кроветок насекомого при потреблении и переваривании пыльцы, очень богатой веществами подобного типа.

Так, растение оказывается прямо причастно к тем 300 соединениям, которые формируют «химический букет» воска. Очевидно, что в незначительных деталях он будет каждый раз в чем-то неповторим, так как «стол» пчелы изменчив, а флора и погода непостоянны.

Итак, соединения того типа, что встречаются в воске, могут синтезировать и другие организмы. Отличие пчелы в том, что у нее сформировались специальные высокопродуктивные железы, производящие оптимальную по соотношению компонентов смесь для нужд семьи.

В воске преобладает лишь 3—4 типа основных соединений, но их сопровождает большая «бахрома» других. Поскольку каждая клетка «химически всеильна», трудно предположить, что железы пчелы не обладали ресурсом «доспециализироваться» до производства бо-

* Липофильный — поглощающий жиры; склонный к накоплению жиров.

лее узкой по составу смеси. В этом случае, однако, мог бы неблагоприятно проявиться изначальный «характер» молекул, который воспрепятствовал бы достижению важнейшего качества воска — его пластичности. Действительно, если бы воск был представлен двумя-тремя соединениями, как, например, мед, то рано или поздно молекулы этих веществ, обнаруживая друг друга, стали бы образовывать кристаллические узоры. Там, где появляются кристаллы, кончается всякая пластичность, а это не только не добавило бы красоты пчелиному строению, но и разрушило бы его.

Пчелиный воск, конечно, обретает хрупкость при пониженных температурах, когда движение молекул замедляется и они проявляют склонность «сцепливаться» одна с другой. Однако эти же молекулы, имея длинные «жирные» хвосты, начинают легко «плыть» при повышенных температурах, смещаясь относительно друг друга, грозя превратить ажурное пчелиное строение в бесформенную массу.

Пчелы, безусловно, осведомлены о свойствах своего строительного материала. Являясь прекрасными «специалистами» по кондиционированию среды обитания, они не только не идут навстречу этим устремлениям «дышащего» различными наклонностями в их материале микромира, но и решительно препятствуют им, выдерживая температуру в ульях в строго заданных параметрах, и принимают другие нужные меры предосторожности.

«ЗОЛОТОЙ ФОНД» ПАСЕК

Заочное соревнование по сопрямату. — Экономика воскового производства. — Медосбор и восковой конвейер.

Общий «абрис» расположения воздвигаемых двусторонних ромбических сотов в гнезде таков, что пчелы могут занять наиболее удобное и энергетически

выгодное положение в неактивный период — зимой, а летом наилучшим образом «упаковать» свои запасы вокруг пчелиного инкубатора — расплода.

С изобретением рамочного улья пчел стали вынуждать строить восковые кельи по заданным плоскостям их деревянного обрамления — рамок. Пчеловоды перепробовали бесчисленное множество различных вариантов рамок, но пришли к самому разумному: ограничили свои фантазии двумя-тремя размерами, приняв их за стандарт, после чего стали «допекать» пчел изобретениями в других областях. Что касается пчелиных рамок, то мировой пчеловодческий форум склонился к выводу, что наиболее удобна рамка, имеющая внутренний размер 44X20 сантиметров (рамка Лангстрота — Рута). Такая рамка при полном заполнении вмещает 3—3,5 килограмма меда. Восковой каркас, удерживающий эту массу, весит всего 110—120 граммов, поэтому тревоги людей, приобретающих сотовый мед, что они «покупают воск, а не мед», безосновательны: общая доля воска в купленном пищевом продукте не превышает 3—4 процентов.

У людей со свойствами воска ассоциируются оба его качества — пластичность и некоторая хрупкость. Такие свойства как будто не благоприятствуют созданию слишком прочной конструкции. Тем более неожиданно узнать, сколь ничтожны затраты материала на создание строения, удерживающего в 30 раз большее по массе количество продукта.

Можно сравнить: для перевозки откачанного (центробежного) меда пчеловоды предпочитают использовать металлические фляги под молоко, вмещающие 36 литров. Поскольку каждый литр меда почти в 1,5 раза тяжелее молока, в полностью заполненной фляге оказывается несколько более 50 килограммов. Сама же фляга тоже не из легких — весит целых 8 килограммов, хотя и сделана из прочного и тонкого металла. Соотношение материал : мед здесь примерно

1 : 6. Те же 50 килограммов меда пчелы хранят всего в 14—15 сотах, общая масса воска в них не превышает 2 килограммов. Соотношение материал : мед, как мы видим, 1 : 25, или в четыре раза меньше.

Домашние хозяйки покупают и хранят мед обычно в более мелкой таре. Широко используемая для этих целей трехлитровая стеклянная банка вмещает около 4,5 килограмма меда. Она, конечно, очень удобна и вместительна, но сама весит тоже почти килограмм. Это же количество меда пчелы умудряются надежно упаковать и подвесить в своей ячеистой конструкции, потратив всего чуть более 100 граммов воска! Мед в такой восковой упаковке способен храниться без порчи десятилетиями, и его можно перевозить на далекие расстояния.

Похоже, что сравнительно недавнее изобретение нашей химии — полиэтиленовые пакеты окажутся по-экономичнее и железных, и стеклянных емкостей, но и они вряд ли смогут выиграть заочное соревнование с упаковкой, изготовленной пчелами: натуральный пчелиный мед можно жевать прямо с его упаковкой, принося своему организму немалую пользу от содержащихся в нем биологически активных веществ. Такого благотворного воздействия на наш организм от полиэтиленовых пакетов пока мы не ждем.

Есть еще одна процедура, свидетельствующая о прочности ромбических шестигранных ячеек, из которых «монтируется» сот, — это откачка меда. Срезав ножом восковые крышечки с запечатанных ячеек со зрелым медом, пчеловод вставляет истекающий сладостью сот в кассеты медогонки и подвергает его испытанию на «излом» действием центробежной силы. Если не переусердствовать в слишком быстром вращении кассет, то сот выдержит и эту столь любимую пчеловодами операцию и, отдав свои 3—4 килограмма меда в пользу хозяина, вновь возвратится в улей для повторного наполнения. Увлеченные же взятком пчелы,

и не обратят внимания на убыль. Они тщательно слижут с опустошенного сота остатки меда, подправят стенки ячеек и примутся вновь его заполнять янтарным продуктом. Пчеловод не нарадуется на таких работников.

Пчелы, как мы видим, очень экономно расходуют свой строительный материал. Однако к потребителям воска, помимо самих обитателей улья, относятся еще 30—40 различных отраслей народного хозяйства.

На чем же основана восковая экономика улья, способна ли она выдержать такую двойную нагрузку?

Для биосинтеза воска, ведущегося в железах пчелы, ей нужен единственный исходный продукт — сахар, в конечном счете — мед. Процесс на молекулярном уровне идет путем окисления молекул глюкозы или фруктозы — основного содержимого меда до ацетилкоэнзима А, являющегося универсальным строительным блоком молекул липидов в организме. Именно из него и строится далее весь «спектр» соединений воска.

Разумеется, при переработке углеводов в воск «биохимическому гению» организма пчелы приходится производить и постоянно обновлять «ферментативный парк», осуществляющий последовательное превращение молекул глюкозы или фруктозы — основных компонентов меда — в многочисленные компоненты воска. В период интенсивного восковыделения пчелы нуждаются в некотором количестве белковой пищи, необходимой для поддержания ферментативной силы восковых желез. Внешним источником белка для пчел служит пыльца растений, внутренним — запасы собственного тела.

Собственными запасами белка, депонированными в главной «копилке организма» — жировом теле — пчела вынуждена пользоваться, в частности, во время поения. Бывает, что рой «прибыл» на место, когда установилась безлетная дождливая погода и пчелы-фуражиры не могут пополнить быстро исчезающие взятые жиры

собой запасы корма. Строительство гнезда тогда ведется исключительно за счет наличных и крайне напряженных запасов: меда, который пчелы прихватили с собой из материнского гнезда, а его самое большее — несколько сотен граммов, и «живого» белка, который имеется в их теле.

Не все пчелы выделяют воск. Эта функция у них тесно связана с возрастом: более молодые особи заняты преимущественно изготовлением молочка и кормлением личинок. Пчелы постарше, начиная с 12-дневного возраста, переходят к другим работам, главным образом — на приемку и переработку нектара. Именно в это время у них и достигают наибольшего развития восковые железы.

Такая биохимическая специализация **ульевых** пчел имеет свою логику: более молодые, потребляя усиленно высокобелковый корм — пыльцу, перерабатывают ее в специальный вид пищи — пчелиное молочко. Тогда же максимально развиваются и основные потребители и продуценты белковой пищи — глоточные железы.

Работы по превращению нектара в мед связаны с резким повышением концентрации Сахаров в крови. Поскольку у пчелы все еще продолжается внутриульевое затворничество и «пчелиный бензин» — углеводы не сгорают для поддержания подъемной силы летящего за взятком насекомого, пробуждаются к активной деятельности восковые железы. Омывающая их клетки гемолимфа столь насыщена углеводами (до 3 процентов против 0,5 процента в человеческой крови), что железы начинают усиленно «отлавливать» эти вещества для производства белых пластинок воска.

Когда пчела, вылетев из улья, устремится за полевой данью, у восковых желез появится сильный конкурент — мышечные волокна, для поддержания активности которых (шутка ли — до 400 взмахов крыльями в секунду!) потребуются и первоочередное обеспечение содержащимися в гемолимфе углеводами.

Восковой конвейер у пчел начинает свертываться, не ставя «подножку» выполнению сопряженной с наибольшим риском для пчелы и особо важной для семьи **медособираательной** деятельности.

Таким образом, возрастные фазы в распределении обязанностей, режим питания и выделение воска в семье пчел оказываются хорошо согласованными друг с другом.

О потребности семьи в воске и эффективности ее строительной индустрии говорят следующие цифры. Для размещения 100 килограммов меда в сотах семье необходимо лишь 4 килограмма воска. Однако если мы вспомним рой, то он, обладая ограниченным контингентом работниц, такого количества на новом месте запастись не может.

Материнская семья, отпустившая рой, уже имеет устроенное гнездо. Рою обычно приходится выстраивать сотовые хранилища на **12—20** килограммов меда и еще создавать определенный их запас для размещения пыльцы, выращивания личинок и прочих надобностей. Всего на это уходит примерно килограмм воска. Столько за год в среднем продуцирует одна семья. Разумеется, сильная колония при хорошем поступлении нектара в улей может **произвести** воска в несколько раз больше.

Каков расход меда на производство воска?

Теоретически — в пределах 4 килограммов на килограмм воска. Реально — несколько больше. Однако все дело, можно сказать, в динамической экологии: если пчел вынудить строить соты, целиком лишив их гнезда и **скармливая** мед или сахар, то расход углеводов резко **возрастет**. Здесь скажется перенапряжение и истощение восковых желез вследствие вынужденного включения в работу пчел, у которых «фабрики воска» уже износились и работают с **низким** к. п. д.

В **естественных** условиях, когда припое нектара в улей **значителен**, **ульевые** пчелы, занятые его **перера-**

боткой в мед, поневоле усиленно питаются углеводистой пищей и расходы на восковыделение как бы «смазываются», делаются незаметными.

В самом деле, из общего гигантского количества — 100 килограммов меда, потребляемых пчелами за год только на свои нужды, не считая «отчислений» в доход пасечнику, практически половина уходит на выработку «химического топлива», которое питает летательный аппарат пчелы-сборщицы во время ее рейсов за взятком.

В период главного взятка колебания в приносе нектара по дням столь значительны, что расходы на превращение его части в строительный материал пчел практического значения не имеют.

Другое дело — отвлечение дефицитной рабочей силы на тотальные строительные работы. Здесь потери меда могут быть очень серьезными, но не вследствие затрат на биоконверсию — превращение одного вещества с неизбежными биохимическими потерями в другое, а в результате снятия работниц с наиболее ударного в этот момент фронта на другой.

Как развиваются события на реальной пасеке?

Пчеловод внимательно следит, когда начнется интенсивная побелка сотов. Вот по этому знаку, означающему, что гемолимфа пчелы предельно насыщена углеводами и включились на максимальную мощность восковые железы, а также тяжелеющему улью и ряду других признаков, пчеловод безошибочно определяет начало наиболее для себя радостного, но и ответственного периода — главного медосбора.

Отягченные нектарной ношей пчелы-фуражиры непрерывным потоком подлетают к улью и спадают на прилетную доску с характерным глуховатым звуком. Поступлений от этого «медового дождя» с избытком хватает не только на текущие потребности и обеспечение широкого фронта строительных работ, но и для скопления запаса на зиму.

88

Пчеловод делает все возможное, чтобы запасы постоянно росли: именно с них он получит свой желанный оброк. И хотя в это время пчелы обильно выделяют воск, слишком отвлекать их на строительные работы, как показала практика, невыгодно. Время здесь становится решающим фактором: погода в любой момент может ухудшиться, медоносы, не дождавшись сборщиц, увянут и улей, полный рабочей силы и «отмобилизованный», как говорят пчеловоды, на взятком, останется прискорбно легким.

Опытный мастер медового дела своевременно загружает пчел строительством сотов, выбирая для этого время с незначительным, хотя и превышающим расход поступлением нектара в улей. Такие «окна» большого взятка всегда случаются в преддверии главного медосбора и не приводят к решительной перестройке всей трудовой структуры семьи. Пчеловод их максимально использует, загружая пчел строительством и отбирая готовые соты, которые пчелы пока не могут заполнить медом. Позже, когда принос нектара в улей резко возрастет, хозяин снова возвратит соты в улей, «расшивая» одно из самых узких мест в использовании взятка.

В страдный период в улье складывается напряженная ситуация. Принос нектара за день нередко достигает 5—7 и более килограммов. Если бы это количество было представлено только зрелым медом, то и тогда для его размещения потребовалось бы два стандартных сота. На их постройку семье придется выделить за сутки примерно 250 граммов воска, или 1 миллион восковых пластинок. Если пчела снимала бы восковой урожай со своих желез 2—3 раза за сутки, то и тогда потребовалось участие в «выпотевании» воска до 40 тысяч работниц. Это равно всему населению улья, которое вынуждено было бы целиком посвятить себя решению строительных проблем. Разумеется, отпали бы ваботы и о размещении прибывающего нектара, ПО-

97

сколько приносить его и перерабатывать уже было бы некому.

О том, сколько времени и энергии отнимают строительные работы в семье и «делание» воска, видно в естественной ситуации, когда рой вселяется в новое жилище. Если туда заботливый пчеловод заблаговременно не поставил отстроенных рамок, то рой первую неделю, как говорят пчеловоды, «сидит», целиком посвящая себя воздвижению построек. Редко вылетающие в это время пчелы-фуражиры приносят лишь самое необходимое с поля: немного пыльцы, свежего нектара и воды. Лишь через 5—7 дней, когда восковые языки сотов опустятся достаточно глубоко вниз и появится возможность постадийной переработки нектара в мед, резко усиливаются фуражировочные полеты пчел. Одновременно, конечно, снижается и интенсивность общественных построек.

Именно по этим причинам отстроенные соты составляют «золотой фонд» пасеки. Количество отстроенных рамок, приходящихся на каждую семью, — прямой «свидетель» уровня ее благополучия и квалификации присматривающего за ней пчеловода.

На что же могут в таком случае рассчитывать десятки отраслей народного хозяйства, которые не нашли равноценной замены продукту восковых желез пчелы?

Если пасека стабилизирована по численности семей и каждая семья обеспечена необходимым «золотым фондом» сотов, то с семьи безболезненно для ее дальнейшего благополучия можно отбирать в год до полукилограмма, а иногда и более товарного воска. При улучшении медосборных условий и общей культуры ведения хозяйства выход воска может быть и выше.

В самой технике пчеловодства есть значительные резервы: заполнение безвзяточных периодов кочевкой на медосбор, широкое использование так называемых «строительных рамок» и другие приемы. Пчелиный воск — редкостный, хотя и возобновимый дар природы.

Разумное и рачительное его использование человеком — еще один путь удовлетворения в нем потребностей и медицины, и техники, и многих других областей народного хозяйства.

ТАЙНЫ СОТОВОГО МЕДА

*Затруднения пчелы-трамбовщицы.
Топленый мед предков. — Великие изобретения пчеловодства и проблемы взаимопонимания.*

В отличие от более древних видов общественных насекомых — термитов и муравьев, в семьях которых выращивается несколько типов особей с различными функциями и внешним видом (касты), у медоносной пчелы фенотипическая дифференциация не зашла так далеко. В полном своем «триедином лике» семья пчел предстает перед нами в летнее время. В ней есть матка, несколько сотен или тысяч трутней и десятки тысяч рабочих пчел. Все эти типы особей резко различаются друг от друга не только физиологически, но и внешне — в основном размерами, поэтому для личинок каждого типа требуется соответствующее помещение.

Наибольшее количество восковых «комнат» — ячеек отводится рабочей касте, или собственно пчелам. Их в гнезде сильной и благополучной семьи 100—300 тысяч и более. Эти ячейки пчелы строят сплошными участками и используют не только для выращивания личинок рабочих особей, но и для складывания провианта — меда и пыльцы.

Второй тип ячеек предназначен для выращивания мужских особей семьи — трутней. Это значительно более крупные существа, чем рабочие пчелы. Если у пчелы в семьях среднерусской популяции длина тела в среднем равна 12—14 миллиметрам, а масса составляет 100 миллиграммов, то трутень оказывается тяжелее

более чем в 2 раза (250—260 миллиграммов), длиннее и значительно толще своей сестры. Соответственно размерам и восковая келья: диаметр ее составит около 7 миллиметров, что в 1,3 раза больше, чем для пчел. Трутневые ячейки пчелы тоже строят сплошными участками, но значительно меньшей протяженности, чем «жилплощадь» для своих работниц.

Сот из таких ячеек пчелы используют лишь для двух целей — выращивания личинок и складывания меда. Пыльцу — свой белковый корм — пчелы сюда не складывают. Готовя ее к долгому хранению, пчела утрамбовывает принесенный с поля материал своей головкой, улираясь при этом задними ножками в стенки ячеек. После таких занятий пчелы-трамбовщицы обретают забавный вид: на их головках остается тонкий диск налипшей пыльцы. Цвет ее — разный, в зависимости от источника сбора. Глядя на цветастые головки прилежных тружениц, можно сказать, пыльца каких растений обеспечивает в это время белковый стол семьи.

Трутневые ячейки — более вместительные, но как хранилища пыльцы никогда не используются. «Трамбовщицам» не удастся в этой просторной келье так упереться ножками в стенки, чтобы спрессовать рыхловатые комочки принесенной добычи.

Эти особенности эксплуатации пчелами своих «производственно-жилых» помещений давно заметили пчеловоды и постарались извлечь из них выгоду при производстве высокоценной у потребителя продукции — сотового меда. Пристрастие к нему у большинства людей объясняется чисто эстетической причиной: мед в своей естественной упаковке выглядит исключительно привлекательно. Знаковок натуральных продуктов влечет к сотовому меду не только эстетика, но и нечто более существенное. В сотовом меде есть вещества, которым не суждено попасть в откачанный, или центробежный, мед.

Недаром столько волнений вызвало сообщение американского врача Джарвиса * о содержании в восковых крышечках сотового меда (забрус) веществ с антиаллергическим действием. Восковой пластинкой пчелы закрывают ячейку лишь с полностью созревшим медом. Он отвечает всем требованиям стандарта пчелиной семьи, выработанного за десятки миллионов лет жизненной практики, так что пчелиный знак качества — крышечка забруса — имеет немалую ценность.

Джарвис утверждает, что именно в этот вид воска пчелы добавляют вещества, прерывающие течение многих болезней, докучающих людям (сенная лихорадка, аллергический насморк, воспаление гайморовых полостей, астма и т. д.). Действительно, если пожевать подольше восковую жвачку, остающуюся от куска сотового меда, то можно испытать на себе прямо-таки чудодейственный эффект в случае обострения указанных выше недугов.

Сотовый мед ценен не только антиаллергенами, химическая природа которых еще совершенно неясна, но и другими биологически активными веществами, правда, содержащимися в небольшом количестве. Здесь обнаружен прополис, используемый пчелами для наведения тонкой стерилизующей пленки на ячейки, попавшие в «инкубаторный режим», а также перга — пыльца растений, законсервированная в ячейках по особому методу. Этих веществ больше в темных сотах, многократно подвергавшихся восстановительному ремонту и дезинфекции.

Таким образом, сотовый мед не только удивительно привлекателен внешне, но и более богателен в прямом смысле слова: в нем представлены вещества, которые из-за людского изобретения — медогонки —

* Джарвис Д. С. Мед и другие естественные продукты. — Бухарест; «Апимондия», 1981.

стали попадать в наиболее употребляемый в настоящее время центробежный мед.

Раньше человек, лакомящийся продуктами «биохимического творчества» пчел, получал все целебные вещества в более полном объеме. Все дело в методах взимания дани. Пчел держали в неразборных ульях — дуплянках, колодах, сапетках и т. д., отбирали мед и у **дикоселящихся** роев в дуплах и иных подходящих местах. Способы взимания накопленного отнюдь не для человека корма отличались единообразием. Ворвавшись с помощью обильных струй дыма в гнездо обескураженных насекомых, человек опустошал его верхнюю медовую часть. Выламываемые соты могли быть светлыми, недавней постройки, либо темными, прослужившими семье не один год. И те, и другие содержали весь необходимый комплекс защитных веществ-присадок и ценных **продуктов-«спутников»**: пыльцы и прополиса.

В таком виде мед обычно и попадал к человеку на стол, причем зачастую в комбинации с другой пищей, например, с хлебными лепешками. Небольшая доля воска, неминуемо при этом поступавшая в желудочно-кишечный тракт, никакого вреда организму не приносила. Это, конечно, знает любой пчеловод, химия же может добавить, что воск, обладающий свойствами **липофильности**, «отцеживает» не только из крови пчелы (гемолимфы) ряд блуждающих в ней веществ с близкой физико-химической природой (например, ситостерин), но и аналогичным образом извлекает подобные вещества (а среди них и вредные для организма), **оказавшиеся** в первичном метаболическом «котле» — желудке и кишечнике человека. Иными словами, воск действует очищающим образом наподобие размолотого березового угля, который принимают при различных пищевых отравлениях.

Жидкий мед в те, уже отдалившиеся от нас времена, получали следующим образом. Горшок обвязывали

редкой мешковиной, в нее загружали наломанные **кус-**ки сотов и ставили в теплую печь. Стекающий в шок мед экстрагировал весь букет соединений «биохимической кухни» пчелы: вещества прополиса, вкрапленного в верхнюю и боковые части выломанных сотов, которым пчелы прикрещляли их к стенкам дупла; соединения из восковых **крышечек-забруса**, «прокладок», стерилизующих темные соты, перги. Большая часть из них до сих пор избежала **острого** взгляда **со-**временного химика. Если в сотах, оказавшихся в **печи**, была небольшая доля личинок, то топленый мед получал и некоторую добавку знаменитого пчелиного **мчелочка**. Выходит, что варварская по отношению к лам «методология» наших предков имела и явно положительную сторону для их здоровья.

Так или иначе, современные пчеловоды, идя навстречу возродившейся тяге людей к натуральным продуктам, стали всячески понуждать пчел строить эстетически более привлекательные крупноячеистые соты. Впрочем, в летнее благодатное время, когда обилён принос нектара в ульи, к этому нет нужды прилагать **воз-**специальные усилия: пчелы и сами предпочитают **воз-**двигать для **стремительно** прибывающей пищи более крупные и быстро сооружаемые постройки, лепя контуры трутневых ячеек.

Сейчас пчеловодам стала оказывать помощь промышленность, наладившая выпуск воскового средостения пчелиных и трутневых сотов — вошины. Ее изготавливают целиком из чистого пчелиного воска. Для этого через специальные вальцы прокатывают ленту размягченного **пчелиного** воска примерно 2-миллиметровой толщины, выдавливая на ней узор оснований шестигранных ячеек. Имея два типа вошины — трутневую и пчелиную, пчеловод менее скован в своих действиях и может **пойти** навстречу утончающимся вкусам любителей натуральных продуктов.

Вощина, изготовленная машинным способом, наряду с разборным ульем и медогонкой — великое изобретение человека в его отношениях с медоносными пчелами. Владея этой техникой, человек стал все более одомашнивать своих новых партнеров по добыче изысканной пищи и лекарств, а пасечник получил возможность внедряться в их гнездо не только с грабительскими целями. Теперь он смог в какой-то степени регулировать план гнездовых построек, вводя рамку с искусственной вощиной — начатый, но недостроенный сот.

Пчелы, обнаружив в улье восковое средостение странного происхождения, в растерянность не впадают, быстро достраивают стенки ячеек до стандартной высоты. Воск у них «под рукой»: толщина средостения в вощине больше, чем у натурального сота. Утолщение вызвано чисто технологическими причинами, но пчелы используют вынужденную человеческую щедрость, соскребая избыток воска и используя его для надстройки стенок ячеек.

Все это хорошо при условии, если лента вошины изготовлена из чистого пчелиного воска. Попытки заменить дорогостоящий натуральный воск на другую воскоподобную смесь либо более прочный материал, который не ломался бы при откачке меда и транспортировке семей, ни к чему не привели: пчелы немедленно опознают подделку, начинают грызть подсунутый суррогат и выбрасывать его по кускам, либо перемещают зону строительства в другую часть улья. Пчел удается обмануть, если тонкое средостение, изготовленное из особых материалов, покрыть сверху достаточно толстым слоем натурального воска.

Это не очень дешево и совершенно неприемлемо для изготовления сотового меда, но для получения центростремительного использования такую трехслойную конструкцию вполне допустимо. В некоторых странах (США, Канада) ее стали производить в значительных количествах.

Интересно, что пчелы, которым во время хорошего медосбора для складывания продукции выгоднее строить более крупные ячейки, все-таки не позволяют себе выйти за рамки некоторого оптимума в их соотношении с пчелиными. Это связано с полифункциональностью использования пчелами основных «средств производства» — сотов.

Излишнее количество трутневых ячеек может оказаться нестати следующей весной, когда время массового вывода трутней еще не наступит. Пчелам придется избегать непредусмотрительно построенного сота, что будет нарушать компактность гнезда. Трутневые соты поэтому обычно воздвигаются по краям гнезда, которые семья достигает, лишь развив значительную силу.

Если пчелы «терпят» трутневые соты, то это не относится к третьему виду сооружаемых ячеек, а именно к маточникам — восковым колыбелькам для выращивания «главы семьи» — матки. Однако, когда матка, наконец, отродится из перламутровой «пены» маточного желе — молочка, ставший ничемным восковой желудь не будет долго терпим в улье: пчелы сгрызают построенное с восковыми «излишествами» сооружение, которому они не могут найти иного применения в напряженной жизни своего сообщества.

И снова мы видим проявление одного из общих свойств любого организма: все ненужное либо отслужившее немедленно уничтожается, перестраивается или изгоняется.

Помимо реставрационно-ремонтных работ «материально-технической базы» — омоложения старых сотов, к этому же ряду явлений относится и удаление восковой оболочки маточной колыбели. Сюда можно добавить полные трагизма картины осеннего изгнания трутней, которые перестали быть нужными пчелиному роду, затем — столь же решительную и безжалостную замену старых износившихся маток на молодых, изгна-

пие пчелами особей уродцев и калек, выбрасывание отставших в росте или заболевших личинок.

Семья очень активно противостоит всяческим отклонениям от нормы в любых проявлениях, придерживаясь отлаженной в миллионах ранее прожитых лет технологии пчелиной жизни. Эта неукоснительность следования проверенному и статистически достоверному в жизни вида, принявшая черты безусловности, и воспринимается нами как инстинктивное поведение. Отдельной семье или пчеле, попавшей в нетипичную ситуацию, чрезмерная запрограммированность и обусловленность поведения могут оказаться не на пользу, и она будет восприниматься человеком-экспериментатором как «тупая» и «малосообразительная». Были проведены специальные эксперименты (см. «Наука и жизнь», 1980, № 1, с. 67), прояснившие, сколь велика способность пчел обучаться. Но когда задача становится слишком сложной, пчела «бунтует» и отказывается ее выполнять, как бы «стирая» из своей памяти благоприобретенную и оказавшуюся ненужной информацию. «Я не знаю **ничего!**» — так можно охарактеризовать реакцию пчелы, когда от нее требуют слишком многого. Такое стирание оказавшейся бесполезной для пчелы информации имеет смысл; оно позволяет ей наиболее рационально использовать адаптивные возможности своего небольшого мозга.

Действительно, беды от такой «неумности» отдельного индивидуума для популяции меньше, **чем** от слишком легкого «дрейфа» поведения, отработанного для характерных ситуаций в жизни вида многочисленными предыдущими поколениями. Программа поведения, полученная каждой пчелой при появлении на свет, своеобразный «банк рефлексов», хранящихся в ячейках памяти ее мозга, надежно ведут пчелу **по** ее недолгой, но богатой событиями жизни.

Вид представлен статистически большим числом **особей**, каждая из которых воплощает лишь часть по-

веденческого и генетического ресурса вида. Ему выгодно, чтобы это большинство использовало «наезженную» технологию жизни сообщества, предоставляя искать «счастье» на путях нетрадиционного поведения и «новаторства» лишь небольшому числу особей с «исследовательской жилкой». Таких пчел в семье **немног** — на долю разведчиц приходится обычно не более 3 процентов всего летного отряда семьи.

Экспериментатор, имея дело с колонией, обычно в интересах получения стабильных и воспроизводимых результатов бракует выпадающие из общей картины нетипичные ответы подобных пчел. Prestиж отдельных особей в глазах экспериментатора несколько падает, но семье такая «умная биороботность» главного отряда ее **пчел-строительниц** позволяет оберегать чистоту своих «патентов» и возводить, в частности, безукоризненные восковые **постройки**.

ВОСК И КУЛЬТУРНОЕ НАСЛЕДИЕ

Апеллес энкауст — огненная живопись прошлого. — Вызов времени. — Поклонение кумирам и проза промышленности.

Пчелиный воск трудно поддается имитации. Химическая палитра, обуславливающая его свойства, слишком сложна и изменчива. Именно поэтому во многих сферах человеческой деятельности не удастся обойтись без натурального продукта.

В древности из-за ограниченности пластических материалов значение воска было еще больше, и он являлся важным элементом общей вещественной культуры человека. Использовался воск в самых различных областях деятельности. В Древней Греции и Риме воском скрепляли отдельные изделия, обрабатывали нити тканей, приготавливали специальные дощечки **технологии**, ма, изготовляли печати. Многие секреты

связанных с воском, которые использовали древние народы и цивилизации, оказались, к сожалению, утерянными.

Такая участь постигла, в частности, энкаустические краски, которыми пользовались древние живописцы. Произведения, написанные этими красками, до сих пор сохраняют первозданную свежесть тонов. Знаменитые фаяомские портреты (из Египта) смотрятся так, словно они были написаны совсем недавно, а между тем миновали тысячелетия. Внутри египетских пирамид на красочных панно до сих пор по синему морю плывут ярко-желтые и зеленые лодки, исполненные энкаустическими красками. Хранит загадочное очарование и дыхание своего великого времени Венера Милосская. Она также покрыта лаком ганозис, родным братом энкаустических красок.

По оценкам исследователей энкаустики, человек владел ее секретами уже более пяти тысяч лет назад. Это была истинно огненная живопись. Под многими произведениями искусства и материальной культуры тех эпох можно прочесть надпись: «Апеллес энкауст» — «Он вжег». Древние мастера писали свои картины горячими восковыми красками, после чего оплавляли огнем для вечного закрепления. Воск лежал и в основе лака ганозис, которым, судя по записям Плиния (23—79), покрывали корабли греки. В свое время и Акрополь был обработан защитным восковым лаком ганозис.

Однако секрет этого лака утратили уже ко II веку нашей эры, а к XII — и рецепты приготовления энкаустических красок. Последствия для живописи оказались трагичными. Наступила эпоха Возрождения — невиданного взлета искусства, но над трудами великих живописцев нависла смертельная угроза: краски, лишённые эликсира вечной свежести, темнели, старели, безвозвратно утрачивая первоначально созданный мастером колорит. Сам Леонардо да Винчи, писавший, что

«живопись — это немая поэзия», способная донести свои конечные результаты через века грядущим поколениям, делал попытки восстановить секрет энкаустики, но оказался бессильным.

Удача пришла к советскому художнику Василию Вениаминовичу Хвостенко, который к 1935 году после многочисленных опытов сумел восстановить рецепт древних мастеров. Плата за открытие оказалась чрезмерно высокой: составляя рецептуру энкаустической красной киновари, художник отравился парами ртути и умер.

И все же живая нить энкаустики, сохранившая неугасшими следы ушедших цивилизаций, властно звала в путь. По стопам В. В. Хвостенко пошла его дочь — тоже художник Татьяна Васильевна. Именно ей знаменитый Тур Хейердал впоследствии напишет письмо, где будут слова: «...вы затронули проблемы, до сих пор не изученные научными работниками и, безусловно, представляющие большой интерес в деле исследования и воссоздания прошлого человечества».

Следы этой вечной живописи Татьяна Васильевна обнаружила в Причерноморье и Узбекистане, в других странах и частях света. Оказалось, что ею широко пользовались и древние мастера Южной Америки — Перу, Мексики, хранящего многие тайны острова Пасхи.

Откуда они добывали воск в Западном полушарии, лишенном медоносных пчел? Или использовали его аналог, имеющий примесь растительных смол и вырабатываемый безжалюыми «аборигенами» — мелипонами, или был другой заменитель? А может быть, привозили воск пока еще не установленными путями из стран Старого Света? Ответы на эти вопросы еще предстоит найти ученым.

Как всегда, одна загадка влечет за собой другую, и восстановить их еле прослеживающуюся связующую нить помогает пчелиный воск. Он надежно стоит на

охране наиболее ценных памятников человеческой культуры, сберегая людям животворную связь поколений.

Недаром караваны судов из разных стран шли и шли ранее в Древнюю Русь, загружаясь щедрыми дарами обитавших в ее краях пчел — воском и медом, закрепляя устойчивым материалом первые созидательные шаги человеческой цивилизации.

Косвенно столкнулся с защитными свойствами продуктов на восковой основе и автор этих строк. В институт, где он работал (Институт биоорганической химии имени М. М. Шемякина АН СССР), пришли за советом и помощью работники одной научно-исследовательской лаборатории. Задача лаборатории состояла в поиске методов, надежно оберегающих ценные музейные экспонаты, редкие коллекции семян, натуральных кож и других дорогих материалов на природной основе от всеядных жуков-кожеедов. Эти жуки включили в свое «меню» многие воплощенные в материал достижения нашей цивилизации, и необходимо было срочно изыскать средства, которые умерили бы их аппетит.

Несколько осведомленные о защитных силах пчелиной семьи, мои коллеги и я пришли к выводу, что наступление вредителей может приостановить вещество, содержащее целый набор «молекулярных воинов», нацеленных на разномастных по происхождению и вкусовым пристрастиям жуков и других вредителей. Вещество это в химическом отношении было нами изучено весьма исчерпывающим образом. Речь идет о прополисе, основу которого, помимо пчелиного воска, составляют и защитные вещества, собираемые пчелами с почек таких древесных растений, как береза, тополь и осина. Почки этих видов, как правило, не подвергаются безжалостным наскокам жуков, родственных комнатным и амбарным кожеедам, и, следовательно, содержат для них чем-то неприятные и опасные соеди-

нения. Действительно, проведенные опыты показали, что ткани, пропитанные даже малоконцентрированным раствором прополиса, проявляют выраженное антифидантное действие и отвращают жуков от потребления материалов, имеющих более высокое назначение. Эти опыты и послужили основой для разработки надежных охранных рецептов от «кожедной агрессии».

Создается впечатление, что пчелы вообще владеют ключами, позволяющими им противостоять различным видам атак, которые шлют волны бегущего Времени.

Следует вспомнить и о чудодейственной охранной силе другого лака, до сих пор сберегающего нам непревзойденное звучание скрипок знаменитого итальянского мастера из Кремоны Антонио Страдивари (1644—1737). А ведь им тоже более трехсот лет! Этот мастер пользовался лаком, изготовленным на основе смол растений и пчелиного воска.

А что сказать про основной пищевой продукт пчел — мед? И он мало подвластен времени: сосуды с медом, наряду с энкаустическими красками, обнаружены в древнеегипетских пирамидах. Какой бы другой известный нам вид законсервированной пищи смог бы устоять, не будучи замороженным, за миновавшие тысячелетия?

Следует упомянуть и про использование пчелиных продуктов в ритуальных действиях, особенно широко распространенных в прежнее время. На расплавленном воске, образующем при застывании неповторимые и причудливые узоры, любили гадать, на его основе готовили особые мази и благовония, мед добавляли в специальные культовые снадобья. Восковые свечи служили не только источником света в богатых домах. Источая тонкий аромат, они способствовали созданию особого уюта и настроения, увводя людей от забот повседневности. Этим его свойством издревле пользовались жрецы и служители культов. Жертвоприношения, распространенные в Древнем Египте, сопровождалась

Окуриванием, где всегда поджигались смеси, содержащие воск пчел. Вся обстановка христианского храма неотделима от запаха ладана и восковых свечей.

Расходы воска на эти цели в дореволюционной России были очень велики. Страна не обходилась собственным воском, хотя сборы его были значительными, и десятками тысяч пудов дозакупала его за рубежом.

Сейчас ситуация изменилась, но **страйным** образом: человек перестал поклоняться отвлеченным кумирам, а центром внимания сделал самого себя, и первое место среди потребителей воска заняла... косметическая **промышленность**, или служба красоты. Впитавший в себя аромат растений, отдавших улью свои лучшие дары — нектар, пыльцу и охранную смолу своих почек, воск оказался **незаменимым** в кремах и мазях, накладываемых на лицо.

Воск для этих целей специально отбеливают. После такой обработки его вводят в состав всех холодных кремов, придавая им особый жемчужно-белый цвет, и также многих ценных видов помад, румян и т. д.

Близко с этим смыкается использование воска в медицине, в частности, в зубоврачебной практике.

Современная промышленность, требования которой к качеству материалов непрерывно растут, готова использовать **пчелиный** воск на тысячи различных целей. Среди них можно упомянуть его применение для получения особо точных форм при литье металла, для изготовления изоляционных составов, особо ценных мастик, политур, кремов, в высокосортной полиграфии.

Задумываясь над тем, почему столь многообразны сферы применения пчелиного воска, поневоле обращаешь внимание на то, что температурный «коридор», в котором протекает жизнь медоносной пчелы и человека, примерно один и тот же. Температура гнезда, где находятся сами пчелы, как правило, не опускается ниже 12—14 градусов тепла и не поднимается выше 35—36 градусов.

В жилище человека температура удерживается в пределах 20 градусов. При ней воск еще достаточно тверд, но требуется повысить температуру лишь на несколько градусов, чтобы он обрел податливость и принял придаваемую ему форму.

Воск удивительно сочетает мягкость и твердость, пластичность и хрупкость, он горит и в то же время прекрасно изолирует тепло, источает ароматические вещества и впитывает их. Обладая, казалось бы, односторонним образом противоположными свойствами, воск человеческой деятельности и служит примером вещества, которое приемлет и кожа, и глаз, к обонянию человека. Он — истинный материал жизни, образец того вещества, которое еще предстоит создать **нашим** химикам и технологам.

ВРЕДИТЕЛИ ВОСКОВЫХ ПОСТРОЕК

«Ничто не вечно под луною». — Химический патент восковой моли. — Наказание за небрежность.

Восковые соты миллионы лет надежно служат медоносным пчелам, являясь и домом, и складом пищевых продуктов, и колыбелью их личинок и куколок. В нашем понимании воск не относится к пище, ведь мы, впрочем, как и пчелы, не способны его усваивать. Однако воск как источник энергии даже превосходит по калорийности пищевые жиры. О его высокой энергоемкости говорит нам пламя свечи, создаваемое окислением богатых химической энергией молекул воска.

Пчелы выделяют такое жироподобное вещество, которое сами не могут съесть, в довольно больших количествах. Летом семья пчел, весящая 5 килограммов, способна за 1—1,5 месяца выделить до килограмма воска. По метаболической нагрузке на семью это экви

валентно накоплению человеком (с учетом его массы) примерно 14--15 килограммов жира в течение того же срока. Еще один случай удостовериться, сколь интенсив обмен веществ у насекомых вообще и у медоносных пчел в частности!

По химическому строению основных компонентов воск и жировые вещества, накапливаемые в качестве запасного материала в клетках растений и животных, либо специальных тканях, достаточно близки. Главное различие состоит в «привязывающей» основе, которая удерживает длинные «хвосты» жирных кислот (а у воска и спиртов), формирующих энергетический скелет этих продуктов. У обычных жиров основа представлена остатком молекулы глицерина и его основные компоненты имеют общую формулу $\text{RCOONH}_2 - \text{CH}(\text{OCOR}) - \text{CH}_2 - \text{OCOR}$, где R — остатки жирных кислот. Формула показывает, что в молекуле такого триглицерида имеется три эфирные связи ($-\text{RCOO}-$).

Основные компоненты пчелиного воска — тоже эфиры жирных кислот, но они соединены лишь с одной молекулой спирта. И этот спирт — «жирный» с большим числом углеводородных CH_2 -звеньев. Общая формула восковых жиров $-\text{R}-\text{COO}-\text{R}_1$, где R и R_1 — остатки соответственно жирной кислоты и спирта.

Это различие имеет принципиальное значение для химической судьбы обоих типов молекул. Компоненты запасного жира — триглицериды — довольно легко подвергаются «разборке» ферментами с последующим окислением и образованием нужных организму веществ и энергии. С веществами воска дело обстоит несколько сложнее.

«Зацепочная» точка для прикрепления к молекуле фермента-разборщика в эфирах воска (связь $-\text{COO}-$) прикрыта, или, как говорят химики, экранирована двумя подвижными и длинными ветвями углеродистых цепей от спиртового и кислотного остатка (R и R_1), поэтому те ферменты, которые легко «атакуют» и окис-

ляют растительные или животные жиры, ничего не могут сделать с компонентами пчелиного воска.

Казалось бы, ничто не угрожает воску и его изделиям со стороны живых существ. И все же и пчелам, и пчеловоду приходится быть начеку: в природе, где все съедается и потребляется, нашелся-таки организм, который сумел подобрать «ключи» и к трудно уязвимому воску. Это **восковая моль** — небольшая серая бабочка семейства огневок. Гусеница восковой моли вырабатывает ферменты, способные расщеплять и утилизировать основное содержимое воска. Эффективность этих процессов очень высока. Восковая моль способна в считанные дни превратить в неопрятную переплетенную паутиной труху любое гнездо пчел или склад рамок, оставленных без присмотра в теплое время года.

Огромна репродуцирующая способность бабочки моли: одна самка за две недели может отложить несколько тысяч яиц. Армия вылупившихся гусениц, если ничто им не помешает, уничтожит в кратчайший срок не одно гнездо пчел и целые склады рамок.

Восковая моль, у которой различают две формы — большую и малую, — истинный бич пчеловодства в теплых странах. Гнездо, покинутое пчелами (зачастую не без содействия моли), быстро исчезает вовсе. Только в свежевостроенном гнезде, где соты еще не содержат белковых загрязнений, аминокислоты которых необходимы гусеницам для создания их собственных ферментов и мышц довольно-таки подвижного тела, бабочкам моли и ее прожорливому потомству нет большой помехи. «Молевая угроза» — одна из причин, заставляющих пчел в тропических районах часто менять свои гнезда.

Вредитель восковых сотов стал очень досажать пчеловодам пасек, размещаемых в теплицах, где в малых масштабах воссоздаются условия жизни южных пчел.

В более холодных странах сама моль и ее яйца гибнут уже при первых небольших морозах, что указывает на южные «корни» происхождения этого вредителя, а заодно — и самих пчел. Шанс ей уцелеть зимой — лишь забраться куда-либо поближе к теплему клубу зимующих насекомых.

Моль чаще всего хоронится в складках верхнего утепления, где задерживается тепло дышащего населения улья. Есть у моли и «генетическое приспособление»: ее яички наклеиваются в личинки далеко не одновременно. Если пчеловод вынет осенью из улья медовые рамки и, внеся их в дом, забудет вновь посмотреть через 1—2 месяца, то его медовый запас может сильно уменьшиться: соты начнут подтекать, изъеденные как будто невесть откуда взявшимися гусеницами моли. На самом же деле все объясняется просто: выклюнулись личинки из «стратегического запаса» вида — яиц, которым было «предназначено» пережить долгую зиму или другое неблагоприятное время.

Летом у пчел идет непрерывная война с молью. Маленькие работницы постоянно «патрулируют» необсуживаемые ими соты, которые могут оказаться в просторных старых гнездах, и немедленно выбрасывают любую появившуюся на свет личинку. Лишь брошенные гнезда да оставленные небрежным пчеловодом соты — обильная пожива для вездесущей моли.

Уникальная способность восковой моли — расщеплять и усваивать эфиры воска и другие его «неудобоваримые» компоненты заинтересовала ученых, которые стремятся выделить из тела гусеницы ферменты, ответственные за расщепление этих веществ. Цель исследований — найти новое средство для борьбы с туберкулезной палочкой, которая имеет плотную воскообразную оболочку, трудно преодолимую для большинства лекарств и антител человека. Так, враг, вредитель может неожиданно подсказать верный ход в борьбе с коварной болезнью.

Для самих же пчел неизвестно, что лучше: не уничтожить моль их старые гнезда или гнезда больных, слабых семей, они стали бы пристанищем других, быть может, еще более стойких и опасных вредителей, и извечный цикл и ответ на вопрос «кто кого ест?» оборот бы именами многих участников. Образовались вновь две извечно враждующие и противоборствующие стороны: виды-производители, или «созидатели», и их антиподы — «разрушители», возвращающие «кирпичики» жизни — те или иные соединения — в новые фазы обновляющейся природы.

Разрушают соты не только гусеницы моли, но и другие организмы, например мыши. Если для моли соты — единственная пища и без них насекомое жить не может, то для мышей пчелиные гнезда не являются экологической нишей и появление в улье длиннохвостых припелельцев совершенно «противозаконно». Пчелы, когда активность семьи не подавлена внешним холодом, безжалостны к мышам. Зажаливши вторженца насмерть, они не жалеют толстого слоя прополиса и замуровывают его так, чтобы ни одна молекула мышиных испарений не проникла в их гнезда.

Пчелы не переносят запаха мышей. И все же каждый год с наступлением морозов грызуны дерзают найти свое «счастье» в ульях.

Сам автор этих строк, почти три с половиной десятилетия пытающийся каждое лето склонить колеблющиеся чаши весов природы в сторону процветания собственных подопечных — семей пчел — и их обильных взятков, не раз бывал наказан за свои ошибки этими грызунами.

Коченеющая уже при 10 градусах тепла стража улья с каждым новым осенним днем все дальше отступает в глубины гнезда, пока, наконец, после очередных схваченных инеем морозных ночей и пепрогретых солнцем дней не покидает охраняемую зону, присоединившись к теплему уютному клубу семьи.

Если бы семье не докучали излишними осмотрами, всяческими перетрясками и переформированиями, не пересаживали бы ее в другие, «более совершенные ульи» и пчеловод не выскребал бы все наросты прополиса, максимально увеличивая свой доход, а затем, собрав и мед, не забывал бы надеть на леток специальный заградитель, то семье нечего было бы опасаться визита юрких четвероногих.

Леток такой «незамученной» человеческой активностью семьи бывает настолько сужен толстыми перемычками прополиса, что мышам трудно проделать себе удобный лаз, их острые зубы вязнут в этом веществе, и они предпочитают искать пищу и приют в другом месте.

Однако современному пчеловоду почему-то трудно удержаться от соблазна внести «коренные улучшения» в приемы содержания пчел, и зимние визиты мышей одними из первых подвергают испытанию на качество техническую сторону этих усовершенствований.

Улей, стоящий близко к земле, мышь «штурмует» через леток, но, не одолев его, может прогрызть подпревшую стенку сбоку. Если на летках нет специальных заградителей, она влезет через летковую щель. В улей, поставленный на зимовку в омшаник или утепленное помещение и не защищенный с потолка сеткой либо плотной крышкой, мыши проникают сверху.

Зимой грызуны находят в ульях самые благоприятные условия: там тепло, умеренно сухо, из утепления можно устроить уютные гнезда на зависть соплеменникам, вынужденным обходиться холодными земельными норками. Пищи в достатке: можно поедать падающих и застывающих на дне улья пчел. Мыши не усваивают воск сотов, но в сотах встречается очень желанный для них корм — пыльца растений, богатая белком и витаминами. Утрамбованная и сдобренная медом, она хранится разноцветными ароматными столбиками в тех же сотах. В поисках перги и меда мыши не только сильно

изгрызают соты, но и разрушают свежестроенные белые соты, заведомо для них бесполезные.

К моменту весеннего освобождения пчел от многомесячного затворничества улей, подвергшийся нападению или вселению мышей, представляет собой печальное зрелище. Большинство семей вообще погибают, обеспокоенные возней и запахом мышьиной пары и ее потомства.

Наиболее сильные семьи могут и выжить, но во что превратится их прежде изящное строение! Полведра восковой трухи, перемешанной с остатками утепления, мышьиной шерстью, их калом, обглоданными трупиками пчел, придется удалить пчеловоду, чтобы дать семье шанс восстановить свои порядки.

Мыши забираются не только в ульи, где пережидают зиму и размножаются, но и в склад инвентаря. Они могут лишиться пчеловода всего его воскового запаса, если проникнут в хранилище сотовых рамок.

С мышами и у пчеловода, и у пчел идет вечная и бескомпромиссная война. Жалобы же отдельных пчеловодов на ущерб, наносимый пасеке мышами, не делают ям чести: предотвратит разрушительные рейды грызунов вполне по силам грамотному и своевременно заботящемуся о своих пчелах хозяину.

ЗИМНЯЯ УПАКОВКА ПЧЕЛИНОГО РОЯ

Просчет начинающего пчеловода. — Куда «плыть» пчелиному клубу? — Ошибка службы информации. — Почему молчит центр? — Пчеловод в роли капитана.

Рассказывая о воске, его свойствах и опасностях, подстерегающих восковые постройки улья, нельзя не упомянуть еще об одной важной функции сотов, ведь они помогают пчелам противостоять зимним холодам.

Начинающий пчеловод, оставляя своих подопечных зимовать на летних стоянках, обычно очень их жалеет. Он тщательно укутывает ульи ватой, паклей, мхом, предельно сужает летки, конопатит каждую трещину. Весной же бывает совершенно обескуражен, вскрыв безжизненное гнездо, все в подтеках влаги и пятнах плесени.

Пчелам такая заботливость пчеловода, оказывается, вовсе не нужна. Более того, именно она зачастую ведет семью к гибели. У зимующих пчел совсем иной принцип защиты от холода, чем у человека. Будучи холоднокровными животными, они крайне экономно расходуют энергию, вырабатываемую в их теле. Обогревать зимой все внутреннее пространство улья, как поступает человек в своем жилище, — непозволительная, да и ненужная роскошь для семьи. У пчел очень жесткий лимит расходования корма: около 0,5 грамма меда на каждую особь на всю зиму. Превышение его грозит опасным переполнением неусвоенными остатками толстой кишки и болезнями.

Пчелы, когда температура внешнего воздуха понижается ниже 10—12 градусов, теряют активность, сжимаются в плотный клуб, заполняя в пустые ячейки сотов и пространство между рамками, то есть оказываются в ситуации, которую еще 300 лет тому назад остроумно проанализировал Иоганн Кеплер. Действительно, заполнив все ячейки и свободные места между соседними сотами, пчелы как бы упаковываются в гигантскую кристаллическую решетку, правда, общий вид такого «кристалла» имеет сферические очертания. Одно из свойств подобного рода пространственной упаковки, как мы уже видели на примере молекул, — максимальная защищенность заключенного в нее вещества от воздействий агрессивной внешней среды.

Однако аналогия здесь очень относительная: внутри живая кристаллоподобная структура разрыхлена, в ней всегда сохраняется зона с повышенной (около

25 градусов) температурой, и лишь в самом центре ее есть участок с еще более высокой — в пределах 35 градусов, то есть летней температурой.

Этот тепловой центр зимующего клуба имеет совершенно особое значение в жизни семьи. Причем другой ее «центр» — генетический (матка) совершенно обязательно совпадает с первым. Матка может находиться в течение всей зимовки как в прогретой зоне, так и в некотором отдалении от нее, однако ближе к окончанию пассивного зимнего периода матка всегда оказывается в наиболее прогретой зоне.

Пчелы зимующего клуба понемногу выедают близлежащие ячейки с кормом. Пустота ячеек вынуждает насекомых смещаться в сторону следующего ряда медового пояса. Таким образом, клуб зимующих пчел представляет собой подвижное сплюснутое в ту или иную сторону шарообразное тело, которое медленно скользит по медовым сотам по мере того, как они освобождаются от летних запасов.

Для успеха зимовки необходима правильная организация внутриульевого пространства, чтобы «скольжение» шло в направлении наибольших складов меда. Немаловажное значение имеет также система отвода выдыхаемых пчелами паров воды и, разумеется, защита улья от чрезмерного переохлаждения.

Из-за неправильного расположения медовых запасов клуб пчел, всегда перемещающийся в сторону теплого места, может сместиться в безмедную часть улья и погибнуть от холода, хотя в другом конце гнезда и находилась целая кладовая меда.

Такая гибель, к сожалению, нередко случается на наших северных пасеках, но именно она представляет особенно странной.

Почему семья пчел зимой может делать такие роковые ошибки? Ведь если в ней действительно копятся запасы, но как-то удается «дотянуть» до первого весеннего тепла, проблема с поиском резерва немедленно

но отпадает: пчелы не только обнаружат медовый сот у себя в гнезде, но и проявят поразительную активность вне улья, выискивая любой спасительный источник сладкого.

Оповещение происходит **практически** мгновенно, и вот уже пчелы-фуражиры с завидной прилежностью нагружают себя тяжелыми ношами, заполняя кормом близлежащие к месту расположения клуба ячейки сотов. Зимой же семья порой «тупо» движется навстречу своей гибели, оставляя в противоположной стороне улья спасительный медовый остров. В этом есть что-то пугающее, как будто бы «интеллект» семьи временно покидает ее.

И это близко к истине. Зимой семья вынуждена жить как бы в полусне, используя «холод против холода» и «примораживая» с его помощью многие важнейшие функции, но оставляет включенным тот стереотип поведения, который позволяет ей выжить при минимальных затратах корма. Что же касается ее «интеллекта», или способности принимать и перерабатывать информацию, сообразуясь с видовыми программами, то он «свернут» практически до нуля.

Небольшой блуждающий очаг с повышенной температурой, где пчелы сохраняют активность, своеобразная «главная ставка», не питается оперативной информацией, поступающей с периферии. Семья как бы распадается на множество автономных центров, где каждый — отдельная особь. Тем не менее, единство сохраняется под действием безусловного регулятора — тепла. Добыть же тепло в нужном количестве пчела не может в одиночку. И эта полная зависимость от других в обеспечении жизненноспасительным **теплом** и обуславливает стройную логику ее поведения в морозное время.

Почему же в таком случае возникают ошибки? Ведь вся активность семьи летом так или иначе направлена на подготовку к успешному одолению самого трудного периода для семьи — зимовки. Именно плоды этой за-

ботливости попадают к нам на стол в виде ячеистых коврижек пчелиных сотов с медом и «хлебиной» — пергой. Неужто в семье возможны такие стратегические просчеты?

К сожалению, здесь, как и в случае многих других природных бедствий, приходится вспомнить человека, помогающего ошибаться природе, после чего он винит свои же жертвы в недостатке сообразительности.

Изобретя для собственного удобства улей, позволяющий ему, как заметил французский исследователь Реми Шовен, «вернее эксплуатировать пчел», человек был вынужден взять на себя и роль... капитана зимнего плавания пчелиного клуба! Этот новоиспеченный капитан, однако, то и дело разбивает медовый корабль пчелы о льдистые скалы зимовки.

Если мы обратимся к прежним рекомендациям, которые давались пчеловодам, еще не перешедшим на разборные ульи, и сравним с теперешними, то увидим большую разницу. Для успешного перезимовывания семьи в дуплянке, колоде и других естественно устроенных жилищах считалось достаточным меда 30—35 фунтов, или примерно 12—14 килограммов*. Сейчас это количество практически удвоено. И дело не только в том, что современный пчеловод окончательно осознал: большие запасы корма — величайшее благо для семьи, но и в том, что зимовка в естественно организованном медовом ложе надежнее.

Обычное жилище наших северных пчел, у которых особенно много забот с зимовкой, — дупло — всегда было удлиненным. Свои медовые запасы пчелы складывали только в верхней части гнезда, и зимой, когда клуб всей своей массой двигался снизу вверх, основные скопления корма оказывались на его пути. Хотя и не-

* См., в частности, в книге одного из основателей русского рационального пчеловодства А. М. Бултерова «Пчела, ее жизнь и главные правила толкового пчеловодства», СПб, 1887.

значительное выделяемое семьей тепло также сочилось вверх, ведя за собой медленно смещающихся пчел и прогревая контактирующие с надвигающимся валом насекомых ряды медовых ячеек. Все это надежно гарантировало бесперебойное снабжение кормом.

Таким образом, «интеллект» семьи на зимний период словно бы отпечатывался в максимально «продуманном» механизме, алгоритмах, учитывающих все тонкости и опасности в периоды, когда семья уже не будет в состоянии оперативно корректировать свои действия. Не так ли работает и «умная машина», в которой запечатлены знания и воля создавшего ее человека?

Об особенностях летнего поведения пчел, к сожалению для них, прекрасно осведомлен современный пчеловод. К концу медосбора он уверенно вскрывает верхнюю часть улья и находит там то, что искал — медовые запасы. Здесь уже на «летний интеллект» семьи накладывается воля и интеллект взявшего над ней опеку человека. Судьба запаса приобретает проблематичный характер: пчеловод не обнаруживает в себе желания оставлять слишком много продукции тем, кто ее изготовил. Если даже владелец пчел и преодолет соблазн отобрать чрезмерно большую долю меда, он несет полную ответственность за дезорганизацию кормовых запасов. Теперь ему придется самому формировать зимнее ложе семьи.

Это проще и надежнее сделать в вертикальном улье, схожем с естественным жилищем пчел, и труднее — в продольном, или лежаке. Выручает наблюдение: если каждая рамка стандартных по ширине размеров, оставляемая в гнезде, будет иметь не менее 2 килограмма меда, то в любом месте при смещении клуба пчелы найдут себе достаточно корма на все зимнее время. Расчет основан на том, что в каждой улочке — пространстве между рамками — находится около 3 тысяч пчел, которые могут съесть за зиму лишь 1,5—2 килограмма меда (3000×0,5).

ТРОЙСТВЕННЫЕ УРАВНЕНИЯ ЗИМУЮЩЕЙ СЕМЬИ

Удивление жителей деревни Комаровки. — «Сухая» и «мокрая» печатка меда. — Эффект зимовки на воле.

Как бы то ни было, зима выводит пчеловоду объективную оценку за уровень его стратегического и оперативного искусства. Пока эти оценки еще далеки от наивысших. Известный американский исследователь К. Фаррар писал, что только пчеловодство с его громадной репродуцирующей способностью может преодолевать такие потери, наносимые зимовкой, которые не вынесли бы любые другие области животноводства (гибель 10 и более процентов наличного состава), правда, экономический ущерб от этого не становится меньшим.

Предоставленная сама себе семья, находящаяся в сравнительно благоприятных условиях по сбору корма, может до минимума свернуть службу информации на время зимних холодов и благополучно в своем «пчелином полусне» миновать самое тяжелое для себя время. Пчеловоду же, состязаящемуся за качество зимовки с вольноживущими пчелами, приходится со всей тщательностью осваивать роль кормчего многомесячного зимнего плавания пчелиной ладьи по застывшим от мороза медовым сотам.

И у меня, несмотря на немалый стаж пчеловодной практики, начатой с 10-летнего возраста, почти каждый год одна-две семьи не одолевают с моей квалифицированной «помощью» полугодовое испытание холодом.

Правда, семьи зимуют на местах своих летних стоянок, подвластные всем превратностям становящейся с каждым годом все более неустойчивой и малопредсказуемой погоды. Но дело не только в холоде, но и в не менее опасных «спротских» зимах. Анализ причин потерь показывает, что они почти всегда оказываются

так или **иначе** связанными с кооперативными особенностями современного улья.

Хотя пчеловоды и заметили, что пчелы лучше зимуют в вертикальных, так называемых многокорпусных ульях, более других приближающихся к естественному жилищу, но от неудач в зимовке не гарантируют и они: движущийся клуб пчел в этих случаях может разбиться, как корабль на рифах, достигнув просветов и пропусков между рамками, сгруппированными в разных корпусах. Действительно, семья, которая хорошо подготовлена к зиме, должна размещаться как минимум в двух стандартных корпусах, каждый из которых вмещает по 10 рамок. А что это значит? Если клуб пчел с осени расположился («сел») в нижней части улья, а ход зимовки сложился так, что в семье рано началось выращивание расплода, то пчелы, создав возле своих «колыбелек» очаг высокой температуры, уже не покинут их и не смогут одолеть безмедовый просвет между нижним и верхним корпусами, который равен примерно 3 сантиметрам. Сплошь и рядом гибнут семьи, оказавшиеся в таком положении, хотя верхний (или, наоборот, нижний) корпус при этом бывает полон меда.

Американские пчеловоды, разводящие у себя пчел южного происхождения — итальянских, которые как раз склонны к такому раннему возобновлению яйцекладки маток, выработали по рекомендации уже упоминавшегося К. Фаррара для предотвращения зимних потерь вовсе невиданную операцию. Они делают контрольный просмотр зимующих на воле семей в... середине зимы, несмотря на порой 15—20-градусные морозы! Смысл работы, ведущейся быстро, заключается в перестановке ряда центральных рамок гнезда, где сформировалась зона расплода, в верхний медовый корпус, из центра которого предварительно удаляют 2—4 сота. После такой операции часть клуба, оставшаяся внизу, соединяется с перенесенной вверх, и

семья, окруженная со всех сторон толстым медовым ложем, благополучно дозимовывает до весны.

Решившись в одну из тревожных зим на такую операцию со своими пчелами, я привлек внимание всех деревенских пчеловодов. Действительно, было чему удивиться: при морозе более 25 градусов пчелиные семьи подверглись хотя и быстрой, но основательной разборке.

Решительные действия вызвала не только необходимость в коррекции медового ложа, но и в изгнании... мышей, сумевших пробуровать ходы в 30-миллиметровых досках улья, оказавшегося вблизи земли (вина пчеловода — ульи надо ставить выше). Несколько десятков насекомых, неосторожно взлетевших по направлению к экспериментатору, быстро превратились в чернеющие точки на белоснежной скатерти паметанных вокруг ульев сугробов. Основная же часть семьи благоразумно держалась кучкой и после ревизии воссоединилась в одно целое, благодаря чему и дожила без потерь до всеобщего тепла и вольницы.

Русские пасечники, хорошо изучив характер своей «матушки-зимы», все же склонялись к проведению зимовки пчел в специально приспособленных помещениях — зимовниках, или, как их ранее называли, омшаниках. Обычно зимовники делали заглубленными в землю, вследствие чего в них удерживалась положительная температура (1—4 градуса). В этих условиях в гнездах не конденсировалась льдистая влага, а главное, был несколько активнее «интеллект» семьи, или служба информации; более высокая температура внутри улья создавала возможность оперативного оповещения одних пчел другими о складывающейся ситуации с медовыми запасами и даже — рейдами за ними, если клуб уже «сел» на «якорь» образовавшегося очага расплода.

В такой улей опаснее было вторгаться и мышам. Сильная семья уже могла постоять за себя, **зажалив**

животное, не отличающееся уважением к чужим границам.

В омшаниках (зимовниках) облегчено решение и другой важной проблемы зимовки: сведения к минимуму теплопотерь и расхода корма. Хотя семья способна выдерживать очень сильные морозы, доходящие до минус 45 градусов, зимовка на воле, безусловно, связана с повышенным расходом корма, увеличением физиологической нагрузки на организм пчелы и, следовательно, большим риском. В конечном счете, она требует более высокой квалификации пчеловода.

Конструкция плавающего пчелиного клуба, маршруты его движения и схема поведения по оптимальному учету всего комплекса требований чем-то напоминают нам идеальное «решение» пчелами задачи о наилучшей форме ячейки и ее компоновке в двусторонний сот.

В самом деле, отдельная пчела коченеет уже при плюс 8—10 градусах, зимующий же клуб ничем не укутан и не покрыт и, следовательно, есть пчелы, которые должны находиться в зоне гораздо более низких температур. Как этому наружному слою, который окружен воздухом, охлажденным на несколько десятков градусов ниже 0, удастся выжить? Задача, хотя и с обратным знаком, прямо-таки сродни тайне болгарских огнеходцев (нестинары), способных ходить босиком без вреда для себя по раскаленным углям.

Правда, у специально подготовленных людей контакт с материалом, резко отличающимся по температуре от тела, короток. Пчелиный же клуб может неделями и месяцами висеть, можно сказать «голым», без вреда для себя в столь охлажденной среде.

Анализ теплопотерь зимующего клуба указал на интересные детали. До $\frac{2}{3}$ потерь связаны с излучением, значительно меньше тепла теряется в результате теплопроводности, то есть при его отводе через окружающий клуб воздух и прилегающие к нему матерца-

лы утепления. Вот эти два потока дышащего теплом клуба и обогревают пчел «прифронтной зоны». Холод словно бы висит в некотором отдалении от живых пчел, не в силах преодолеть охранный коридор спасения.

И еще есть путь, по которому тепло уходит от клуба. Хотя он регулируемый, но его шлюзы порой могут оказывать решающее воздействие на ход зимовки. Это конвекция, активное перемешивание теплых и холодных слоев вследствие их разной плотности. Доля ее в общих потерях тепла становится большой при неумело устроенной вентиляции и расположении пасеки в месте, не защищенном от ветров.

Вот в этих «трех соснах» потерь и путается начинающий пчеловод, преисполненный заботы о своих подопечных. Он тщательно убирает с краев гнезда пустые, не обсиживаемые пчелами рамки. Эти боковые рамки почти всегда белые, что имеет важное значение. Темные соты сконцентрированы в середине гнезда, они потемнели от вывода в них личинок и, хотя стали менее красивы на вид, обрели очень важное свойство — стали лучше адсорбировать тепло, выделяемое плотно обсиживающими их пчелами. Убрал пустые рамки сбоку гнезда, пчеловод вместо них пододвигает вплотную к клубу утеплительный материал — подушки из ваты, пакли, мха, соломенные маты и т. д.

Все эти действия пчеловода при холодной зимовке на воле ставят пчел в трудное положение. Белые пустые соты крайних рамок уменьшали потери тепла по его главному каналу — через излучение: черное тело максимально адсорбирует тепло, но и максимально отдает его и, наоборот, белая поверхность меньше получает тепла и меньше его расходует.

С этим, вероятно, связана и выработанная у северных пчел способность закрывать созревший мед «сухой» печаткой, то есть так пристраивать восковую крышечку забруса над ячейкой с медом, чтобы сохранить небольшое пустое пространство между ней и со-

держимым ячейки. Полностью запечатанный таким путем мед удивительно красив, он весь белеет, поскольку крышечки делаются из свежесделанного воска. Так отбеливается поверхность даже старых темных сотов.

Южным пчелам свойственна «мокрая» печатка меда. Восковая крышечка у них наращивается вплотную к столбику меда в ячейке, весь сот в этом случае выглядит как бы слегка подмоченным, объясняя название, данное этому виду упаковки («мокрая» печатка, в отличие от «сухой» северных пчел).

Нетрудно во всем этом усмотреть и отражение целесообразности, повсюду свойственной столь оптимизированному сообществу. Белизна сотов северных пчел под стать белоснежному нательному белью человека уменьшает потери на излучение, повышая шанс на преодоление препятствий, воздвигаемых уж слишком серьезной экзаменаторшей — нашей зимой. Внутри же медового ложа кстати оказывается, наоборот, темный сот.

Итак, пчеловод, затемнив гнездо путем манипуляций с крайними рамками, придвинул к дышащему не только теплом, но и влагой клубу пчел пористый утеплительный материал. К чему это привело? Утеплитель быстро пропитывается парами влаги, которая конденсируется в нем, поскольку внешняя сторона холоднее внутренней. Теплопроводность воздуха, сосредоточенного вблизи клуба, от насыщения его парами воды резко возрастает. Чтобы скомпенсировать теплотери, пчелы начинают потреблять больше меда и, естественно, больше выделять паров воды. Избыток этой влаги, которую уже не может вобрать утеплитель, смерзается, возникает наледь, создавая настоящую морозильную камеру внутри самого улья.

Таким образом, пчеловод, борясь с морозом, свел ему удобное гнездо в непосредственной близости от застывших в недвижности своих питомцев. Специаль-

ные заботы по сбережению тепла достигли обратного результата.

Спасти такой переутепленный улей может лишь усиленная вентиляция, отводящая избыток выдыхаемых пчелами паров воды. Однако усиление вентиляции, убирая одно зло — избыточную влагу, вскармливает другое — увеличивает потери на упоминавшуюся нами конвекцию. Потери тепла могут быть очень большими, если в улье возможны сквозняки и он сам подвергается действию ветров.

В итоге важным оказывается не утепление как таковое, а защита клуба от сквозняков и ветра, поэтому при прочих равных условиях тщательно закутанный, но с хорошей вентиляцией улей, может оказаться в лучшем положении, чем неутепленный, если последний открыт ветру и в нем простор сквозным потокам.

Вот такие «тройственные» уравнения и приходится каждый год решать пчелам и их владельцам перед лицом беспристрастного судьи — нашей белоснежной и строгой красавицы-зимы. Пчелы в естественных условиях без вмешательства в их жизнь человека обычно прекрасно «решают» эти уравнения и зимуют в своих никем не утепленных гнездах с самым минимальным расходом кормов и потерями в «живой спле».

Несмотря на опасности, зимовка пчел на воле в созданных человеком рамочных ульях манит пчеловода надеждами на особое укрепление силы семей. Опытные пчеловоды знают, что семьи, успешно пережившие все превратности очередной зимы, каждый раз обнаруживающей новые грани своего «характера», оказываются более прилежными и работоспособными, чем «познежившиеся» в теплых омшаниках, и в итоге с лихвой компенсируют зимний перерасход меда. Возможно, и здесь сказываются еще плохо нами изученные эффекты накопления информации семьями пчел и в результате ее более четкое вписывание в биоритмы окружающей среды.

ВЫБОР ЖИЛИЩА

Удача стареющего дерева. — «Рассказы» танцовщиц и «размышления» под сенью листьев. — Плюсы и минусы естественного роения.

Есть еще один критический момент в жизни пчелиной семьи, который во многом определяет ее будущность. Речь идет о выборе нового жилища в период роения. Хотя пчелы могут заново отстроить свое сотовое хозяйство, общая форма гнезда, его вместимость и механическая прочность, дающая защиту от непогоды и вредителей, не подвластны их искусству, и рой ищет уже готовую полость для основания своего ячеистого «града».

Для пчел более благоприятно вытянутое вверх гнездо, которое облегчает им зимнее передвижение за съедаемым постепенно медом в сторону более теплой и обильной запасами зоны — верхних сотов. Если есть выбор, пчелы всегда предпочтут дупла толстых деревьев, причем не погибших, а живых. Это гарантирует пчелам долгожительство, а открытую «рану» растения — дупло — они «подлечат», обмуровав ее изнутри прополисом и тщательно удалив весь мусор — корм для всяких грибов, древоточцев и короедов.

Живое дерево облегчает пчелам существование в зимнее время, активно адсорбируя избыточную влагу через стенки дупла. Такое сожительство оказывается исключительно выгодным дереву еще и по другой, неожиданной выявленной причине. Семья пчел потребляет до 100 килограммов в год углеводистой и 20—25 килограммов белковой пищи. Как подсчитал сотрудник ВНИИ пчеловодства А. И. Гареев, при переваривании ее пчелами образуется до 20 килограммов каловых масс. В большинстве случаев пчелы сбрасывают их недалеко от улья, практически в пределах корневой системы большого дерева.

Не это ли одна из причин, почему вокруг пасеки формируется столь процветающий биоценоз? Пчелы не только опыляют растущие рядом цветковые растения, но и удобряют под ними почву, возвращая растениям часть органического вещества, а также минеральных солей, собранных с нектаром и пыльцой на гораздо большей территории. Здесь работницы улья в малом масштабе осуществляют тот перенос вещества, который впоследствии станет характернейшей чертой деятельности человека.

Так взаимовыгодно замыкается цепь химических отношений между пчелами и соседствующими с ними растениями, одно из которых дает им приют в недрах собственного тела.

Семья, где «вызревает» рой, еще задолго до его выхода начинает попки новго жилища. Пчелы-разведчицы, отряженные для этой цели, обнаружив подходящее место, немедленно устанавливают там стражу и «организуют» рабочую группу, которая начинает заниматься посильной очисткой будущего жилища.

Когда рой, наконец, покинет материнское гнездо, он не сразу улетит с пасеки, а покрутившись гудящим темным облаком над ее территорией, привьется свисающей гроздью где-либо на суку дерева, если, конечно, не угодит в заблаговременно поставленную пчеловодом ровню.

До двух часов, а порой и значительно дольше, рой «решает», куда ему лететь. Проблем не возникает, когда разведчицы обнаружат лишь одну подходящую для пчелиного жилья «квартиру»: повисев положенные 1,5—2 часа на ветви, рой снимается с места и спешит занять найденное жилье. Если разведчицы, несмотря на все старания, не обнаружат ничего достойного внимания, рой может отложить свой вылет до следующего дня, заночевав под открытым небом в таком подвешенном состоянии. Если «разведслужба» и на следующий день не добьется успеха, значит, жилищные ресурсы

местности на «нуле» и рою следует «откочевать» в соседний район, что он и делает. Пролетев определенное расстояние, рой вновь повисает плотной гроздью на какой-либо ветке кустарника, дерева или просто высокой траве, бурьяне, предоставляя разведчицам оценить новую территорию. В степной местности «сбежавшему» с пасеки рою «везет» редко, и он в поисках жилища превращается, как говорят пчеловоды, в «бродячий рой». Запасы меда, взятые с собой при вылете из материнского улья, вскоре кончаются, и рою на его временных стоянках приходится отряжать в поле не только разведчиц, пытающихся найти постоянную крышу над головой, но и обычных фуражиров для пополнения походного медового запаса. Знающие беды степных роев пчеловоды-любители порой идут им навстречу, но не в ущерб своим интересам: они выставляют на привлекательных для разведчиц местах (на высоких деревьях, вблизи чердачных перекрытий домов и т. д.) специальные ульи-ловушки в надежде вновь одомашнить заблудшие пчелиные семейства.

Проблемы совсем иного рода возникают в более «обустроенной» для пчел лесной и лесостепной местности. Здесь пчелы-разведчицы могут отличиться, сразу обнаружив несколько вполне приличных «квартир». Как быть в таком случае? Разделиться соответственно полученным от разведчиц «ордерам» и малыми группами занять каждую? Но такие действия не свойственны медоносным пчелам, тяготеющим к коллективной жизни. Есть и еще одна «деталь»: в обычном рое — лишь одна матка, поэтому исключено образование нескольких жизнеспособных групп. Правда, в рое может оказаться и несколько маток. Это случается с повторными роями — «вторяками» и «третьяками», а также со свалочными роями, возникающими в период так называемой роевой горячки, когда на всей пасеке резко обостряется инстинкт размножения. Рои одновременно выходят из нескольких ульев и, влекомые неодолимым

коллективизмом, прививаясь вместе, стягиваются в гигантские гроздья. Образуется свалочный рой с несколькими матками. Несмотря на избыточную «живую силу» и наличие нескольких «глав» семейств, свалочный рой тоже предпочитает сохранять единство и долгое время «размышляет» о будущем маршруте. Имея несколько «адресов», рой будет висеть до тех пор, пока в нем не сформируется единое «мнение» о наилучшем варианте.

Как это происходит?

Каждая пчела-разведчица ведет свой поиск в одиночку. Обнаружив подходящую для устройства гнезда полость, она спешит к рою передать полученные ею сведения. Соплеменницы, терпеливо висающие темной конусообразной гроздью под сенью зеленого дерева, с большим вниманием воспринимают передаваемую им информацию, читая «язык» ее... вихревого танца. О нем мы уже писали, когда рассказывали, как разведчицы ориентируют других сборщиц на найденный источник пищи. Ситуация здесь похожая, но объект поиска иной.

Итак, в «танце-рассказе» удачливой разведчицы точно указывается направление и расстояние до заслуживающего внимания места. Те пчелы, которых беспокоит будущее зародившейся семьи, получив «адрес», желают убедиться в качестве жилища сами и немедленно отправляются по указанному маршруту. В другом секторе повисшей роевой грозди пчелы могут «внимать рассказу» очередной разведчицы, на языке танца «расхваливающей» найденный ею дом.

И вот пчелы, увлекаемые «рассказами» первооткрывательниц, то и дело отправляются на «дообследование» предлагаемых вариантов, поскольку любой рассказ, как бы он ни был выразителен, может передать лишь часть конкретных деталей. А именно они-то и определяют качество «коробки» для гнезда. Требования к нему у пчел многообразны. Гнездо должно находить-

ся на хорошо проветриваемом месте, но не на сквозняке, умеренно освещаться солнцем, располагаться выше от земли и не иметь **неприятных** запахов. Для пчел желательно, чтобы поблизости был источник воды, а будущий **пчелиный** дом размещался бы в стороне от крупных муравейников и других докучающих соседств, а в наш индустриальный век, возможно, подальше и от крупных промышленных предприятий.

И все это бездомной семье необходимо учесть и поскорее сделать свой выбор. Выручает пчел их «общественная психология»: у танцующих разведчиц нет «сверхубежденности» в том, что найденное ими место — наилучшее, они легко могут плениться рассказами других удачливых знатоков окрестностей. В таком случае «заколебавшаяся» пчела отвлечется от рекламы найденной ею «квартиры» и заинтересуется качествами другой. Если «квартира-претендент» произведет на нее лучшее впечатление, она изменит первоначальную «точку зрения» и по возвращении сама начнет указывать координаты нового жилища. Так постепенно рассасываются группы пчел, привлеченные к менее удачным вариантам, и когда все танцующие пчелы будут указывать лишь одно направление, «борьба мнений» в рое, можно считать, счастливо завершилась, выбран устраивающий всех вариант. Рой, предводительствуемый десятками и сотнями своих сведущих работниц, взмывает в воздух и «ложится на крыло». Он еще покружит над пасекой, дожидаясь, когда все «свои» присоединятся к прощальным кругам, но затем враз растянется мерцающей темными точками полосой, по кратчайшему пути устремляясь к выбранному на своем демократичном «форуме» жилищу.

Это может быть дупло, брошенный незаселенный улей, ловушка, хитро пристроенная пчеловодом на разлапистых ветвях старого дерева, пустота чердачного перекрытия, расщелина скалы и т. д. — все зависит от «жилищных условий» местности.

Прибыв к месту назначения и облепив стенки нового жилья, пчелы за считанные минуты войдут в него, где вскоре сформируют параллельные грозди. Подняв нужную для **восковыделения** температуру (чуть выше 35 градусов), они вскоре застроят гнездо сотами, выкинут сор, проконопатят трещины прополисом и им же сократят до обычных размеров входное отверстие, которое после этого уже станет летком — пчелиными воротами в создаваемое ими восковое царство.

Пчелиный дом готов. Выставив чуткую стражу для охраны его от незваных гостей, семья готова отдать всю свою энергию для решения других очередных задач, которые ставит перед ней быстро меняющаяся обстановка в окружающей среде, и главная среди них — **своевременная** подготовка к надвигающейся зиме.

Как пчеловод относится к роению?

Для самих пчел роение — праздничная пора, волнующие мгновения торжества их вида, посылающего в «жизнь» еще один сбалансированный, полный энергии отряд своего стойкого и инициативного племени. Человеку же, поставившему целью извлечь из жизнедеятельности этих насекомых как можно больше пользы, приходится жертвовать красотой стихии. Карл Фриш, знаменитый «языковед» пчел, по этому поводу с грустью заметил: «Человеку, действительно, есть чему поучиться у пчел. Но вместо того, чтобы посмотреть, **как** они, к всеобщему удовольствию, согласовывают различные мнения, он собирает рой в роевню, разрушая в своих интересах естественный ход событий».

И все же Фриш коснулся далеко не худшего для пчел варианта: пчеловод позволил семье отроиться, пройдя все этапы естественного процесса, он не стал ее насильственно делить с целью так называемого искусственного роения, к которому вынужден прибегать пчеловод крупной промышленной пасеки, и его можно **повясть**: нагрузка здесь на пчеловода очень велика — от одной до 2—3 и более сотен ульев. Уследить в этих

условиях за выскакивающими одновременно из многих ульев роями, собирать и вселять их в новые жилища — ульи, проверять, чтобы каждая семья не роилась вторично, объединять изроенные семьи к медосбору и т. д. — невозможно. Кроме того, методы использования роевой свободы, хотя среди них есть очень эффективные, требуют индивидуального подхода к семьям, что неосуществимо на крупных пасеках.

И все же пчеловод, вынужденный жестко контролировать роение, позволяет части семей, причем лучшей, пережить все фазы роевого состояния. Причина, как мы уже можем догадаться, опять-таки сугубо прагматическая: вывести высококачественных маток. В роевую пору пчелы не скупятся ни на личиночный корм — маточное молочко, ни на внимание к тем, из которых «разовьются» главы вновь образуемых и обновляемых семейств, ибо высокаяйценоская матка — основа благополучия любой семьи.

Меда на современных пасеках, где применяют рациональную технологию, конечно, стало больше, но ушло и очарование былой пчелиной свободы. Истинный пчеловод поэтому не скроет радости, если какая-либо семья ускользнет из цепких оков промышленной технологии и рой с победоносным звенящим ликованием устремится к желанной свободе. Пчеловод не будет спешить, он даст рою спокойно усесться на-облюбованном им месте и позволит какое-то время «поразмышлять» о будущем, решая «квартирные проблемы». А потом, выждав **безопасный** срок, он явится к пчелам с наиболее деловым, но и окончательным предложением — переселиться в прекрасно оборудованный, снабженный всем необходимым улей. Пчелы, понимая толк в жилище, не станут противиться, когда хозяин сыплет живую гроздь с роевни или прямо с ветви дерева в столь продуманно устроенное помещение, и тут же примутся за работу — строить FT очищать соты и наводить порядок в других своих неотложных делах.



ПИЩА ПЧЕЛ

ДИАЛЕКТИКА МЕДОСБОРА

Щедрость нектарного поля. — Арифметика пчелиного полета. — Капризы нектарников и тайна гормонов меда.

Человек, в повседневной жизни далекий от пчеловодства, пожалуй, и представить себе не сможет, сколь значительна материальная база, связывающая пчел с их кормильцами-растениями.

Пищевые потребности семья обеспечивает за счет пыльцы и нектара. Учет ее расходов показывает, что лишь на свои нужды она

затрачивает за сезон до 80 килограммов меда и около 20 килограммов пыльцы, по старому счету — 6 пудов самой высококачественной пищи! Причем в этот реестр не входят те 18—20 килограммов меда, что семья припасает на время зимних холодов и «отдает» (не меньшее количество) пчеловоду, жаждущему вознаграждения за свои труды.

Способна ли местность дать пчелам такое количество дефицитной продукции? Ведь на одном участке иногда скапливаются сотни ульев, а пчелы-сборщицы находят «неэкономичным» летать на расстояние более 2—3 километров. Кроме того, нам нельзя не учитывать и интересы других насекомых: нектар и пыльца служат пищей еще не менее чем 20 тысячам видов.

Экспериментальные оценки нектаропродуктивности растений-медоносов дают неожиданно внушительные цифры (табл. 1). Поскольку пчелы относятся к живот-

1. Медопродуктивность основных нектароносных растений

(килограммов с 1 гектара)

Акация белая	500-1500	Люцерна (без полива)	25—50
Вишня	30—40	Люцерна (на поливе)	200—300
Гречиха	50-150	Малина лесная	150—200
Крапива глухая	100—150	Бахчевые	20—40
Донник белый	300—500	Подсолнечник	30—60
Ива	100—150	Фацелия	500—1000
Кипрей	350—500	Хлопчатник	50—80
Клевер белый	75—100	Шалфей	400—600
Клевер красный	5—30*	Эспарцет	400—500
Липа мелколистная	600—1000	Яблоня	20—30

Нектар, доступный пчелам.

ным, оценим продуктивность пчелиных угодий, как принято в животноводстве, в расчете на 100 гектаров пашни. Если использовать эту землю для производства основного вида мяса — говядины, то в хороших хозяйствах можно получить 35—45 тоны продукции, а в расчете на содержание полезных веществ (белок и

жир) — 10—12 тонн. Однако те же 100 гектаров пашни, засеянных такими растениями-нектароносами, как белый донник, эспарцет или фацелия, могут выделить 50 тонн и более сладкой продукции, в которой сухого вещества будет около 25 тонн! И это не считая пыльцы, а ее с той же площади можно получить 2—3 тонны.

Если не углубляться в химические различия продуктов (мясо — преимущественно белок, нектар — углеводы), можно видеть, сколь значителен в живой природе поток вещества, участвующего в обмене между растениями и насекомыми.

Причем те пять и более центнеров нектара, которые выделяет гектар фацелии или донника, по содержанию органического вещества превосходят всю семенную часть их урожая. Солидная доля от создаваемой растением биомассы приходится на нектар и у других энтомофильных растений: клевера, люцерны, гречихи, хлопчатника, кориандра и т. д.

Мы привыкли видеть в природе лишь целесообразные связи и поэтому можем предположить, что растение не зря столь щедро оплачивает работу насекомых-опылителей. Действительно, полет пчел от улья к растениям-медоносам, постоянные их взлеты и посадки требуют очень больших расходов энергии. Растение, прямо заинтересованное в опылении, эти расходы вынуждено брать на себя. Каковы цифры таких отношений? Пчела, транспортируя свою медовую ношу по воздуху, вынуждена совершать до 400 взмахов крыльями ежесекундно. Чтобы обеспечить энергией столь интенсивно работающий летательный аппарат, насекомое расходует на километр полета около 2 миллиграммов меда. Обычный нектарный рейс полевой труженицы длится около часа, а рабочий радиус ее полета равен в среднем 2 километрам. Если она за это время налетает 5 километров, то расход меда составит, следовательно, около 10 миллиграммов. Средняя загрузка зобика пчелы, возвращающейся со взятка, равна 25—

30 миллиграммов. Получается, что «пчелиный бензин», то есть тот же нектар либо готовый продукт — мед, «съедает» значительную часть извлекаемой пчелой «дотации» на опыление, и эти расходы составляют почти половину той сотни килограммов, которые пчелиная семья ежегодно высасывает с нектарных раздолий. Следовательно, растение, выделяющее мало нектара, пчелам в союзники не подойдет: внутренняя «экономика» улья не позволит его фуражирам посещать цветы «прижимистого» растения, и оно лишится всех эволюционных благ перекрестного опыления.

И растения приспособились к запросам своих маленьких партнеров — опылителей. Щедра и избыточна цветочная флора, в благодатный летний день насыщающая воздух ароматом переполненных нектарников и рассыпавшихся на тычинках разноцветных зернышек пыльцы.

Пчелы не довольствуются пассивной ролью «дары привимающих». Наблюдательные пчеловоды заметили, что в некоторые годы их подопечные способны собрать много меда и с относительно небольшой площади медоносов, например, зарослей глухой крапивы либо пустырника. Экспериментальные же данные показывают, что нектаропродуктивность каждого растения колеблется в ограниченных пределах и не может обеспечить такие взятки. Здесь важно отметить, что исследователи получали нектар искусственными методами: при помощи тонких стеклянных трубочек-капилляров или смыва нектарной капли большим количеством воды. Факты практической медособирательной деятельности пчел говорят, однако, о том, что нежный и чуткий орган растения — цветок — более отзывчив на хоботок насекомого.

Опыты члена-корреспондента АН СССР А. Н. Мельниченко, проведенные еще в 30-е годы, показали, что при многократном посещении пчелами одних и тех же растений их нектаропродуктивность увеличивается в

1,5—2 раза и более. Получается своего рода эффект «живого колодца» — чем больше вычерпываешь, тем больше прибывает.

Нектарная щедрость растений становится особенно зримой, когда сталкиваешься с фактами содержания очень большого числа семей на одном «точке» (месте, где находится пасека). Описаны случаи, когда пасечники сосредоточивали на одном участке по 500 и более семей. Американский пчеловод Александер, ставший в начале века широко известным благодаря изобретению им метода пчеловождения, держал свою пасеку из 750 ульев на одной площадке. Еще большие пасеки имели русские пасечники, занимавшиеся промышленной добычей меда и воска в средней полосе. Кажется невероятным, что окружающая местность может прокормить такое количество «едоков» меда, ведь каждые 10 семей должны выдоить для поддержания своей жизни из растений, находящихся в пределах 2—3 километров, не менее тонны меда!

У того же Александера один гектар окружающих пасеку угодий, а всего примерно 1200 гектаров, должен был давать более 60 килограммов чистого меда, а нектара, следовательно, из-за содержащейся в нем влаги — почти в 2 раза больше. На этой же территории кормились нектаром и тысячи других видов насекомых, часть его вообще пропадала зря, например из-за плохой погоды.

Дать же с учетом этих неизбежных потерь с одного гектара 150 п более килограммов нектара не всегда под силу и хорошему медоносу. Яблоневые и вишневые сады выделяют этой сладости раз в 5 меньше, если довериться сведениям, полученным при помощи стеклянной капиллярной трубки. Где уж тут быть доходной пасеке? Человек-то не отводит всю землю под посев медоносов-рекордистов и большую часть ее занимает совсем другими культурами. И тем не менее доходы у пасечников были.

По сообщению Александера, он отбирал более 40 килограммов товарного меда с каждого улья, следовательно, одна семья собирала не менее 2,5 центнера нектара.

Мы, конечно, должны принять во внимание, что на угодьях, посещаемых пчелами за период активного сезона, последовательно цветут несколько медоносов, которые и дадут им возможность выполнить свой «план» — собрать нужный центнер Сахаров.

Однако и это обстоятельство не объясняет расхождения между теорией и практикой, поскольку естественным лугам, где мог бы установиться такой медовый конвейер, вообще дают цвести до скашивания лишь несколько дней, а на пашне выращивается за сезон самое большее две культуры и уж одна из них, а обычно обе, всегда оказываются немедоносными. Сорняки же, часто щедрые на нектар, человек тщательно удаляет гербицидами и пропахиванием.

В таком случае нам ничего не остается, как пересмотреть два основных параметра, которые легли в основу наших расчетов при оценке кормовой базы пчел. Придется допустить, что радиус полета пчел-фуражиров значительно больше принятого, либо потенциал нектарной мощи медоносов сильно занижен.

Пчела, конечно, может летать намного дольше 2—3 километров, но при условии... постоянного ее обеспечения «топливом», то есть сахаром из расчета примерно 2 миллиграмма на каждый километр пути. Если пчела вынуждена взять курс за взятком, расположенным за 4 километра, то ей с собой придется прихватить как минимум 8—10 миллиграммов его эквивалента — меда, причем при условии, что на обратный путь она «дозаправится» нектаром на месте. Никто этого не гарантирует, так как у **растений-медоносов** «характер» **не** очень ровный и они сплошь и рядом резко прекращают выделение нектара и не всегда по понятным, по видимому, и для пчел причинам. Пчела, взявшая меда

«в обрез», поэтому рискует не возвратиться с поля. Таким образом, ее страховочный фонд при 4-километровом полете — 20 миллиграммов, но это и средняя загрузка медового зобика. Выходит, «за морем телушка — полушка, да рубль — перевоз». При 4-километровых рейсах в один конец пчела летает уже «вхолостую»: **сколько** забирает, столько и вносит, не считая конечно, издержек на собственную амортизацию.

Известно, что у семей, которых не отличающийся щедростью пчеловод держит на голодном пайке, отход пчел по этой причине бывает весьма значительным. Семьи, хорошо обеспеченные медом, спокойно дожидаются благоприятной погоды и цветения близко расположенных медоносов. Пчелы же обездоленных вниманием пчеловода семей вынуждены совершать **рискованные** рейсы, метя своими замершими телами дальние пути поисков корма.

Реальная загрузка зобика, с которой пчела-фуражир из нормальной, обеспеченной кормом семьи устремляется в поле, обычно составляет 10 миллиграммов. При таком запасе «топлива» она сравнительно **безопасно** «накручивает» свой километраж и, **возвратившись** с 20—30 миллиграммами нектара, оправдывает расходы на полет.

Ситуация, однако, может резко измениться, если пчелы-разведчицы обнаружат хотя и далекий, но обильный источник взятка. В этом случае пчела **нагружается** больше — берет в обратный путь 40—50 и более миллиграммов нектара. Расчетная экономическая основа здесь прежняя: взлет тяжелеющей от цветка к цветку пчелы должен быть энергетически оправдан, а свою работу ей необходимо выполнить в критические сроки, отведенные на каждый рейс (около **одного часа**). Миниатюрный живой нектаровоз — пчела — **справится** с задачей, если нектарники цветка достаточно **щедры** и доля Сахаров в их каплях высока. Вот и **получается**, что масса зобика у возвращающейся со **взят**

ком пчелы почти прямо пропорциональна интенсивности нектаровыделения. Опытный пчеловод довольно уверенно определит силу взятка «на глазок» — по степени наклона возвращающихся сборщиц перед их посадкой на прилетную доску и по более ориентированной на удачное приземление траектории полета.

На практике, особенно в местности с открытым рельефом, где пчелы летают подальше, медосбор с отдаленных от пасеки участков — довольно обычное явление, но при условии, что те угодья резко превосходят по продуктивности близкорасположенные.

С таким случаем автор, например, столкнулся в 1975 году. На редкость жаркое и сухое лето иссушило тогда цветы медоносов, запасы меда, оставленные в ульях, быстро таяли, а надежд на медосбор, хотя близился конец июня, становилось все меньше. Вот тут и выручила большая сила семей и отлично налаженная в них служба информации: в один из дней с 2—3 часов пополудни пчелы начали возвращаться в «утяжеленной позе» и «волнами» — верный признак приноса нектара с отдаленных участков. Подлетая к улью, они словно бы зависали перед передней стенкой, а потом, обессиленные, падали на прилетные доски. Вечерами пчелы-вентиляторщицы, выстроившись в стройные ряды, поднимали глухой шум, оповещая пчеловода, что начался долгожданный период медовой горячки.

Подождав 2—3 дня (беспокоить пчел следует как можно реже), я открыл ульи: все верхние соты «забелели» от свежесделанного воска, а рамки резко потяжелели. Тревога пчеловода рассеялась: маленькие разведчицы и на этот раз нашли обильную медовую кладь, подтвердив свою «высокую квалификацию».

Что это было за растение, где оно находилось и почему сумело противостоять губительной сухости?

Я решил проследить за географией полета фуражиров. Выявить секрет оказалось совсем не трудно: в направлении полета пчел за 4 километра от пасеки на

100 гектарах расположился массив озимой пшеницы. Ее вечный спутник — стелющийся красавец василек, не очень угнетая «хозяйина поля», сумел выдержать натиск суховея и обильно снабжал медосборщиц чудесным золотистым нектаром: каждая семья сумела собрать по 30 килограммов товарного меда и по 25 килограммов было оставлено на зиму.

Описанный случай, когда пасека воспользовалась источником, принадлежащим территории «соседей», может, однако, не сработать, если вся местность плотно насыщена пчелами. И тем не менее многие крупные пасеки, сосредоточившись в одном месте, вполне благоденствуют.

Приходится признать, что мы недооцениваем растение, и его возможности заметно выше того уровня, который позволяют определить разработанные к настоящему времени методы.

Все они инструментальные, механические, а мы уже упоминали опыты А. Н. Мельниченко, показавшего, что для нектарников растения безразлично, кто, чем и как его «доит». В случае же «правильного» подхода он превращается в своего рода «живой колодец», беспрерывно восполняемый нектаром по мере того, как его опустошает очередная сборщица сладкой податли. Есть основания думать, что пчелы владеют этим «правильным подходом».

Но в чем же заключается таинство мимолетного контакта насекомого с растением?

При проведении исследований меда в Институте биорганической химии имени М. М. Шемякина АН СССР мне и моим коллегам удалось обнаружить факты, которые, кажется, приоткрывают «химическую дверь» в эту тайну. Мы идентифицировали в меде значительное количество ауксина — одного из гормонов высших растений.

Ауксина в меде оказалось гораздо больше, чем обычно содержат растительные ткани. Возникла мысль,

а не добавляют ли его в нектарник пчелы, стимулируя нектаровыделение?

Такого рода факты украшают «биографию» общественных насекомых, и мы еще встретимся с ними, когда коснемся проблемы организации питания в семьях этих сообществ. Так, муравьи-листорезы из рода агта добавляют тот же ауксин в грядки культивируемых ими... грибов, на которых основано все их питание. Так они существенно повышают продуктивность своих плантаций.

Тем не менее, в такой интерпретации описанных фактов проглядывает излишний химиоцентризм, то есть сведение сложного механизма регуляции биологической системы на уровень действия отдельного вещества. Вещество, конечно, — **непременный** участник этих процессов, но в качестве носителя конкретной активности оно может появляться лишь во втором акте разворачивающихся событий, в то время как в первом преобладает информационный контакт. Контакт, **разумеется**, также осуществляется через вещество — различные формы его колебаний и реакций, но в этом случае оно действует не **индивидуально** — в форме одного типа молекул, а кооперативно — через сложные ансамбли разных молекул, организованных в структуру рецептора, воспринимающего и передающего информацию.

Итак, растение, зафиксировав через систему **подобных** рецепторов визит нужного насекомого, закрепляет его поведенческую реакцию, включая систему дополнительного нектаровыделения, то есть ведет себя не хуже, чем опытный дрессировщик животных. Вот тогда и появляются различные химические посылные — гормоны, в том числе и найденный нами ауксин.

Очень сложны и многообразны реакции растений на внешнюю среду и, соответственно, пути восприятия и переработки ими идущей из нее информации. Изучены они еще в очень малой степени.

РАСТЕНИЯ ПРИНИМАЮТ ВЫЗОВ

«Семь кругов ада» для бегущих и прыгающих. — «Благородный» шалфей и «безнравственная» орхидея.

• Растение мы привыкли видеть в жертвенной роли, однако в ряде случаев оно способно поспорить с животным на его территории, то есть на поведенческом уровне. Упомянем лишь несколько фактов. Среди сотен тысяч видов флоры есть необычная группа растений, которые ведут такой же паразитический образ жизни, как и животные, но отличаются от них тем, что употребляют в пищу не себе подобных, а... животных!

Как действуют эти нарушители общего **порядка**, растения — ловцы животных?

Рассказы о дереве-людоеде, растущем на Мадагаскаре, оказались **лишенными** всякого основания, эти молчаливые хищники выбирают своими жертвами более мелкие создания: насекомых, некрупных земноводных, червей. Они не гонятся за ними; животные сами попадают в хитроумные ловушки. Методы заманивания и «фиксации» пойманного — самые разнообразные. Чарлз Дарвин одним из первых описал образ жизни такого «монстра» природы — хищной тропической росянки.

Листья росянки усеяны липкими шупальцами. На кончиках этих волосков висят бесцветные капельки **бисеринки**, влекущие насекомых желанным ароматом нектара. Насекомому неизвестно, что его ждет химическая западня — лишь только оно коснется этих предательских капелек, как тут же намертво приклеивается. К попавшему в химические «объятия» смол телу начинают тянуться другие шупальца, которые его окончательно придавливают к листу. К обездвиженному и убитому насекомому вскоре начинают прибывать, как мы уже можем догадаться, «специалисты» по разборке **макроорганизма** на молекулярном уровне —

«биороботы»-ферменты. Они организуют четко функционирующий химический конвейер, разбирая высокоорганизованный организм на составляющие его части: аминокислоты, молекулы жирных кислот, азотистых оснований и т. д. После того, как он сведен на уровень молекул-«кирпичиков», организм-хозяин, имея такой набор всех элементов живого, может вылепить химический узор своих растущих либо обновляемых тканей. Часть молекул при этом вообще «пускается на ветер», то есть окисляется при помощи кислорода воздуха и ферментных систем до углекислого газа и воды, снабжая организм хищного растения энергией для продолжения подобной практики.

Чарлз Дарвин нашел, что росянка не отказывается от других видов животной пищи — кусочков мяса и яичного белка, в полной мере обнаруживая свой хищнический потребительский нрав. «Изобретенную» росянкой еще задолго до того, как человек придумал липкую бумагу, ловушку для мелкой живности использует местное население тех районов, где распространено растение-хищник (Португалия, Марокко). Природная «липучка» хорошо очищает жилые помещения от назойливых мух.

Житель болот, бедных питательными веществами, — жабрынка — тоже ловит насекомых выделениями листовых желез, но затем свертывает лист, закатывая в него собою жертву. Остальное, как говорится, «дело техники» и идет по единому для всех организмов сценарию пищеварения.

Обитательница влажных районов Западного полушария — сараценя имеет удивительную «урну», которая образуется из оснований ее листьев. Уловительный сосуд заполнен водянистой жидкостью, назначение которой для любого неосторожного насекомого — самое угрожающее. Волоски листьев, имеющие обратное направление, не позволяют попавшей в урну жертве выбраться обратно.

Совсем «нечестный» механизм улавливания доверчивых мелких животных у тропических лиан из рода непентес, обитающих в Африке. У этих лиан изогнувшиеся в красивые кувшинчики листья висят вдоль ветвей. У входа в западно расположены выделяющие нектар железы. Не ведающее о подвохе насекомое устремляется к заманчивому веществу и взбирается на край листа. С этого и начинается трагедия: насекомое легко теряет равновесие и оказывается на дне ловчей ямы. При попытке выбраться ему суждено пройти «семь кругов ада»: сначала зону, где насекомое ждуг «ощетинившиеся» своими «активными центрами» пищеварительные ферменты, а дальше — отполированную скользкую поверхность. Если насекомое вновь устремится к иллюзорной свободе, то встретит у выхода зубчатые края ловушки, преодолеть которые не останется ни сил, ни «технических» возможностей.

Насекомоядная венерина мухоловка родом из Америки превратила розетку своих листьев в род капкана, который быстро складывается посредине, «припечатывая» к поверхности листьев угловидное на эту предательскую площадку насекомое. Венерина мухоловка — «хитрейшее» растение, различающее живые объекты от неживых. Поло/ките что-либо похожее по размерам на муху в центр ее «капкана» — мелкие палочки, кусочки камешков — растение ничем не выдаст себя. Лист не складывается до тех пор, пока следящие волоски-различители не пошевелят дважды, свидетельствуя о появлении живого и перемещающегося предмета.

Наиболее выдающимся механизмом ловли обладает водная пузырьчатка, которая имеет красивые голубые или желтые цветки. «Родственный круг» этих растений, заселяющих водоемы, широк: более 275 видов. На видоизмененных подводных листьях пузырьчаток выступает множество небольших сферических капсул — ловчих пузырьков. Диаметр они всего по 0,3—0,5 миллиметра и имеют на одной из сторон вход-

ное отверстие с плотно закрывающейся дверцей. Дверца водонепроницаема, что обеспечивается специальным порожком, кроме того, она имеет шарнирное устройство, позволяющее ей стремительно открываться и тут же закрываться вновь. Благодаря герметичности конструкции в пузырьке создается вакуум. Это достигается путем откачивания примерно половины первоначально его заполнявшей жидкости. Пузырек с виду совершенно безобиден, но лишь только мелкий обитатель водной стихии — личинка комара или другого насекомого — коснется имеющегося на дверце волоска, мгновенно включается весь механизм: дверка раскрывается, вакуум тут же всасывает жертву вовнутрь, и столь же стремительно дверка захлопывается. Процесс осуществляется с фантастической скоростью, невооруженным глазом заметить ничего нельзя. Когда же ботаник Ллойд применил скоростную кинокамеру, он удивился: дверца открывается за $\frac{1}{160}$ секунды, а закрывается — за $\frac{1}{40}$ секунды.

Естествоиспытатель Бюгэн подвел «физиологическую базу» под образ жизни этих хищников: оказалось, что растения, использующие животную пищу, развиваются в два раза быстрее, чем все остальные, добывающие пищу путем фотосинтеза.

Растения-хищники демонстрируют свою «поведенческую силу» довольно-таки жестокой, хотя и убедительным образом, беря часть жертвенного оброка со скормленной флорой фауны. В мире флоры, однако, есть и другие примеры, показывающие, на что способны безмолвные и неподвижные растения. Речь пойдет о прекрасном тропическом цветке орхидее. Но прежде чем рассказать о ней, обратим внимание на то, как оборудован для встречи насекомого-опылителя похожий на нее цветок шалфея.

Шалфеи — очень щедрые на нектар растения, способные обеспечить пчел сильным и продолжительным взятком. Таким был в Рязанской и других областях

Центральной зоны Европейской части нашей страны 1982 год, когда в отдельные дни семьи вносили в улей по 5—7 килограммов светлого и нежного нектара, собранного с одной из разновидностей этого растения.

«Экипировка» цветка шалфея для встречи «дорогого гостя» выполнена на «высоком техническом уровне». Механизм действия этого природного технического устройства удалось понять благодаря кинокадрам, заснятым сверхтерпеливыми натуралистами.

Пчела, прекрасно осведомленная о щедрости шалфея, добравшись до обильной капли нектара, залегающего в глубине цветка, может, лишь отодвинув мешающую ей «заслонку» — плечо тычинки, длинный конец которой вместе с пыльцевидным мешочком (пыльниками) висит над входом в цветок. Это и есть шалфейный «патент» на гарантированное опыление: вся тычинка выполнена в виде неравноплечого рычага. Отодвигая рычажок-заслонку, пчела тут же приводит в действие весь механизм и получает легкий удар по спине: опустившиеся пыльники тычинки немедленно раскрываются и обсыпают посетителя своей цветочной пудрой.

Получая щедрое вознаграждение нектаром, пчела без видимого беспокойства переносит такое «дружеское похлопывание» и вся обсыпанная шалфейными генами в цветастой обертке летит к очередному цветку. Насекомому никогда не удастся наполнить свой медовый зобик только с одного цветка. Если бы растение «организовало» пчеле такой обильный стол, то жестоко бы просчиталось, не вышудив ее переносить пыльцу с цветка на цветок. Вот сборщица и мечется от одного источника к другому, наполняя нектаром свой зобик и одновременно делая нужную растению работу.

Забравшись после первого визита на шалфей в очередной цветок со зрелыми рыльцами пестика, свисающими с верхней губы цветка, пчела неизбежно коснется его своей спинкой и передаст тем самым бесценный, хотя и ничего не весящий груз генов,

Итак, растение использует типичный прием животного — целенаправленное движение, причем заставляет двигать нужное приспособление само животное.

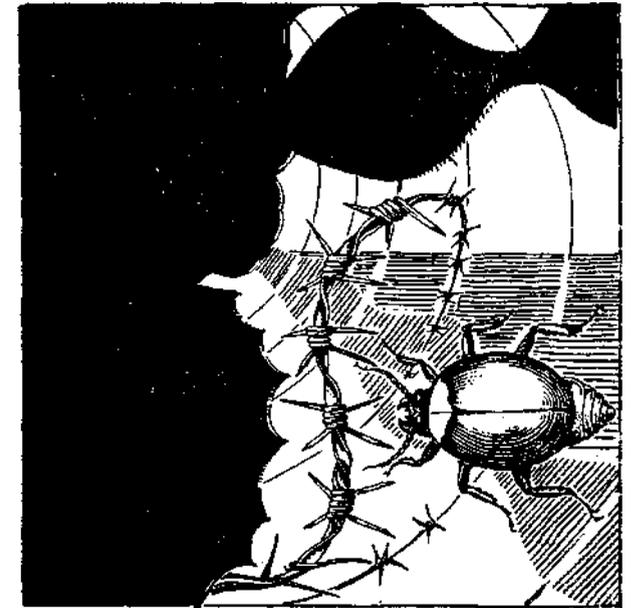
Несколько схож с шалфеем по своему устройству цветок орхидеи. Утолщенные его лепестки созданы словно из нежной мягкой кожи, их даже хочется потрогать руками. Из центра цветка выступает массивный губовидный выступ. Вспомнив, что шалфей относится к семейству губоцветных, мы получаем объяснение уловленному ранее сходству.

Это сходство ничего доброго насекомым не сулит, конечно, не всем, а лишь самцам одиночных пчел видов — *Eucera*, *Andrena*, *Corytes* и др. Этих насекомых влекут к зацветшим орхидеям и запах, и форма центральной части цветка, где расположен пестик.

Вся структура и форма цветка уподоблены строению влагалищной части самок одиночных пчел. Обманутый явным сходством самец пытается безуспешно спариться и производит в конечном счете оплодотворение, но не самки, а... цветка орхидеи пыльцой, которую он принес после таких же попыток от другого растения.

Шведские химики во главе с Кулленбергом и Бергстрюмом (1973) исследовали вещества, выделяемые цветками орхидеи, и обнаружили, что эти соединения химически подобны пахучим веществам самок пчел, у которых цветы «отбивают» их законных «кавалеров».

Выходит, что самцы оказываются обманутыми растением дважды: его «химическими лабораториями» и «строителями-отделочниками», ответственными за морфологию и внешнюю отделку цветка. На какие показания своих «приборов»-рецепторов им рассчитывать? Или, признав свое поражение от растения не только на химической арене, но и на арене поведенческих рефлексов, стоит решительно обновить «репертуар» своих собственных, не поддаваясь более на столь блистательные со стороны растения, но совсем не нужные для животного уловки?



ОБОРОННАЯ СТРАТЕГИЯ РАСТЕНИЙ

ЗЕЛЕННЫЕ МИСТИФИКАТОРЫ И ДЕЗИНФОРМАТОРЫ

«Бермудский треугольник» дикого картофеля. — Прополисное чудо улья. — Ароматные смерчи.

Растение — первичный хозяин создаваемого органического вещества, с которого начинается вся цепь живого на планете, и обладатель неисчерпаемых химических возможностей широко их использует для сдерживания своих отношений с животными. Как мы только что

видели, оно вполне владеет и приемами химической дезинформации. Растение использует тот факт, что у животных определенные вещества кодируют важную для выживания их популяций информацию. Такими веществами-знаками помечены у животных принадлежность к полу (половые феромоны), состояние тревоги и опасности, фуражировочные трассы и многое другое. Высшее развитие подобного рода химический язык получает у общественных насекомых. Он помогает им существовать, хотя порой превращается в «точку уязвимости», которой пользуются другие виды, способные «изобрести» аналогичные символы тайного информационного кода. Такими возможностями, оказывается, обладают и растения.

Вспомним проблему охраны нашего «второго хлеба» — картофеля. Кто не слышал об опустошениях, чинимых на его плантациях колорадскими жуками, различными тлями и клещами? Человек всеми доступными ему средствами защищает полюбившуюся культуру, но расходует на это массу сил, дорогостоящих веществ, загрязняя ими и сферу обитания растения, и свою собственную.

Разумеется, если бы дикая форма картофеля столь же нуждалась в покровительстве человека, она не сохранилась бы до наших дней, а мы бы оказались без нашего «второго хлеба». Неудивительно поэтому, что ученые, занявшись вопросом организации «обороны» у дикого штамма, обнаружили странную ситуацию: тот как бы и не замечает всех этих вредителей. В чем же стратегия и тактика такой обороны?

Английские ученые Гибсон и Пикетт исследовали причину устойчивости «дикаря», листья которого густо опушены волосками, к поражению тлями. Оказалось, что эти волоски вырабатывают вещество (фарпесен), которое идентично по своей структуре сигналу тревоги, используемому тлями как крик об опасности и оповещения своих сородичей в минуту гибели. Вещество лег-

колетучее и распространяется по воздуху, где молекулам с небольшой массой полная свобода. Такой «летней формой» и обладают молекулы феромона.

Вот пример создания неодолимой преграды для неискушенных тлей: встретив растение, которое потоками исходящих от него молекул кричит на языке тлей «караул!», они спешат поскорее убраться от подозрительного объекта, принятого было за соблазнительный источник съестного.

Выявляется, что растения — не только химические кудесники живого мира, но и величайшие дезинформаторы и мистификаторы. Ранее нам это продемонстрировала орхидея, а теперь и «волосатый предок» нашего картофеля. Таких фактов сейчас наука накопила множество. Причем большинство веществ-сигналов относятся к низкомолекулярным и летучим соединениям, которые неизощренное человеческое обоняние может воспринимать как неопределенный либо приятный запах.

Однако то ароматное облако, которое висит над любым и особенно зацветшим растением, на самом деле представляет собой целую зону химической маскировки и ложных следов. Растение зачастую выделяет ничтожное количество вещества, исследованием которого ранее пренебрегали химики, но его оказывается достаточно, чтобы сбить животное с верного следа.

Эти тонкости взаимоотношений растений и интересующихся ими насекомых объясняют тот найденный на практике закон, что хороший уход за растением порой лучше его защищает от вредителей, чем прямая война с ними дымом, ядом или мыльной пеной. Если потребности растения максимально удовлетворены, оно способно осуществлять синтез всех необходимых ему защитных веществ по максимальной генетической программе. Когда же мы своим невниманием вынуждаем растение взять курс «на экономию», оно начинает сворачивать часть наиболее дорогостоящих биохимичес-

ких «производств», к которым относится синтез нетипичных для общего метаболизма защитных веществ. Защитное войско слабеет, в его рядах становится меньше и веществ-дезинформаторов.

Результат — слабые места в обороне, куда и устремляются проворные существа — мелкие животные, а также и невидимые, но не менее опасные потребители: микробы, вирусы, споры грибов.

Венцом химической защищенности растения "от различных типов вредителей, пожалуй, служат те растения, которые избраны пчелами как поставщики особо важной для них смолы. Той, которая идет на приготовление прославленного и среди людей **прополиса**.

Пчелы хорошо осведомлены об оборонительной стратегии растений и различают среди них наиболее защищенные, с которых можно собрать избыток их охранного материала. Первые три места среди избранных пчелиным вниманием растений заняли береза, тополь и осина. Центр химической защиты у них сосредоточен на переживающем органе — пазушных почках.

Автор со своими сотрудниками подробно исследовал это вещество, в котором было идентифицировано более 50 различных соединений — главное «наполнение» прополиса в количественном смысле. Выделенные вещества оказались носителями самой различной активности: антимикробной, антигрибной, антioxидантной (способность противостоять химическим атакам кислорода) и т. д. Однако исследованием остались мало затронуты вещества-дезинформаторы, сбивающие вредителей с верного пути. На их содержание в прополисе нам достаточно ясно указали жуки-кожееды, старательно обходившие кусочки тканей, пропитанные раствором прополиса. Причем наибольшей «отталкивающей активностью» для вредителей обладали фракции, содержащие повышенную концентрацию изопреноидов, в частности, α -ацетоксибетуленола и со-

ответствующего спирта, то есть веществ — типичных имитаторов химических сигналов насекомых и других паразитов.

Пришлось не по вкусу прополисный дым и клещу варроа, все еще терзающему наши пасеки. И в этом случае очевиден эффект присутствия в ульевой смоле, поступившей с растения, веществ, вынуждающих паразита покинуть поле действия.

Состав этой части биосинтетической продукции березы, связанной с «обманной химией», — наиболее изменчив, хотя на ее долю в количественном отношении приходится всего 5—7 процентов. Мы можем, однако, предположить, что действенность информации далеко не всегда определяется массой ее носителей.

Вообще надо сказать, что для химиков, изучающих мир природы, вещественные отношения между растениями и другими видами живых существ — особо пленительная область исследований. Нападающие и обороняющиеся постоянно меняются местами. Не способное к перемещению растение неожиданно предстает как вооруженный «до зубов» гладиатор, который, отбиваясь, не только использует прямое химическое оружие — яды, отпугивающие вещества — антифиданты и репелленты, но и создает вокруг себя целые информационные смерчи, своего рода «бермудские треугольники», где сбиваются показания «приборов» летающих и ползающих добытчиков съестного, спешно уводя животных из опасной зоны.

О многих неожиданных выводах, к которым ведет «химический срез» многофакторных отношений растений и среды, я рассказывал в своей книге «Защитные вещества медоносных пчел» (1982) и в обзоре многолетних исследований красного клевера («Прикладная биохимия и микробиология», 1984, № 6). С ними и может ознакомиться более глубоко заинтересовавшийся **этим** проблемами читатель.

Большая устойчивость «дикарей» к действию неблагоприятных факторов среды, которую мы ставим в пример селекционерам, имеет и обратную сторону: при отчуждении веществ и энергии из общего для организма «метаболического котла» на синтез сложных и энергоемких защитных веществ, растениям трудно отличиться в деле наращивания своей биомассы, то есть в урожайности. Причина в том, что селекционер, «выдавливая» из растения все большую продуктивность, может это сделать лишь за счет чего-то. В это «что-то» и попадают в первую очередь защитные программы растения, причем те, которые ведут к синтезу веществ, ограждающих растение от вредителей, не докучающих ему в настоящий момент. Здесь-то и кроется опасность: в настоящий момент не докучают, а после селекции, приведшей к еще одному чудо-сорту, вполне может быть, что и будут.

Вот и идет великая гонка селекционеров и спешащей за ними армии вредителей, словно бы заведомо знающих, что им будет чем поживиться. Селекционеры, удрученные этим бесконечным марафоном, подсчитали, что гриб «бежит за их устойчивыми сортами с дистанцией всего в 5—7 лет». Другого выхода у селекционера нет: лишь «демилитаризовав» растение, то есть удалив с его генома участки, ответственные за производство избыточного количества защитных веществ и устойчивости, или заблокировав их, можно высвободившиеся химические силы направить на построение первичных продуктов метаболизма — белков, углеводов, жиров, именно тех соединений, которые составляют основу урожая и используются нами в качестве пищевого материала.

Защиту же человеку приходится брать на себя. Круг замыкается: убрав пестицидную химию из ведения «министерства обороны» растения, мы вынуждены создавать аналогичное ведомство у себя. Теперь лишь практика рассудит, какой путь эффективнее.

САМООЧИЩЕНИЕ БИОЦЕНОЗА

Паразиты и кибернетика. — Стойкость популяций. — Парадокс Агаджаняна, или как сшить смирительную рубашку для агрессора.

Антагонистические отношения с животными, казалось бы, несут растениям лишь один вред — разве можно говорить о «пользе быть съеденным»?

Сама такая постановка вопроса представляется совершенно бессмысленной и заведомо предполагает отрицательный ответ. Однако если посмотреть на события глазами «логики популяций», то картина меняется: едоков, оказывается, тоже следует различать.

Любое растение рано или поздно погибает, причем не только от болезни и «преклонного» возраста, но и по физической причине: удара молнии, затопления, сильных морозов, урагана, засухи, повреждения животным, человеком и т. п. Погибшие великаны, если это древесные растения, быстро превратят в унылое кладбище любой ранее украшенный их зелеными кронами участок суши и юным растениям того же вида не останется «места под солнцем», если не будет оказана нарушенному ландшафту помощь со стороны... **организмов-разрушителей**. Не лучшее положение ждал бы и ласкающие наш взор и обоняние цветущие поля и луга.

Непростая химическая работа — съесть и мертвое дерево, которое всей своей химической силой оборонялось от врагов. Его кора и древесина напичканы малосъедобными, а то и токсическими веществами для большинства видов «древопоедателей». Тем не менее, отживший ствол, не говоря уже про ветви и листья, постепенно превращается в труху и, рассыпаясь мелкими частицами, вновь возвращается во взметнувшую его ранее **вверх** почву.

Следовательно, съедают и его. Как это происходит?

Возле упавшего дерева быстро формируется специфическая экологическая ниша, где погибший великан притягивает целый сонм лесных пришельцев. Среди них преобладают «специалисты» по усвоению именно этого материала, главным образом грибы-дереворазрушители. Они способны переваривать самые трудноусвояемые пищевые композиции или, как говорят ученые, субстраты. Грибы обычно дополняются микробами, личинками различных насекомых, многие из которых «путешествуют» от одного выжившего из жизни растения к другому целым специализированным «войском», или «санотрядом». Совместная обработка неживого растения идет эффективнее и она, конечно, совершенно необходима для поддержания «здоровья» биоценоза и любого представленного в нем вида.

Таким образом, результат «работы» организмов-разрушителей здесь явно положительный, они — природные чистильщики биосферы от всего отжившего.

Однако есть и другие едоки, которые предпочитают питаться живыми растениями. Это уже «чистые» вредители, и необходимость их присутствия в разнородном сообществе всех видов не столь очевидна.

Не обнаруживая этой очевидности, и ведет с ними тотальную войну человек всеми доступными ему средствами. Сила и эффективность их сопротивления показывают нам, однако, что позиции этих «источников зла» очень прочны. Они словно бы питаются самой этой борьбой с ними, превращая направленную на них энергию уничтожения в силу собственного созидания и процветания. Смысл этого парадокса недавно объяснил кибернетик И. Агаджанян (1983).

Он рассмотрел популяцию как известную кибернетическую модель «черного ящика», который пмееет на выходе убыль ее особей, а на входе — их восполнение «внутренними средствами». Из фундаментальных положений кибернетики следует, что такая система будет устойчива лишь при условии обратной отрицательной

внешней связи. Это означает, что любая попытка извне сократить ее численность будет неизменно стимулирована размноженческие инстинкты системы изнутри, что и известно в практике как «вспышка возрождения». Самки при этом становятся более плодовитыми, самцы активнее, увеличивается число приспособительных мутаций и т. д., вся популяция резко активизируется, включая свои «стратегические ресурсы». Объявив вредителям тотальную химическую войну, человек стал бороться с ними не самым перспективным методом: уровень биологической организации структуры вида оказался выше уровня применяемого против него оружия.

Нельзя ли таких паразитов ограничить как-то поиному, используя не примитивные «химические кулаки» пестицидной химии, а стратегию «бермудского трюгольщика», столь успешно применяемую «волосатым предком» картофеля, или методы сверхзащиты почек — предтечу прополиса, или изошренность орхидей? Иными словами — подтянуть оружие химической защиты под уровень биологической контрзащиты.

Оказалось, что это возможно, поскольку в списке растений — кормильцев человека — лишь сравнительно небольшое число видов. Можно надеяться, что поколение химиков не устанет в соревновательном марафоне человек — враги «его» растений и смогут обеспечить все более квалифицированную и надежную индивидуальную защиту каждого. Успешные примеры новой тактики уже есть. Особую эффективность показали приемы химической дезинформации по «методу» прекрасных орхидей.

Смысл приемов заключается в том, что химик, установив строение полового феромона — вещества, несущего код о половой принадлежности особи (самки), снабжает им специальные ловушки. Их вывешивают на участках, подлежащих охране от вредителей в период массового размножения. Влекомые природным запа-

Хом, самцы массами набиваются в ловушки, где их ждет, однако, не желанная особь, а наш не потерявший еще токсической силы пестицид или вещество-стерилизатор, лишшающее самца возможности выполнить свое предназначение. Половые феромоны все более широко используются в борьбе с вредителями сельского хозяйства и охране лесов.

В любом случае ясно одно: без содействия химиков высокой урожайности растений добиться невозможно. «Работая» на два фронта — наращивая свою биомассу (продуктивность) и строя надежную защиту, растение всегда скрывает от нас свои истинные возможности, которые оно может проявить лишь на фоне «мирного сосуществования» с другими видами.

Такие отношения и объединяют нектароносные растения с насекомыми-опылителями. Однако не только с насекомыми. В таких же отношениях находится с некоторыми растениями и сам человек.



«ГАЛАНТНОСТЬ» РАСТЕНИЙ

Биохимические уловки зрелых плодов и ягод. — Активы и пассивы селекции. — Совращение гомо сапиенса и его «родственников».

Почти единственной сладостью, известной человеку до выделения из тростника и сахарной свеклы чистого сахара, был пчелиный мед. Но не мед вскормил человека, и свои потребности в сладкой углеводистой пище он удовлетворял за счет других источников. С незапа-

мятных времен человек имел в своем распоряжении в общем-то немало прекрасных по своим качествам продуктов, произведенных растениями. Это и сладкие овощи (арбузы, дыни), и фрукты (яблоки, груши, персики, абрикосы, сливы), и, наконец, ягоды (малина, ежевика, земляника, виноград). Вкус многих из них столь хорош, что мы уже с детства начинаем его принимать за некий эталон вкусовых свойств сладких продуктов.

Если мы исследуем, сколько в этих природных дарах человеку содержится наиболее сладкого сахара — плодового, или фруктозы, то увидим полный разрыв: у винограда, например, оно равно 7,7, у абрикоса и персика — 6, у вишни и черники — всего по 0,3—0,6 процента. И при помощи данных о содержании глюкозы, или декстрозы (виноградный сахар), мы не найдем «никакого химического порядка» в излюбленных нами творениях природы.

Еще один наиболее распространенный природный углевод — сахароза, или собственно сахар, представляет собой связку остатков двух молекул глюкозы и фруктозы. Его содержание в некоторых плодах значительно, например в яблоках, грушах и дынях — от 5 до 6 процентов. Однако тот же виноград, малина и крыжовник содержат сахарозы не более, чем по 0,6 процента. Тем не менее и они имеют несравненный вкус и сладость.

Перебирая эти цифры, я обратил внимание на то, что ситуация проясняется, если оперировать сразу всем семейством сладких компонентов, а не смотреть на углеводный мир каждого фрукта или овоща через призму содержания одного из них. Причем решил сделать еще одну операцию. В природной пище встречается лишь ограниченное количество углеводов, и все они имеют различные коэффициенты сладости (табл. 2). По сравнению с тростниковым или свекловичным сахаром — сахарозой, у которой интенсивность вызываемо-

го ею ощущения сладкого вкуса условно принята за единицу, плодовый сахар, или фруктоза, более чем в 1,7 раза слаще, а глюкоза имеет коэффициент этой сладости, или сладкости, лишь 0,74.

У других углеводов, встречающихся в природе, эти показатели равны: у лактозы — 0,16, галактозы — 0,3, мальтозы — 0,33. Анализ этих цифр объясняет, почему столь сладок мед. Содержание фруктозы у него выше, чем концентрация глюкозы, которая в относительной шкале «сладких коэффициентов» уступает тростниковому сахару, фруктоза же в 1,73 раза превосходит его. В итоге общий баланс испытываемого нами приятного ощущения существенно смещается в пользу меда.

Вооружившись полученными данными, я решил по-иному оценить «биохимические уловки» растений, снабжающих нас вкусными плодами. И вот тут вещество позволило увидеть столь искусно скрываемую тайну!

Взгляните на таблицу 3, и вы увидите, что вся ярмарка спелых ягод, плодов и овощей словно бы состязается в следовании неписаному, но неукоснительному к исполнению закону, который повелевает удерживать сладость, оцениваемую по человеческим рецепторам (!), в пределах 9—11 процентов. Лишь виноград, где явно видно влияние селекции (культурные формы резко отличаются от диких), заметно выходит вперед — до 16 процентов.

Это уже кое-что значило, и я тогда вспомнил, сколько мы кладем сахара в стакан чая. Даже при современном изобилии сахарного песка мы ограничиваемся, как правило, двумя чайными ложками. Редко кто довольствуется одной или добавит третью. Да и в местах общественного питания, если вы закажете стакан чая или кофе и не оговорите свои особые пристрастия, вам положат два кусочка сахара. Такова норма, возникшая под влиянием спроса.

2. Содержание углеводов* в нектаре, меде, фруктах, ягодах. сладких овощах (%)

	Глюкоза	Сахароза	Фруктоза	Общее содержание сахаров	Приведенная сладость***
Нектар**:					
малины	15,9	3,3	18,4	37,6	46,9
акации	4,5	31,5	13,9	49,9	58,7
шалфея	2,6	35,2	12,2	50,0	57,8
липы	16,7	7,6	25,6	49,9	64,2
Мед	33,0	2,6	39,0	74,6	94,7
Овощи:					
арбуз	2,4	2,0	4,3	8,7	11,2
дыня	1,1	5,9	2,0	9,0	10,2
Фрукты:					
абрикос	2,2	0,8	6,0	9,0	12,8
вишня	5,5	4,5	0,3	10,3	9,1
груша	1,8	5,2	2,0	9,0	10,0
персик	2,0	1,5	6,0	9,5	13,4
слива	3,0	1,7	4,8	9,5	12,2
яблоко	2,0	5,5	1,5	9,0	9,6
апельсин	2,4	3,5	2,2	8,1	9,1
мандарин	2,0	1,6	4,5	8,1	10,9
Ягоды:					
виноград	7,8	0,5	7,7	16,0	19,6
черника	5,5	4,5	0,6	10,6	9,6
земляника садовая	2,7	1,1	2,4	6,2	7,2
малина	3,9	0,5	3,9	8,3	10,2
смородина	1,5	1,0	4,2	6,7	9,4
крыжовник	4,4	0,6	4,1	9,1	10,9

* Из книги «Химический состав пищевых продуктов (1979).

** По данным М. Баттальяни (1973).

*** Вычислена по отношению к ощущению сладости, вызываемой сахарозой, путем умножения численного значения содержания глюкозы на 0,74, а фруктозы — на 1,73.

Два кусочка сахара (или две ложки сахарного песка), весящие примерно по 9—10 граммов каждый, создадут в 200-граммовом сосуде 10-процентную концентрацию стандартного вещества сладости. Вот, ока-

зывается, какова норма **комфортной сладости** для человека.

Мы констатируем удивительный факт. Он выглядит так, словно бы растения задолго до изобретения весов и накопления человеком химических знаний безошибочно приспособились к требованиям наших вкусовых рецепторов и миллионы лет снабжают нас своими дарами по самым придирчивым оценкам.

И не только те, что человек подверг сознательной селекции, но и «дикари» — лесная малина, ежевика, земляника, до сих пор скрывающиеся в лесах от бременной селекции. Их ягоды тоже легко вписываются в самые придирчивые критерии наших рецепторов сладости и аромата. Удивительная «галантность» растений по отношению к человеческому вкусу!

У этих растений уже в глубокой древности сложились взаимовыгодные отношения с нашими далекими предками, от которых, очевидно, и перешли к нам их вкусовые пристрастия к сладким ягодам и фруктам.

В процессе эволюции растений их ориентировка на «табель сладости» шла не только по отношению к предкам человека. Бурый медведь, судя по тому, сколь щедро он отдает свое «медвежье время» сбору ничтожных по сравнению с размерами его тела лесных ягод, вероятно, имеет схожую «табель о сладком», но не исключено, что «тройка призеров»: фруктоза, сахароза и глюкоза расположились бы для него в иной последовательности.

Интересно, что растения, поставляющие нам сладкие плоды, оказались в той же экологической нише, что и медоносные пчелы, хотя и в разное время «перехали» ближе к человеческому жилью.

Не случаен этот столь прекрасный союз человека, плодоносящих растений и медоносных пчел!

Растения, которые приносят вкусные плоды и ягоды: яблоня, ЕИШНЯ, малина, смородина и другие «благодатели» изобильной земной флоры дважды за сезон

нуждаются в визитах мобильных живых существ. Первый раз в фазе цветения, когда нужно опылять их цветы, а второй раз, когда семена вызрели и настала пора их разносить на новые территории и «места жительства».

Те, кто необходим растениям, не заставляют себя долго ждать, привлеченные богатыми и четко дифференцированными по их пищевым потребностям «дарами».

Сравним два вида сладкой продукции — плоды и нектар растений. Для млекопитающих, способных выполнять «поручение» по переноске созревшего семени, у растения к этому времени поспевают сладкий плод. В его сочной и ароматной мякоти плотно упакованная «нагрузка-послание» малозаметна (земляника, малина) или не мешает сорвавшему плод вполне насладиться его вкусовыми достоинствами (яблоки, персики, абрикосы).

И еще одна биохимическая уловка природы в отношении млекопитающих, направленная на поддержание стабильности и надежности двустороннего союза: плод растения не станет сладок прежде, чем полностью не созреет зародыш будущей жизни. Вот тогда и время рекламе и соблазну.

Плод становится удивительно привлекательным внешне. Его форма, окраска, влекущие запахи, мягкая текстура тканей — вся бесконечная гармония узоров и свойств воплотившегося в нем вещества тревожат органы чувств рано или поздно оказавшегося поблизости создания животного мира. Используются все каналы передачи и влияния на привлекаемое животное.

История с сочными плодами напоминает нам ловлю рыбы, которой люди отдают с большой страстью. Играя на доверчивости простодушных рыб, мы запрягаем губительный крючок в съестную приманку. На фоне наших жестоких забав природа распорядилась более милосердным образом: позволила съевшему плод

не только насладиться им и укрепить свое здоровье, но и поспешить к повторной трапезе с обоюдной пользой для участников столь праздничной встречи. И лишь изредка словно бы в назидание быть осторожным появляются на ветвях такие же сочные, но тревожно красивые ягоды. Сами их названия: вороний глаз, волчье лыко и т. д. говорят о том, что в них таится серьезная опасность для тех, кто при встрече с незнакомцем слишком поспешно доверяется показаниям одних органов чувств, не слыша «тайного голоса» — инстинкта, или опыта ранее живших поколений.

Таким образом, мы видим, что растения, ставшие впоследствии для нас культурными и одомашненными, представляют собой неотделимую от человека часть его жизненной среды обитания. Процесс их взаимной адаптации друг к другу начался еще в отдаленные геологические эпохи, и эти дали неожиданно ярким светом пронзает луч весьма сложного химического анализа содержания сладких компонентов в плодах и ягодах цветковых растений.

РАСТЕНИЯ И ПЧЕЛЫ В АНТРОПОГЕННЫЙ ВЕК

Зеленый бунт «дикарей». — Самое лучшее меню. — Кесарю — кесарево, пчеле — пчелиное. — Влечение будущим.

Несколько тысячелетий назад наш предок, бросив первые семена в перевернутый пласт земли, заложил основы земледелия, решительно изменившего дальнейшую эволюцию и самого человека, и связавших с ним судьбы других видов растений и животных.

Переехавшие на обрабатываемые и охраняемые поля растения, которые оказались в «связке» с человеком, получили невиданный выигрыш в своих конкурентных отношениях с другими видами. Оставленные

сражаться друг с другом, лишённые человеческой поддержки «дикари», как и любая популяция живых существ, «не смирились» с таким поворотом событий, резко ущемившим их позиции. Согласно неминуемому «эффекту возрождения», смысл которого разъяснил И. Агаджанян, в них в такой же степени возросла активность к восстановлению утраченного равновесия. Это равновесие могло возникнуть лишь в результате обратного завоевания отобранной у «дикарей» суши, и вот на нее полетели мириады их посланцев — семян, стали укореняться и быстро разрастаться корневыми отпрысками многолетние растения. «Зеленым пожаром» нарекли специалисты эту естественную обратную экспансию растений, не соединивших свои судьбы с судьбой человека.

Сорняки, представляющие собой крайне активизированную и динамичную популяцию растений, и не «думают» сдавать позиций в борьбе за землю, ведя, по сути, с человеком борьбу на истощение его механических, химических и энергетических ресурсов. Конечный результат этой борьбы может быть совершенно неожиданным. Человек обнаруживает, что с каждым годом борьба с сорняками и другими вредителями отнимает все больше сил, а ущерб от них не уменьшается. Не исключена и такая возможность, что экономическая и энергетическая стороны этой борьбы вынудят человека внести существенные изменения в «технологии» своего выживания, в частности, обходиться меньшей площадью обрабатываемых земель, но занимать их особенно интенсивными культурами либо широко использовать методы биоконверсии, отбирая в качестве первичного сырья тех же «дикарей».

О том, что растения раньше захватили «поле жизни» в нашей биосфере и определяют не только ее общую устойчивость, но и пути и формы развития многих зависимых от них живых существ, активно привлекающая их к борьбе «за место под солнцем», свидетель-

ствует и сама практика сознательной сельскохозяйственной деятельности человека.

Современных ученых крайне удивляет тот факт, что «первобытный человек, не имея совершенно никаких научных знаний, довел большинство основных продовольственных культур до нынешней степени их совершенства» ... «как это ни странно, — пишет известный ботаник Ф. Вент*, — но мы, располагая богатейшей информацией о наследственности и изменчивости растений и многочисленными научными методами управления ими, смогли за последнее время добавить только одну новую продовольственную культуру к их основному набору... Этой единственной новой культурой оказалась сахарная свекла, которую человек вывел и усиленно культивировал в последние два столетия...»

Итак, растения и наши предки «нашли друг друга» в очень отдаленном прошлом и поэтому односторонние попытки с нашей стороны разорвать круг флористической заданности и сознательно расширить список растений-кормильцев пока дают самый ничтожный результат. -

Буквально на наших глазах поменяли место жительства и медоносные пчелы, переехав ближе к человеческому жилью на охраняемые им пасеки. Хотя это событие произошло лишь недавно и пчелы не проявляют склонности покидать предоставленные им жилища, человек поспешил их окрестить «одомашненными». Это верно, но в смысле нахождения «при доме», а не в смысле «окультуривания», поскольку и «пасечные», и «дикие» пчелы пока неразличимы.

Адаптация видов друг к другу на терепешнем этапе эволюции достигла очень высокого уровня, поэтому окультуривание или одомашнивание растений или животных, находящихся в другой «экологической связке», наталкивается на очень серьезные препятствия.

На небосклоне человеческих надежд сейчас появилась новая «звезда» — генетическая инженерия. Возможно, именно она и позволит человеку выйти на «оперативный простор» и в биологической области, сознательно формировать облик новых организмов — поставщиков пищи. Однако если мы спросим себя откровенно, какую пищу мы хотели бы получить взамен той, которой снабжают нас по осени наши яблони и груши, бананы и ананасы, пшеница и рис, фасоль и чечевица, дыни и тыквы, орех и томаты, кабачки и патиссоны, то мы затруднимся нарисовать образ желаемого. Очевидно, еще очень долгое время человек будет укреплять союз с теми растениями, которые вскормили его в седьмых глубинах древности и продолжают надежно кормить, даря здоровье и радость.

Можно мечтать о том, что НТР и все большее овладение веществом позволят когда-нибудь человеку выйти на уровень «геронтологической пищи», наподобие той, которую создали в личиночном корме пчелы, продлевая жизнь своих маток. Однако эта перспектива еще очень отдаленна, и ее решение все равно будет основано на «стартовой площадке» вскормившей нас флоры.

А как же пчелы, какова их судьба, связанная со значительно большим числом видов растений, в наступившие века человеческого могущества?

Пчелы не делят растения на культурные и дикие, они вполне «демократичны», уделяя свое внимание лишь тем, которые сумели не только вырасти и расцвести, но и привлечь их, отдавая сладкое вещество живого — сахар. Уже по одному этому можно думать, что пчелиная судьба будет вполне обеспечена и в антропогенный век. Человек, действительно, очень заинтересован в процветании пчелиного медоносного рода: большинство его растений-кормильцев прямо нуждается в оперативной службе опыления легкокрылыми мастерами ювелирного полета. Они очень важны для рас-

тений, поэтому природа и наделила цветок веществами, необходимыми пчелам. Если в зрелых плодах и ягодах мы обнаруживаем лишь около 10 процентов углеводов, то в нектаре содержится этого универсального химического горючего в 5 раз больше!

Причина, почему насекомым готовится более щедрый стол, обусловлена в конечном счете потребностями обмена веществ: млекопитающие, с которыми растения также «сотрудничают» в деле обновления своего генетического фонда, — существа почти исключительно наземные. Их энергетические расходы на перемещение ни в какое сравнение не идут с теми, что несут пчелы. Маленьких сборщиц можно назвать живыми грузовыми вертолетами. Они способны перенести по воздуху массу в 2—3 раза большую, чем они сами. Подтверждение этому нетрудно пронаблюдать каждой осенью, когда пчелы изгоняют из ульев пригревшихся на вольных хлебах и напитках самцов — трутней, добровольно не собирающихся покидать свои жилища.

Вспомним деталь, которая поясняет интенсивность метаболических процессов, идущих в организме летящей пчелы: в секунду она делает до 400 взмахов крыльями, что в 3—4 раза быстрее движения поршня в современных двигателях внутреннего сгорания! Это позволяет ей не только обеспечивать необходимую грузоподъемность, но и выполнять фигуры «высшего пилотажа», перелетая с цветка на цветок и решая тактические задачи выявления в них порой очень хитроумно скрытых нектарников.

Определение содержания в гемолимфе пчелы ее главного питательного в полете сахара — трегалозы — показало цифру, которая в мире млекопитающих означала бы тревожный диагноз — тяжелую форму диабета, то есть более 3 процентов. Это ровно в 5—6 раз больше, чем максимальное содержание глюкозы в крови пешехода-человека. Но именно во столько же раз и выше содержание Сахаров в нектаре по сравнению с

наполнением этими «эликсирами сладости» сладких овощей, фруктов и ягод.

Следовательно, приготовление столь высококонцентрированного нектара для пчелы и других опылителей, от которых гнутся, но не ломаются ветви цветов, воспринимаемая нами как галантность растений по отношению к этим красивым и полезным созданиям, на самом деле — неумолимая логика материальных отношений между двумя сотрудничающими видами.

Итальянский ученый М. Баталльини и другие исследователи изучали содержание отдельных углеводов в нектаре различных растений и в целом выявили ту же картину, что обнаружилась перед нами в сладких плодах: содержание отдельных Сахаров «пляшет» от вида к виду, но общая их концентрация находится вблизи критической черты для нектара — 50 процентов.

Так что растение, позволяя себе «играть» с компонентами сладости, как бы соблюдает и весьма строгую «самодисциплину», стараясь не обмануть ожидания столь желанной гостьи — пчелы.



РАСТОЧИТЕЛЬНОСТЬ НАСТОЯЩЕГО И ОЧАРОВАНИЕ БУДУЩЕГО

ПРАКТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА БИОТЕХНОЛОГИИ ОБЩЕСТВЕННЫХ НАСЕКОМЫХ

Биоконверсия: налог с оборота. — Рекламный проспект организмов-посредников. — Методы грибной индустрии муравьев-листорезов.

Какую пользу для себя человек уже сейчас может извлечь из известного ему опыта медоносных пчел и других общественных насекомых? В ближайшем будущем мы вряд ли сможем конкурировать с пчелами в сборе некта-

ра, пыльцы, росинок смол. Здесь их прямые «услуги» необходимы. В таком случае логично поинтересоваться и перспективами — могут ли служители дикой и культурной цветonoсной флоры в достатке обеспечить население страны, а еще лучше — всего человечества столь благодатным для нашего организма медом или это несбыточная мечта?

Сразу можно сказать, что в настоящее время доступная пчелам кормовая база не позволяет это сделать: уже сейчас в наиболее развитых сельскохозяйственных районах в отдельные периоды сезона ощущается резкий недостаток медоносных растений. Однако есть ли уверенность в том, что принятая сейчас система земледелия не претерпит коренных изменений в будущем?

Что об этом говорит опыт «землеустройства» других общественных насекомых, постоянно изумляющих нас своей способностью оптимально решать «уравнения» с любым числом неизвестных и обходящихся без нашего высокоавторитетного посредника — разума? Все они тоже «начинают» от растения.

Возьмем «коллег» медоносных пчел по коллективному труду — муравьев и термитов. Их опыт чрезвычайно поучителен.

В отличие от медоносных пчел, представленных всего четырьмя видами, этих обитателей суши по «пальцам не перечесать» — их тысячи видов, причем сообщества сложились намного раньше семей пчелиных. Система питания муравьев и термитов как-то ближе к пониманию человека, чем уж слишком изощренный стол пчелы. В пищевой цепи муравьев-листорезов не росинки нектара и маловесящие зерна пыльцы, а исходный субстрат — листья растений, а они, как известно, — самое дешевое сырье в нашем сельскохозяйственном производстве.

Обитатели среднерусских лесов — муравьи формика также нацелены получать пищу от листьев, но поступают они при этом очень своеобразным образом:

поселяют на них колонии тлей. Эти крохотные существа, конечно, вредят растениям, но какое животное, кроме пчел, так или иначе не вредит им! В целом же от такого локального паразитизма дерево не только не теряет, но и даже выигрывает: муравьи, беря частичную дань с растения и вынуждая его кормить свою «животноводческую ферму» (отряд тлей), в долгу не остаются. Они надежно охраняют дерево от множества других вредителей, используя их в пищу, а численность колоний «своих» тлей держат под контролем. Тли в ответ на заботы «работают за двоих»: азотистую белковую часть всасываемого сока — флоэмы листьев — они используют для своих нужд, а основную, углеводистую — отдают муравьям из рода формика.

Муравьи-листорезы поступают более решительным образом: они не затрудняют себя возделыванием множества различных культур с их индивидуальными особенностями, а также проблемами охраны от сорняков, вредителей и различных паразитов, не берутся и за «животноводство» — разведение тлей или других существ. Эти муравьи решают свою продовольственную проблему на принципиально ином уровне: целиком удаляют листья с дерева и предоставляют самой флоре и обитающим среди нее жителям «выяснять отношения друг с другом», то есть решать, какой из них наиболее соответствует данной местности.

Удаление зеленой одежды с дерева в тропической зоне, где прижились листорезы, не ведет к трагедии: вместе с листьями гибнет и сонм вредителей и паразитов, а лиственный наряд через недолгое время восстанавливается в еще большей красе.

Следовательно, центральное звено всей пищевой цепи — дерево — при эксплуатации его обоими видами муравьев (формика и листорезы) не теряет своей жизненной силы. Если для муравьев формика разведение тлей — важное подспорье в обеспечении себя пищей, то у листорезов узловым процессом их трофической

системы является **биоконверсия** собранных листьев... мицелием гриба. Срезав острыми жвалами листья, муравьи-фуражиры затаскивают их сравнительно большими кусками в гнездо и отдают в распоряжение целой армии более мелких «домашних» муравьев. Те тщательно изжевывают зелень, укладывают ее в рядки, обильно удобряют экскрементами, другими выделениями своих гнезд, после чего на нее прививают мицелий гриба. Вот на этом организме-посреднике и основано все процветание муравьев-листорезов.

Гриб — не животное: ему не надо гнать живительные метаболические соки на созидание своей двигательной системы — мышц и скелета, чтобы иметь возможность преследовать добычу или с наименьшей проворностью скрываться от врагов, ему не надо развивать сложнейшую систему обеспечения такой свободы передвижения — свои «приборы» ориентации или органы чувств, ему не надо, наконец, обогревать себя, что вынуждены делать все наши домашние животные, поддерживая на постоянно высоком уровне свою жизнеспособность. Химическая мощь гриба направлена на максимально эффективную переработку исходной растительной массы и превращение ее в грибное «тело» — мицелий.

Результат? Самый поразительный: степень биоконверсии, или усвоения первичного органического вещества, превышает 50 процентов. Вспомним для сравнения те 10 процентов выходной массы, которую в виде мышечной ткани (мяса) можно получить от телят при скормлении им, в общем-то, отличной и преимущественно специально выращенной на обрабатываемых полях растительной пищи.

Хотя наши животные-посредники и способны съесть практически все, что произрастает на лугах и полях, их биохимические перерабатывающие мощности ни в какое сравнение не идут с возможностями грибной химии. Грибы — природные чистильщики нашей

планеты, которые утилизируют все типы органических остатков. Знакомый нам запах прелого леса — это запах грибной активности, ферменты грибов всюду трудятся, удаляя следы прошлой жизни.

Грибная мякоть — сушая находка и для стола человека. Это установили сейчас и химики, определив химический состав мицелия, он оказался близок к оптимальным требованиям нашего организма. Но еще раньше, тысячи лет назад — этот же вывод безошибочно подсказали наши собственные «локаторы» окружающего мира — органы чувств, поведа человека в лес обследовать его влажную подстилку. Там и обнаружил он разномастные дружины боровиков, опять, сыроежек и других приземистых красавцев все еще не прирученного человеком обширного грибного племени. Действительно, грибы для нас и сейчас — элемент охоты, удачи и сезонной радости. Шампиньоны, выращиваемые в полуискусственных условиях, — уже «кое-что», но эффективность современных шампиньонниц еще не высока: общее производство их в стране достигло в 1980 году всего 2 тысяч тонн, или примерно по 8 миллиграммов на каждого жителя*.

У муравьев-листорезов выращивание грибов поставлено с «размахом», на уровне вполне развитого сообщества этих шестиногих обитателей тропических и субтропических лесов Западного полушария.

Гнездо «зрелого» муравейника, населенного родом атта, поражает своими размерами и численностью обитателей. Если грибные камеры таких гнезд освободить от содержимого, то в них, как в просторном зале, может свободно передвигаться взрослый человек. Число особей в подземных дворцах листорезов достигает 10—15 миллионов. Нетрудно подсчитать, какой нейронной мощью обладает объединенный «муравьиный

* Горленко М. В. — «Микология и фитопатология», 1983, 17, № 3.

мозг»: где-то порядка тысячи миллиардов «умных» клеток.

Это в сотни раз больше, чем имеет в своем распоряжении один человек. Впрочем, и хозяйство племени листорезов под стать объединенной мощи этого коллектива.

Когда муравьи освоили разведение грибов, неизвестно, однако тем, которые встречаются сейчас в их гнездах, найдены родственные виды и среди вольноживущих поселенцев их племени. Грибы, возделываемые в муравейниках и «избалованные» уходом за ними, больше нигде не встречаются.

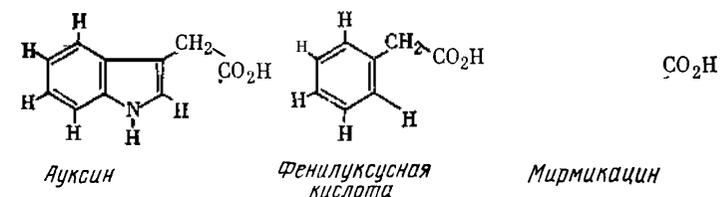
Муравьев-листорезов около 600 видов. Значение этой цифры мы можем оценить, если вспомним, что всех млекопитающих на территории нашей страны обитает около 360 видов. Каждый из этих муравьев в свое время «облюбовал» какой-то гриб и, по-своему окультуривав его, обходится одним видом. В одних муравейниках растут плесневые грибы, в других шляпочные. Среди них можно отметить виды из рода лепиота, лентинус, ксилария и др.

Большинство грибов, культивируемых листорезами, относится к высшим, или **базидиальным**. Их опознают по шляпкам большей или меньшей привлекательности, которые столь разнообразят пейзаж леса и его опушек. В нем они «любят» показываться из почвы после щедрых летних и осенних дождей. Шляпка — генеративный орган гриба, украшение поры его зрелости. Что касается грибов, нашедших неожиданный приют в муравьиных апартаментах, то им не суждено покрасоваться в «костюме совершеннолетия»: муравьи-листорезы не позволяют своим «плененным» грибам таких «вольностей», поскольку образование генеративных органов, к которым относится шляпка, грозит неконтролируемыми генетическими перестройками и изменением качества единственного муравьиного кормильца. Муравьи умудряются удержать трудно удержимое: уст-

ремление каждого вида к самообновлению. С этой целью муравьи-операторы, самое мелкое племя из колонии листорезов, своевременно обкусывают генеративные побеги, то есть делают примерно такую же «прищипку», что и огородники при выращивании помидоров и других растений.

Подобная генетическая служба у муравьев означает, что грибу позволено лишь вегетативное размножение с гарантированным для муравьиного племени воспроизводством всех необходимых ему пищевых свойств. Этого мало. Ученый из ФРГ Шледкнехт решил химически исследовать те добавки, которыми муравьи снабжают свои грандиозные грибные плантации.

Вот какие вещества он выявил:



Биологически активные вещества в грядках грибных плантаций муравьев-листорезов рода атта.

Прежде всего обратим внимание на ауксин, присутствие которого в меде столь взволновало нашу исследовательскую группу и вызвало подозрение о причастности к его производству насекомого. Ауксин стимулирует рост различных тканей. Однако избыток стимуляции может оказаться таким же вредным, как и ее недостаток. Для сбалансированного роста всегда нужен и гормон-стимулятор и его антагонист — **ингибитор**. Таких ингибиторов в грибных отсеках листорезов оказалось сразу несколько. Главным из них было соединение, нареченное мирмикацином в честь родового названия этого племени шестиногих.

Шледкнехт обнаружил и пестицид* третьего типа: фенилуксусную кислоту. Она обладает антибактериальным действием, что имеет принципиально важное значение для культивирования гриба на таком богатом субстрате (питательная смесь), каким являются изжеванные листья.

Обычно растительные соки разлагают бактерии, имеющие большую скорость роста и, соответственно, усвоения субстрата. Грибы растут медленнее, поэтому им достается то, что не способны усвоить бактерии. Однако биомасса самих бактерий, или одноклеточных, по своим пищевым качествам значительно уступает грибной массе.

Муравьям, начавшим выращивать грибы, пришлось так или иначе «решить» биотехнологическую задачу принципиальной важности — подавить развитие вездесущих и биохимически слишком активных бактерий. Как показал Шледкнехт, это помог им сделать муравьиный пестицид — фенилуксусная кислота.

Итак, «сельское хозяйство» муравьев-листорезов производит глубокое впечатление. В «созревших» колониях кормовой грибной отсек имеет гигантские размеры, он весь опоясан симметричной сетью вентиляционных и коммуникационных туннелей.

Листорезы собирают субстрат с площади в пределах одного — двух гектаров. Фуражировочные выходы из муравейника тщательно замаскированы, но расположены радиально. Муравьи снимают листву последовательно по секторам и когда возвратятся в тот, с которого начали, то находят еще более пышную растительность. Таким образом, у них налажен радиальный зеленый конвейер по рациональному использованию окружающих природных ресурсов.

В результате в зоне, освоенной муравьями, флора

* Пестициды — вещества, влияющие на рост растений и их защиту от неблагоприятных факторов среды.

не только не угнетена, а развита лучше по сравнению с той, где муравьев нет.

Американский ученый Вебер, отдавший десятки лет своей жизни изучению листорезов, написал о них монографию с несколько неожиданным для неспециалиста названием «Муравьи-листорезы. Экономика и организация». Сам факт появления такой книги, написанной профессиональным ученым, говорит о том, что тайны биотехнологических процессов в гнездах общественных насекомых, бывшие ранее разве лишь предметом удивления, становятся областью весьма перспективных научных исследований.

АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС В МУРАВЬИНОМ РАКУРСЕ

Ненадежность партнеров по производству пищи. — Тревоги профессора Рамачандрана. — «...приятное малоделие... и значительный доход».

Муравьи-листорезы и методы, применяемые ими для снабжения своих колоний пищей, наводят на неожиданные мысли. Их огромные грибные цеха — некий аналог агропромышленного комплекса. Какие же выводы можно сделать из сопоставления деятельности муравьев с нашей человеческой практикой?

В поведении шестиногих есть подкупающие своей рациональностью черты. Муравьи-листорезы «сделали ставку» на организм-посредник. По использованию органического вещества гриб-посредник эффективнее наших животных в 5—6 раз. Имея на промежуточной ступени такой запас прочности, муравьи могут «позволить себе» не беспокоиться о продуктивности окружающей флоры.

У человека заботы прямо противоположного характера: очень низкий коэффициент усвоения организмом высшего животного — нашего посредника — расти-

тельной пищи вынуждает людей максимально «выдаивать» землю, поэтому человек делает ставку на интенсивное земледелие. Но и сверхинтенсивные методы эксплуатации земли недостаточно компенсируют неэкономичность выбранных партнеров по производству пищи. В связи с наблюдающимся изменением отношения человека к животному миру возникают и проблемы этического характера.

Потери органического вещества при его биоконверсии в пригодный для питания продукт через основные «биохимические фабрики» выбранных человеком посредников, то есть сельскохозяйственных животных, велики.

Большую часть вещества наш «биоконвертер» — животное — «сжигает» в виде энергии. Особенно неэффективно производство мяса. В этом случае теряется 90 процентов исходного протеина. Несколько более эффективно производство мяса бройлеров, молока и яиц, где выход полезной продукции приближается к 30—38 процентам.

Известный индийский ученый в области питания Н. Рамачандран по этому поводу пишет: «Чтобы получить из животной пищи 1 калорию, на корм животным нужно затратить около 7 калорий в виде пищевого зерна... В конечном счете получается, что домашнее животное весит в среднем почти в три раза больше, чем человек, занимает в 10 с лишним раз большую площадь и потребляет (в пересчете на сухие питательные вещества) почти в 13 раз больше продовольствия».

Эти ошеломляющие потери ученый комментирует очень решительным образом: «Из всех методов производства продовольствия животноводство наименее экономично» и далее «не подлежит сомнению, что мировой голод целиком обязан губительной страсти к мясу».

Сказано, может быть, излишне категорично, но главное оттенено: путь получения пищи за счет жизни другого не отличается экономичностью,

Первичные продуценты пищи — растения — сильно различаются по накоплению питательных веществ. Высокой урожайностью отличаются корне- и клубнеплоды, в частности картофель. Растение очень отзывчиво на условия возделывания, урожайность его колеблется от обычных 20—30 тонн с гектара до 50—80 и более тонн. Клубни картофеля содержат 18—20 процентов углеводов и лишь 2 процента белка, но белок этот — отличного качества: сбалансированный по аминокислотному составу. Уже при заурядной урожайности картофель накапливает на одном гектаре с полтонны белка, при рекордной же урожайности, достигнутой, в частности, агрономом И. Лисицыным из Горьковской области — 160 тонн, гектар способен дать 3 тонны белка. Это более чем в 30 раз превосходит количество белка в мясе животных, выкармливаемых нами на той же площади. А главное содержимое нашего второго хлеба ведь — углеводы, а не белок! Химия «задним числом» пояснила, почему эта культура, не в столь давние времена завезенная с Нового Света, полюбилась во всех странах мира.

Таким образом, земля может обеспечить пищей практически неограниченное число людей, если «уважать» законы конверсии и избыточную щедрость флоры не разменивать на расточительное вскармливание тех животных, которых природа вряд ли предназначила исключительно в качестве материала для наших бифштексов.

И все же надо считаться с реальностью: традиции населения в питании очень устойчивы, и мясная продукция в ряде стран еще долгое время будет пользоваться высоким спросом. Выход из положения (пока, к сожалению, лишь теоретический) дает наука: мясную продукцию либо ее ближайший эквивалент можно будет производить с промышленным освоением культуры клеток животных тканей. Реализация такой возможности позволит получать продукцию высоких стандарт-

ных характеристик и избежать печальной необходимости убивать молодых и здоровых животных, повышая одновременно эффективность использования исходного сырья. Разумеется, тех же растительных субстратов.

С другой стороны, величина «био конверсионного налога», который мы платим за пристрастие к животноводческой продукции, свидетельствует, что производство молока, яиц и бройлеров — наиболее экономично и одновременно наиболее гуманно по отношению к «братьям нашим меньшим». Природа или ее законы (познанные нами они становятся наукой) сами ведут нас путями наибольшей экономической целесообразности.

Что же произойдет, если человек возьмет на «вооружение» муравьиную технологию и, совершив рейд к подземным грибным цехам листорезов, похитит выпестованный ими гриб? Организовав его выращивание для своих собственных целей, он прежде всего улучшит снабжение себя белком: грибы, как мы выяснили, намного эффективнее животных перерабатывают растительную пищу. Теоретически положение выглядит крайне заманчиво: два рода листорезов атта и аттина насчитывают вместе более 600 видов, причем каждый вид, как правило, имеет свой штамм гриба. Следовательно, шансы выйти на новый вид пищи весьма значительны.

С таксономической и биохимической точек зрения мы не видим никаких противопоказаний к тому, что виды, используемые листорезами, могут оказаться несъедобными или токсичными для человеческого организма. Как показала тысячелетняя практика отношений человека с другим видом общественных насекомых — пчелами, их пища имеет столь высокие качественные показатели, что проявляет не только диетические, но и выраженные целебные свойства. Удивляться здесь, конечно, нечему: основной биохимический обмен всех живых организмов, включая и такие отдаленные ветви, как позвоночные (человек) и беспозвоночные

(пчела), весьма близок, поэтому сходны и их требования к пище.

Аминокислотный состав «тела» грибов — мицелия либо его генеративного органа — шляпки — очень схож с белком сои, особо выдающейся белковой культуры, и намного более оптимизирован к требованиям человеческого организма, чем, например, белок пшеницы. Автор склонен думать, что пищевые качества «муравьиных грибов» не ниже, чем у дикоживущих аналогов грибного племени, которых уже тысячелетия человек собирает в лесу, разнообразя и обогащая свое меню.

В последние годы технология выращивания грибов достигла больших успехов: грибы приспособились расти в погруженной культуре, или на жидких средах. Значение такой технологии трудно переоценить: она позволяет применить те же промышленные способы выращивания ценного продукта, что и при производстве антибиотиков, когда используются их отдаленные «родственники» — несовершенные грибы. Грибы в описанных условиях растягивают, не доводя до фазы образования генеративных органов — шляпок, удерживая их в юной, или ювенильной, фазе, то есть несколько по-иному делают то, что осуществляют на своих грядках трудолюбивые листорезы.

Таким образом, человек может взять готовые «отсеleccionированные» листорезами штаммы грибов и начать внимательно присматриваться к опыту еще одной очень многочисленной группы общественных насекомых — термитам. Эти труженики перерабатывают при помощи целых совмещенных «коллективов» посредников (так называемые синтрофные системы организмов) наиболее трудноусвояемый субстрат биохимического «производства» растений — лигнин. Главное, про грибы, выращиваемые термитами, уже не нужно выяснять, съедобны они для человека или нет. В местах их массового распространения, в частности в Юго-Восточной Азии (Таиланд), население уже давно их ис-

пользует в виде особо ценного деликатеса. Грибы иногда прорастают на склонах термитников. Внешне они мало отличаются от обычных лесных шляпочных грибов.

Внедрение столь высокоэффективных посредников для производства пищи и открывает возможность... досыта накормить человечество медом!

- Действительно, биотехнология в «муравьином ракурсе» приоткрывает нам оконце в удивительное будущее. Освоение эффективных организмов-посредников типа грибов позволит удовлетворить потребности человека в питательных веществах с гораздо меньшей площади возделываемой земли. Освобождающиеся уголья могут быть в таком случае предоставлены нектароносному разнотравью и «обслуживающим» его медоносным пчелам.

Что говорят по этому поводу цифры?

Современная технология ухода за пчелами позволяет получать от одной семьи 50—100 и более килограммов меда в год. Взяв среднюю цифру (75 килограммов) и приняв норму потребления меда 10—20 килограммов в год на одного жителя (в среднем 15 килограммов), мы получим, что в нашей стране при увеличении численности населения до 300 миллионов человек нужно содержать около 60 миллионов пчелиных семей (одна семья пчел на 5 человек). Это примерно в 6 раз больше теперешнего уровня. Доля медоносов в окружающей среде благодаря ослаблению «давления» на землю кормовых культур и благоприятного изменения структуры посевов (смещение в сторону более ценных по кормовым и одновременно медоносным достоинствам растений — клевер, донник, эспарцет, рапс и т. д.) будет резко возрастать, обеспечивая нектаром увеличивающееся «поголовье» пчел.

Мы описывали примеры содержания очень большого числа семей на ограниченной площади, так что резкая интенсификация пчеловодства в результате корен-

ного улучшения кормовой базы — задача вполне реальная.

Кто же будет обслуживать эти дополнительные 50 миллионов производственных единиц?

Учтем потенциал лишь приусадебного пчеловодства: его развитие не требует заметных государственных капиталовложений. Обычно любитель держит 8—10 семей.

Если и сохранится его пристрастие к содержанию таких скромных по размерам пасек, то потребует вовлечь в посильный медовый промысел еще 5—6 миллионов сельских жителей и горожан, тяготеющих к этому роду занятий. Можно верить, что они и смогут превратить нашу страну в желанное медовое «эльдorado».

Вспомним, что писал еще в 1830 году о занятиях пчеловодством изобретатель первого рамочного улья Петр Иванович Прокопович: «Пчеловодство представляет собою благороднейшее занятие для мыслящих людей. Благовидность существования пчел, любопытнейшие в них явления, отличная изящность их произведений, легкое и приятное малоделие при их содержании и управлении и значительный доход ими доставляемый, без отягощения других, — все сие должно привлекать каждого хозяина к пчеловодству и возбуждать желание завести пчел».

Действительно, уже сейчас пчеловоды-любители производят более половины товарного меда в стране, и тяга к занятию пчеловодством с каждым годом **заметно** усиливается.

Есть ли «подводные камни» на путях решения столь заманчивых проблем? Прежде чем ответить на вопрос, вспомним историю внедрения в сельскохозяйственную практику культуры, которая прямо **конкурирует** с пчелами за снабжение людей сладким. История эта весьма поучительна.

Речь идет о сахарной свекле.

СПАСИТЕЛЬНАЯ МИССИЯ САХАРОЗЫ

Ретро-мотив свекловичного сахара. — «Подсчитали — прослезились». — Первое и второе рождение сахарной свеклы.

Введение сахарной свеклы в земледелие оказало необычайно большое влияние и на структуру питания человека и на судьбы пчеловодства. Окультурив ее всего 200—250 лет тому назад и научившись выпаривать сок, человек овладел самой «субстанцией» сладости — чистой сахарозой, или сахаром.

Это была истинно «сахарная бомба» в виде дешевых сахарных многофунтовых головок, взорвавшаяся над мирно процветавшим до того многовековым промыслом.

Более трудоемкое и не столь производительное пчеловодство не смогло выдержать конкуренции и стало приходить в упадок. Триумфальное шествие сахара, извлеченного из свекольного, а еще ранее — из тростникового сока, повлияло и на другое: оно сделало меню человека... более сладким. Энергетические потребности для организма приоритетны над «строительными» и именно об этом нам и сигнализируют наши вкусовые рецепторы, влекущие человека к сладкому. Сладкое — это углеводы, которые служат основным энергетическим топливом организма. Овладев наиболее распространенным из них — сахаром, человек стал добавлять желанное для организма вещество в ранее немислимое множество блюд.

Что при этом произошло? —

Пробуя на вкус очередное «достижение» кулинарного искусства, человек доверяется вкусовым ощущениям («организм знает лучше!»), ведь в них запечатлен генетически записанный опыт оптимальных для него комбинаций пищевых веществ, которыми нас одаривает в своих плодах и фруктах природа.

192

При манипулировании чистым сахаром появляется возможность «провести» строгих контролеров организма — рецепторы и соответствующие нервные центры, анализирующие поставляемую им информацию. Как мы видели раньше, растения «напитывают» свой зрелый плод оптимальной по «человеческой вкусовой шкале» 10-процентной сладостью, а также всеми остальными компонентами, благоприятно влияющими на состояние своего союзника. Это побуждало нашего далекого предка, а также способных сорвать плод животных, на «встречу» со столь приятной и полезной пищей.

Однако корнеплод сахарной свеклы не приспособивался в течение эволюции под приматов. Поэтому, когда человек проявил инициативу по его окультуриванию, он столкнулся с рядом совершенно непредвиденных для него проблем. Он получил чистый сахар. Это было великим достижением его технологической мысли. Однако победу пришлось, как выяснилось, вскоре оплачивать. Добавляя к содержимому блюда до 10 процентов сахара, можно, конечно провести через контрольно-пропускной пункт наших вкусовых рецепторов, считай, любое произведение кулинарного гения человека.

Но что делать желудку, а потом и кишечнику, не ожидающим, что о них наш высший иерарх — мозг будет думать в последнюю очередь? Первый предназначен в основном для переваривания белковой пищи. Если доля углеводистой в ней будет искусственно завышена, то протеазным ферментам доступ к их мишеням — молекулам пищевого белка будет отнюдь не облегчен. В результате эффективность пищеварения снизится.

То же самое произойдет и в кишечнике, куда поступит недопереваренная пища из желудка и где наступит черед работать уже другим ферментам, чтобы расщеплять сложные сахара и липиды до более простых Усвояемых соединений.

С сахаром положение «еще куда ни шло» — он сам по себе пищевая ценность. Хуже, когда используются вовсе несъедобные вещества, типа того же сахарина, который в 0,5 тысячи раз слаще сахара (!), а также полученные путем химического синтеза различные эфиры, кетоны, альдегиды, имитирующие и маскирующие вкус и запах природных продуктов. В качестве их источников могут использоваться и сами растения, отличающиеся их высоким содержанием, и получаемые из них препараты, так называемые специи, приправы и т. д. Усыпляя химическую бдительность наших входных «контрольно-пропускных пунктов» — рецепторов вкуса и запаха, они позволяют загрузить желудки человека самыми невообразимыми сочетаниями продуктов. К сожалению, это вызывает уже вполне зримые по последствиям сочетания «современных болезней». Далеко за примером ходить не надо: «сахарная болезнь» — диабет. Разве не вносит решающего вклада в ее развитие нарушения в единой цепи: вкус — содержание опознаваемого рецепторами вещества в пище и тончайшая регулировка процесса пищеварения? Вносятся, и это касается не только сахарозы, сравнительно быстро «указавшей» человеку на необходимость быть сдержанным перед лицом желанных, но слишком доступных продуктов. Об этом нам в свое время говорила и обманная сладость ягод вороньего глаза, волчьего лыка и других представителей нашей флоры.

О том, что одна из главных причин возникновения многих болезней — нарушения в системе питания — свидетельствует тот факт, что они зачастую излечиваются лишь одной правильно налаженной диетой.

Воссоздание естественных отношений вкуса и качества пищевых продуктов — одно из важнейших требований к охранению чистоты внутренней среды человека и условий стабильности его здоровья. Припомним, сколь эффективна эта служба у пчел в отношении их матки, практически не подверженной ни влиянию воз-

раста, ни болезням. Пчелы ее, как млекопитающие своих детенышей, кормят лишь «чистой пищей» — выделениями специальных желез. В ней исключены все нежелательные вещества и токсические добавки, которые могут попасть на «стол» пчелы из внешнего мира. Это разгружает выделительные и очистные системы организма матки, предотвращая его преждевременный износ и старение.

Человек в этом отношении не столь строг. Увлечение различными приправами, специями, «снадобьями», чрезмерными термическими, химическими и прочими обработками пищи приводит к внедрению в организм соединений, не свойственных природным продуктам. Организм может не иметь соответствующих ферментных систем для их выявления и детоксикации, что проявляется в различных формах аллергии и отклонениях, приводя к болезням и преждевременной старости. Сахароза преподнесла хороший урок человеку, указав, сколь важно правильное соотношение между запаховой и вкусовой «оберткой» продукта и его истинной пищевой ценностью.

Не меньше иллюзий и разочарований было вначале и с внедрением сахара в пчеловодную практику. Как-то уцелел в конкурентном соревновании с сахарной промышленностью (во многом благодаря воску), пчеловодство превратилось... в заметного потребителя сахара — им стали кормить пчел.

Результаты не замедлили сказаться. Отбор меда от семьи в первые годы увеличился, поскольку взамен **необходимого** для зимовки продукта можно было давать более дешевый сахар. Определив присутствие в сиропе, который человек предложил своим питомцам, высокого содержание сахара (обычно около 60—70 процентов), пчела ведет себя не менее активно и доверчиво, чем ребенок, тянущийся к сладкому пирожному. Она с жадностью наполняет им свою транспортную ем-

кость — медовый зобик и, перенося в соты, подвергает его обработке по полной технологической схеме.

Из занесенного в соты сахарного сиропа пчелы активной вентиляцией изгоняют излишнюю влагу, добавляют в него нужные ферменты и полностью расщепляют сахарозу на два образующих ее компонента — фруктозу и глюкозу, после чего снабжают «изделие» охранным ферментом ингибином и другими «присадками», улучшающими его сохранность и качество.

«Вера» пчелы в доброкачественность принесенного корма столь велика, что она, выполнив все операции, запечатывает созревший и полностью отработанный продукт специальной восковой пластинкой — «знаком качества». Теперь уже и пчеловоду, и потребителю трудно отличить истинный мед от такого «подставника», далеко неравноценного по своим качествам природному продукту.

Сколь хорош или плох для самих пчел этот заменитель? На этот вопрос нельзя ответить однозначно. В некоторых случаях только сахар и спасает пасаеку от верной гибели. Пчелы, размещенные в лесной местности, порой могут нанести в ульи падевого меда. Первичная основа падевого меда — не нектар растений, а сахаристые выделения тлей и различных червецов, сосущих лиственный сок — флоэму. Падевый отличается от цветочного меда повышенным содержанием минеральных солей и других неусвояемых веществ. Они не представляют опасности для питания пчел летом, но запасливые насекомые иногда натаскивают необычного меда больше текущих потребностей, складывая его в соты, где расположится впоследствии зимующий клуб.

Это грозит неисчислимыми бедами пчелиной семье, если ей суждено переживать зиму в холодном климате. Примерно к середине зимы вся толстая кишка пчел оказывается переполненной непереваженными остатками корма, потребление же новых доз вызывает их насильственное извержение. Рамки и все гнездо пачка-

ются, обретают несвойственный обиталищу пчел неприятный запах, семья волнуется, потребление корма усиливается, что только усугубляет ее тяжелое положение.

В «досахарный» период случались годы, обычно отличающиеся плохим нектарным взятком, когда от вынужденной зимовки на падевом меде опустевали целые пчеловодные районы. Такие случаи неоднократно отмечались в начале века в крупнейших зонах производства липового меда — в Башкирии и Татарии, примыкающих к ним лесных районах Центральной России.

Своевременная выкачка негодного для зимовки меда и замена его на сахар и выручает пасеки, а человек еще раз предстает перед пчелами как спаситель. Первый раз, переселив маленьких тружениц ближе к своему жилищу, он защитил их от лесного «разбойника» медведя и вороватой куницы, а теперь уже с высот овладения органическим веществом нашел приемлемый заменитель меда — сахар.

Пчелы при соблюдении определенных условий могут неплохо перезимовать и на своевременно скормленном им и переработанном сахарном сиропе. В лесных «падеопасных» районах разумное использование извлеченного из свеклы сахара придает пчеловодству более стабильный характер. Те же районы, где лесов мало и опасность заноса пади невелика, обычно отличаются и весенним дефицитом по сбору белковой пищи — пыльцы, так как многие растения — ее поставщики одновременно служат «кормовыми площадками» для тлей (ольха, ива, лещина и т. д.). В таких зонах кормление семей сахаром, как правило, невыгодно и приводит к снижению их производственного потенциала: сахарный мед, хотя и позволяет пчелам пережить зиму, все же по качеству резко уступает естественному, переработанному из нектара растений.

Он совершенно не содержит бесценной «свиты» веществ-добавок, столь щедро отданных нектару расте-

ниями. А, как мы знаем, добавки обеспечивают его сохранность в «местах производства», то есть нектарниках, от атак вездесущих дрожжевых грибов и бактерий и укрепляют здоровье существ, которым он предназначен. Поэтому совершенно недопустимо, чтобы сахар — этот вынужденный заменитель, лишь в ограниченном количестве годный для питания взрослых насекомых во время зимовки, становился кормом их личинок. Пчелы таких «сахарных» пасек имеют заниженные физиологические характеристики и уступают по продуктивности семьям, получающим пока непревзойденный естественный корм — цветочный мед.

Узнав о «просчете» семьи с падевым медом, читатель вправе спросить, почему же пчелы в летнее время, когда их информационные службы максимально активны, могут столь роковым образом ошибаться?

Сбор такого низкокачественного для семьи корма, как правило, бывает вынужденным: при условии выбора, когда в природе есть нектар и падь, пчела всегда предпочтет нектар. Лишь отсутствие богатых нектарных источников заставляет семьи заготавливать большое количество «сомнительного» продукта.

Семьи могут успешно перезимовать в гнезде, в сотах которого содержится много пади, если после падевого взятка открылся нектарный. Тогда в первую очередь они потребляют зимой собранный мед и потом уже добиваются до участков с падью. Но к этому времени близок спасительный весенний облет, когда можно будет освободиться от чрезмерных «накоплений» в толстой кишке в результате вынужденного многомесячного затворничества и питания «не своей продукцией».

Так что и здесь мы можем увидеть логику жизни, ведущую пчел-фуражиров на сбор падевого меда: это дает шанс на спасение, которого могло бы не быть, если бы сборщицы ради сохранения чистоты своих «патентов» на солнечную продукцию цветка ждали бы нектарной милости природы.

В Западной и Центральной Европе пчелы собирают очень много падевого меда, который стал необычайно популярен у местного населения. Основной его источник — хвойные растения (пихта, ель). Падевый мед с них имеет зеленоватый оттенок и на вкус весьма приятен в отличие от пади, собираемой с лиственных пород (липа, дуб, осина и т. д.), которая, как правило, превращается в очень густой темный и плохо кристаллизирующийся продукт. В нашей стране падевый мед главным образом потребляет кондитерская промышленность, которая использует его для изготовления нечёрствяющих пряников. Население покупает этот мед крайне неохотно.

За рубежом падевый мед называют лесным. Потребители его убеждены в том, что он обладает повышенной диетической ценностью для организма. В самом деле, в создании падевого меда принимают участие три «действующих лица»: растение, колонии тлей, высасывающих и сортирующих по содержанию его флоэму, и пчелы, улучшающие, по-моему, качество любых исходных продуктов.

Сами пчелам в Западной и Центральной Европе лесной мед приносит мало вреда. Зимы **здесь** мягкие, и пчелы могут чаще вылетать на спасительный очистительный облет.

Следует сказать, что аналогичная процедура спасения пасек сахаром возможна и в ином случае — при сборе нектара с таких растений, как подсолнечник, рапс, сурепка, горчица и других крестоцветных, а также с любителя позднего цветения — вечнозеленого вереска, расстилающего сиреневато-фиолетовые ковры на сосновых супесях наших западных районов. Мед, приготовленный из нектара этих растений, также нельзя оставлять в зимовку, если пчелы по 5—6 месяцев лишены возможности вылетать наружу.

Мед, собранный с крестоцветных, легко кристаллизуется в сотах и поэтому лишь частично может быть

использован пчелами в зимнее время. Вересковый мед так же, как и падевый, прекрасен для изготовления хмельных напитков, о чем был хорошо осведомлен шотландский поэт Р. Берне, судя по его поэме «Вересковый мед», но содержит повышенную долю неперевариваемых пчелами веществ. Его также не следует оставлять на зиму.

Во всех этих случаях сахарный сироп может выручить пасеку. Еще лучше, конечно, скормить пчелам заведомо доброкачественный мед, запасы которого должны быть у любого заботливого пчеловода. Однако экономическая сторона дела здесь слишком сильно склоняет к «сахарному» приему.

Итак, отношения пчеловодства и сахароварения как-то нормализовались: цена на мед на мировых и национальных рынках возросла и стала соответствовать его более высоким диетическим, пищевым качествам и трудоемкости производства, а сахар взяли на вооружение пчеловоды, научившиеся с его помощью спасать пасаки в неблагоприятные годы.

Потенциал сахарной свеклы велик. Эта культура, наряду с ее ближайшей родственницей кормовой свеклой, — чемпион земледельческих зон, расположенных в умеренном климате, по урожайности.

Шестиве сахарной свеклы по нашим полям было **триумфальным**. Сейчас, благодаря развитию методов биотехнологии, возможно, назревает еще одна революция, в которой это мощное и высокоурожайное растение и другие корнеплоды, отличающиеся высокой урожайностью, могут сыграть главенствующую роль.

На этот раз речь идет о решении при ее помощи... белковой проблемы. На этот путь, кстати, «указывают» и общественные насекомые, в частности, опыт решения «продовольственной проблемы» муравьями.

Сахарная свекла в расчете на гектар площади посева накапливает в несколько раз больше органического вещества, чем зерновые — «становой хребет» современ-

ного сельского хозяйства. Причем основной продукт ее биосинтетических накоплений — сахар — служит идеальным субстратом для биоконверсии при помощи грибов. Возможно, именно тех, которые с успехом **воз-**дельвают и сами муравьи-листорезы. Однако основными компонентами продукта такой биоконверсии будут уже не сахара, а пищевой белок высокого качества. Гриб направляет сахара свеклы и другие вещества, накопленные ею, на синтез своего «тела» — мицелиальной биомассы, представленной главным образом белками и в **меньшей** степени углеводами. Гриб — такой же универсальный «синтетик» белка, как и растение: он может собрать все незаменимые аминокислоты из **ми-**нерального источника азота, а он пока не является дефицитом. Азот можно получать из воздуха химическим синтезом. Единственное, что нужно грибу — так это источник химической энергии, лучший из которых — углеводы. Ими-то и богаты как корнеплоды свеклы, так и ее ботва, а также картофель, о возможностях которого мы уже говорили.

Расчет показывает, что использование такой культуры, как сахарная свекла, либо близких к ней по урожайности и составу биомассы кормовых растений — турнепса, брюквы, кормовой свеклы, позволяет получить с гектара около 2,5 тонны белка, или в 5—6 раз больше, чем может дать с такой же площади соя или пшеница и, примерно, в 25 раз больше, чем животные, предназначенные для получения мяса.

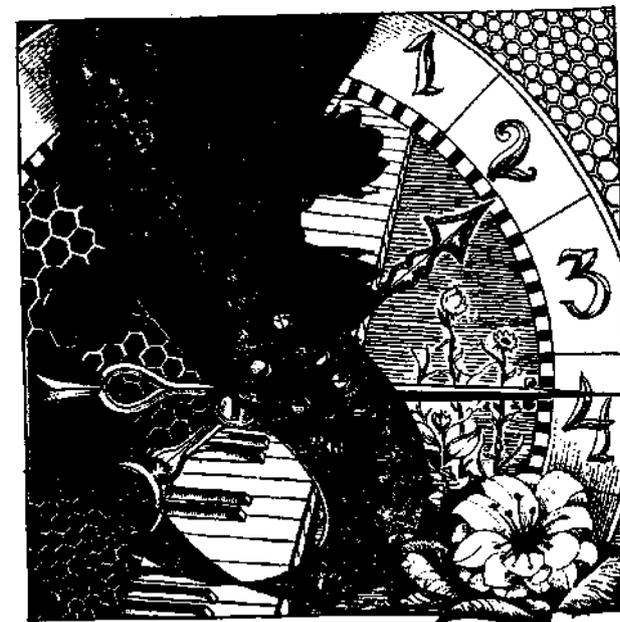
Кроме того, мы здесь еще не учли белок, синтезируемый самим растением (около 3 тонн в случае рекордной урожайности того же картофеля). Так что общий выход белка может достигать фантастических величин, и они — реальные рубежи новых биотехнологических схем, на которые нас наводит опыт общественных насекомых.

Для биоконверсии по «листорезному типу», то есть **О использованием** в качестве организма-посредника

грибов, можно брать и любое другое растение. Даже из списка конкурентов в освоении вспаханных земель — сорняков, которые минимально требовательны к внешним условиям. Например, того же «зеленого медведя» — разлапистого лопуха, чрезвычайно выносливого и способного давать большую биомассу, в более южных районах — земляную грушу или иное растение. Можно также вообще не затруднять себя посевом или уходом за определенным видом, а использовать чисто «листорезный прием» — периодически подкашивать естественно складывающуюся в зоне расположения био-конверсионных цехов флору. Адаптируясь к такому повторяющемуся приему, ее видовой состав сместится в сторону большей продуктивности биоценоза.

Конечно, трудно ожидать, что у человека резко изменятся теперешние вкусы и доля грибной пищи станет высокой. Однако биотехнология на основе микологического синтеза (использование биохимических возможностей гриба) позволяет решать проблему кормового белка для наших животных. Исходным продуктом могут служить различные несъедобные для четвероногих отходы сельскохозяйственного и других производств (поврежденное при хранении зерно и сено, мелкоцветочный корм, отходы различных гидролизных и биохимических производств, лесохимической промышленности и т. д.). Грибы, напомним, — природные очистильщики нашей планеты и практически любое органическое вещество для них — желанная пища.

Так или иначе, не исключено, что будущее наших агропромышленных комплексов обретет совершенно иные черты по сравнению с теперешним ликом. Перспективы заманчивы: это и резкое уменьшение потребности в возделываемой земле, и возможность сосредоточения всего комплекса и перерабатывающих предприятий и питающих их сырьем посевов вблизи благоустроенных поселений городского типа.



ПОВЕДЕНИЕ ПЧЕЛ

ВЛАСТНЫЙ ЯЗЫК ПОПУЛЯЦИИ

Индивидуальное и общее. — Химические контакты. — Бегущая по волнам времени.

У самих общественных насекомых явно намечается корреляция между численностью их колоний и уровнем «цивилизованности». В самом деле, сверхкрупная колония должна уметь решать и «сверхзадачи» по снабжению себя пищей и координации действий своего многочисленного «трудового коллектива».

В их семьях все рабочие особи, а это преобладающее население, — генетически однородны*. В этом проявляется их коренное отличие от других известных форм объединения животных, в том числе приматов. Более того, у общественных насекомых каждая особь не может даже относительно короткое время существовать отдельно от семьи.

Пчела, изъятая из улья и помещенная, казалось бы, в идеальные для нее условия по параметрам среды (пища, температура, состав воздуха), но лишенная контакта с другими пчелами, неминуемо и быстро погибает.

Дарующий жизнь контакт включает помимо прямого информационного обмена, осуществляемого через систему касаний антеннами, звуков, языкового поведения (танцы) и т. д., и обмен особыми веществами. Это сплачивает колонию не только в информационную, но и физиологическую целостность. Впрочем, и трофилаксис (обмен пищей) происходит столь быстро и постоянно, что каждая особь семьи обретает особый, не родовой, а семейный специфический запах. Он меняется в зависимости от растительного источника, с которого пчелы-фуражиры приносят в улей насыщенные ароматами нектар, пыльцу и прополисную смолу, однако благодаря трофилаксису запаховая «палитра» остается строго семейной характеристикой каждой особи и позволяет сторожевым пчелам немедленно отличать своих пчел от чужих.

К особым веществам, которыми обмениваются общественные насекомые, относятся уже упоминавшиеся нами феромоны. Они имеют родовую природу и действуют в крайне ничтожных концентрациях. Важней-

* В семяприемниках матки хранится сперма от нескольких оплодотворивших ее трутней, но они расположены слоями, так что в течение сезона практически выбирается лишь один слой, и пчелы получают однородный генотип.

шая их особенность заключается в том, что каждая особь колонии должна через определенный промежуток времени (для летних пчел около 40 минут) непременно получать некоторую их долю. В противном случае поведение особи резко меняется: вначале она испытывает состояние депрессии, после чего в ней пробуждаются стимулы уже иного поведения. Пчелы могут приняться за отстройку маточников. Выведя себе новую матку, они ликвидируют нетерпимый дефицит **жизнедающих** веществ.

Благодаря трофилаксису — постоянным кормовым, а также феромонным контактам, в семье пчел функционирует очень эффективный механизм регуляции, синхронизирующий и на вещественном уровне важнейшие процессы ее жизнедеятельности: роение, мобилизацию на медосбор, защиту и т. д. Аналогичных механизмов мы не находим у млекопитающих, в том числе у человека, вследствие чего сама структура колоний пчел, в отличие от общественных организаций высших животных приобретает принципиально иные, совершенно необычные свойства.

У тех животных, которые не спаяны в такую органическую целостность как семья пчел, повелительность, или императивность стимулов, рождаемых контактом, в которых проявляется «воля и высшие интересы» популяции, обнаруживается главным образом в половых инстинктах. К ним относятся сезонные миграции птиц, рыб, зверей. Выполнение этой видовой программы часто идет вразрез с интересами выживания отдельной особи, вплоть до ее гибели (нерест лососевых рыб и т. п.).

У общественных насекомых популяция в лице семьи предстает в иной форме: постоянный обмен информацией позволяет корректировать поведение каждой особи. Семья ведет себя как единое, сбалансированное целое, создавая впечатление, по определению Реми Шовена, некоего «надорганизма». Она способна сущест-

водить неограниченно долгое время. Однако и поведение семьи, являющейся лишь частью популяции, весьма жестко запрограммировано и ее существование зависит от других семей.

Обо всем этом красноречиво свидетельствует неодолимое стремление семей выращивать трутней. Семья пчел, если она достигла «силы», то есть большей численности, близкой к оптимальной для данного вида (40—60 тысяч), и если ее не ограничивать в этих устремлениях, будет каждое лето выкармливать тысячи увесистых особей мужского пола. На каждую из них семья расходует в 3 раза больше корма, чем на воспитание «полезного» члена своего коллектива — рабочей пчелы. Самой семье выращиваемые ею в таком изобилии трутни не нужны, даже если она и вознамерилась заменить старую, изношенную годами матку на молодую: близкородственное скрещивание у пчел — столь же нежелательное явление, как и у всех других видов. Трутни со временем будут безжалостно изгнаны из улья. Но это — со временем. Летом же трутням — «зеленый свет» во всех ульях. На любые формы непочтительного к ним отношения наложено решительное «табу».

В столь благодатное для них время трутни обладают полным «дипломатическим иммунитетом»: стража улья, которая столь безошибочно выявляет «чужаков», словно бы не замечает их, не чинит дотошного «таможенного досмотра», беспрепятственно впуская во внутренние покои улья. Этим всю пользуются различные вредители, паразитические клещи, проникая в гнездо пчел на широких крыльях трутневой вседозволенности.

Какая сила заставляет семью идти на это?

Пчелиный альтруизм по отношению к трутням объясним лишь на надсемейном уровне: самцы, выращиваемые в одной семье, предназначены для оплодотворения маток из другой и наоборот. Разумеется, каждая

семья в отдельности «не знает» об этом, как нет между ними и соответствующей «договоренности», но механизм, обеспечивающий обновление генофонда популяции и соответствующих алгоритмов поведения, — налицо.

Семья, столько раз демонстрировавшая нам, казалось бы, высшие образцы адаптационного поведения (вспомним «высиживание» роem «решения» при висении на суку дерева), вновь разочаровывает нас не вызывающей сомнения «биороботностью». Границы вида ускользают из поля зрения, показывая нам, что и семья — лишь соподчиненная единица в совокупно действующей системе вида.

Неся жизнедающий контакт и обмен сокровенным — генами — в мире растений, пчелы следуют законам информационного «максимума» и в своей «семейной жизни». Стремление образовывать плотные контактные группы или грозди — характернейшая черта поведения пчел. Одно из таких образований — пчелиный рой. Информационная емкость системы роя благодаря «закольцованной», или гроздевой, структуре объединившихся особей резко возрастает, и он оказывается способным принять скоординированное единое «решение» о времени вылета, маршруте, месте жительства. Мы уже касались некоторых методов принятия таких «решений». Начальные этапы механизма их «вынашивания» могут заключаться в следующем: при воздействии на группу пчел внешнего фактора (отсутствии крова, недостаток пищи, воды, ячеек для прибывающего меда и т. д.) в составляющих ее особях возникают рефлекторные ответы. Они обусловлены индивидуальными свойствами каждой пчелы, в частности, ее возрастом, физиологическим состоянием, врожденными особенностями. Несмотря на практически полное генетическое подобие, пчелы даже одного возраста отнюдь не одинаковы. Так, пчел-разведчиц в семье обычно не более 2—3 процентов, но именно они первыми реагируют на

потребности семьи в корме, устремляясь на обследование участков зацветающей растительности. Семья благодаря им полностью информирована о складывающейся вокруг нее кормовой базе. Если бы таких пчел нарождалось больше, эффективность работы семьи снизилась бы, поскольку далеко не каждый полет разведчицы оказывается удачным, а расходы меда на обеспечение их полетов значительны. Таким образом, доля пчел с повышенной восприимчивостью к тем или иным воздействиям также определяется наследственным механизмом семьи.

В группе пчел, находящихся в контакте, рефлекторный ответ наиболее отзывчивых на данную ситуацию насекомых возбуждает подобный у других, менее восприимчивых, или «вялых», особей. Таких большинство. Первые пчелы выступают перед ними, таким образом, в виде доминант — определителей поведения. Для условно вялых особей ситуацию, побуждающую их к действию, следовательно, можно определить словами «делай, как другие».

Инициативные и более энергичные особи, выступающие в роли доминант, особенно четко выявляются в семейных подгруппах муравьев, где каждая особь живет в несколько раз дольше, чем пчелы, а ее доминирование успевает закрепиться при повторных аналогичных ситуациях.

Эффекты такого рода наблюдаются и у млекопитающих, где они известны как «стадное чувство». Первый пробужденный рефлекс или состояние, например страх, охвативший одну овцу, может выступить в роли поведенческой доминанты, увлекая других. У стада быстро формируется однотипное поведение, и оно в едином порыве срывается с места.

Однако авторитет «стадного чувства» невысок. Группы млекопитающих, отличающихся сравнительно небольшой численностью, чтобы не быть ведомыми «глупой овцой», путем весьма сложных иерархических

оценок, включая прямую «пробу сил», заранее выделяют из своих членов «вожака». Ему и вручается вся ответственность за выживание стада. Система с «вожаком», тем не менее, имеет и обратную сторону: вождь подавляет либо притупляет инициативу других особей, что снижает приспособительные возможности стада в целом. Общий ресурс его поведения оказывается выше уровня реализации.

Ничего подобного мы не обнаруживаем у пчел. Метод «вожака» здесь явно неприемлем уже по той простой причине, что крошечный мозг отдельной пчелы не способен удерживать достаточную информацию для таких всеобъемлющих «руководящих» функций. По этой же причине бессмысленна и отсутствует у рабочих особей борьба за иерархию (чего не скажешь о матках). Семья реализует свой наследственный потенциал при помощи другого механизма. Доминирование проявляется, но путем показа, увлечения или «соблазнения» действием по принципу «делай, как я, веди себя, как я» и т. д. У пчел не наблюдается выраженных форм «репрессивного», или принудительного воздействия одной особи на другую. «Оркестровка» поведения семьи оказывается более тонкой.

Как же в семье формируется разнообразие индивидуумов, способных создать «музыку» согласованного поведения?

Данные науки позволяют сделать вывод, что главную роль играет в этом возрастной фактор. Каждая пчела, хотя и относительно универсальна по своим возможностям, проходит через различные фазы развития.

Только что отродившись, она особенно чувствительна ко всякому внешнему беспорядку в улье, поэтому принимается чистить и лакировать ячейки, выносить мусор. Усиленно потребляя в первые дни пыльцу, она, однако, быстро меняется физиологически — в ней развиваются слюнные железы, способные выделять молочко для кормления личинок. И пчела целиком отда-

ет себя новой миссии. Затем в ней снова произойдут изменения, она будет выделять ферменты, необходимые для переработки нектара в мед, и набухнут ее восковые железы. Когда на брюшке появятся белоснежные пластинки воска, пчела проявит беспокойство и начнет отыскивать место для строительных работ. Затем в ней пробудится инстинкт сторожа и она включится в охрану родного гнезда от непрошенных посетителей. И вот неведомая сила повлечет, наконец, маленькую труженицу в самую вольную, но и самую последнюю в ее жизни работу. Пчела устремится к хмелящим своей нектарной сладостью цветам растений и где-то вблизи от них спустя 2—3 недели затихнет последний трепет ее ажурных крыльев.

Пчела словно бежит по лестнице времени, постоянно меняя стиль и качество, другими словами, цвет своего поведения. Колония, представленная десятками тысяч таких разномастных, или «разноцветных» по своему физиологическому состоянию и восприимчивости особей всегда может исполнить любую поведенческую «арию», отреагировать на любую ситуацию, на которую есть ответные «ноты» в хранящейся в ней поведенческой памяти ее вида.

МАНЯЩИЕ ОГНИ СОЦИАЛЬНОСТИ

Режим дня пчелы-работницы. — «Совещания» в улье. — Загадочная власть пчелиных «нянек».

«Рабочие совещания» пчел, будь это посещение в виде грозди в улье или на суку дерева или наблюдение за танцующей разведчицей, «рассказывающей» о новом источнике взятка, завершаются побуждением отдельной пчелы к какой-либо деятельности, но она может и продолжать ждать более «подходящего» для себя дела.

Исследователи, пометив красками отдельных пчел,

выявили, что пчелиные сутки можно разделить примерно на 3 равные части: фазу покоя, или неподвижности, фазу патрулирования по сотам и фазу собственно того или иного вида деятельности. Выяснилась интересная деталь: далеко не каждая пчела склонна доводить начатую работу до конца, однако ее всегда завершит другая, замечающая «неделки». И все же целую треть суток пчела посвящает выяснению того, что делается в улье, постоянно переходя от одного участка сотов на другой.

Размеренный ход событий в улье и такое безмятежное патрулирование по «владениям» улья идет не все время: случись нападение врага или, наоборот, приятное событие — обнаружение дотошными разведчицами обильного источника пищи, как в семье начинается быстрая перестройка. Рефлекс защиты либо сбора максимального количества корма, вспыхнувший у «ответственных» за эту функцию особей (сторожей и разведчиц), быстро захватывает своими волнами возбуждения более инертную часть населения улья. Происходит хорошо известная пчеловодам «мобилизация». Если ее причина — открывшийся богатый медосбор, результат для пчеловода будет крайне желанный — быстрое утяжеление улья от накапливаемой продукции. Если же причина — раздражение пчел, пасечнику следует побыстрее оценить ситуацию. Возможны два варианта: благоразумно отступить от растревоженного улья, откуда пулями высекаются склонные к самопожертвованию защитницы, будоража пасеку, или переломить решительный настрой семьи обильными порциями дыма из дыمارя, напомнив ей тем самым о еще более страшном — пожаре и необходимости скорее наполнять зобики медом на случай поспешного переселения.

Реакции разных семей на одну и ту же ситуацию неодинаковы, каждая из них имеет «свой характер». Пчеловоды различают спокойных и злых, «работящих» и

«ленивых», «чадолюбивых» и излишне ройливых, «запасливых», умеющих «держаться зиму» и «изнеженных» и десятки им подобных оттенков, которые реально отличают одну семью от другой, давая простор селекционерам и надеждам пчеловода на обретение особо выдающейся породы.

Несмотря на эту разноликость, во всех семьях царствуют единые, «базовые» механизмы регуляции, центральное звено которых — та или иная форма контактов. Надолго ли у пчел хватает этой координирующей поведение сообщества контактной «зарядки»?

Судя по длительности лётного рейса пчелы, совершаемого в одиночестве, лишь на 40—50 минут, после чего пчела вновь ищет контакт со «своими». К этому времени она нуждается и в феромонном подкреплении.

Для практики знание особенностей поведения пчел очень важно. Пчеловод должен так приблизить семьи к кормовым источникам — нектароносным угольям, чтобы за отведенный срок «терпимого одиночества» (около часа) пчела-сборщица успела как можно полнее загрузить свой зобик. В противном случае, она, как пловец-ныряльщик, у которого кончается кислород, возвратится в улей с той медовой «поклажей», которую успела набрать с обследованных ею растений. Она может оказаться столь малой, что не оправдает взятого в полет из улья корма.

Оценивая роль контактов как характернейшей черты поведения пчел, необходимо иметь в виду следующее. Пчелы, обладая в отдельности ничтожным мозгом, в результате постоянных контактов обретают возможность пользоваться информационной системой, которая по емкости становится конкурентноспособной с мозгом наиболее развитых млекопитающих (6—8 миллиардов нейронов и более по сравнению с 10—11 миллиардами у человека и дельфина).

Возникает в таком случае вполне естественный вопрос — возможны ли в семье, обладающей таким фено-

менальным нейровым ресурсом, какие-либо формы разумной деятельности?

Некоторые поведенческие реакции, относящиеся к примитивно рассудочным и свойственным многим животным, пытались оценить по ряду тестов и для пчел. Однако отдельная пчела не показала себя «интеллектуалкой» — она набрала всего 40-50 баллов, в то время как собака получила 60, а волк — все 100 баллов.

Хотя человеческие тесты на сообразительность явно пристрастны, большего ожидать было трудно: мозг отдельной пчелы слишком мал, чтобы удерживать и обрабатывать большой объем информации. Лишь в контакте с себе подобными она может подключиться к объединенному мозгу семьи и приобрести способность гибко реагировать на ситуацию, играя роль «чрезвычайного и полномочного представителя» семьи на любом конкретном участке ее деятельности.

Именно эти причины — небольшой объем индивидуального мозга и ограниченная возможность удерживать информацию — не позволили пчеле подняться на ту ступень, за которой возможно мышление.

У человека мышление — тоже высшая форма контактности, но на принципиально более мощной индивидуальной базе. Исходя из самого факта мышления, мы можем заключить, что оно требует участия уже нескольких десятков, если не сотен миллиардов нейронов и, кроме того, индивидуально емкой памяти, способной удерживать следы прошлых контактов и их сложные ассоциации, включая абстрактные символы (слово).

Все это не в состоянии обеспечить крошечный мозг пчелы, а также любого муравья и термита. Сверхограниченность отдельной особи тем более ярко оттеняет дистанцию разрыва индивидуального и общего, в который уходит вид, обретающий социальность. Ограниченность задач, выполняемых индивидуумом, постоянная соподчиненность его поступков в теснокоординируемом сообществе становится услвием невиданного эво-

люционного взлета. Все эти 5 или 10 миллиардов нейронов, рассредоточенных по отдельным пчелам, начинают организованно взаимодействовать друг с другом, формируя новое качество, порождая музыку согласования, которая затем отразится в конечных плодах совместных трудов, изумляющих нас своим совершенством.

Ничем подобным не могут «похвастать» и самые высокоразвитые млекопитающие, склонные к индивидуальному либо стадному образу жизни. У них, как мы видели на примере овечьего стада, неудачный самозванный лидер («глупая овца») может повести его к гибели, система же с «вожаком» означает репрессии. Сообщество остановилось перед невидимой гранью, не позволяющей ему совершить очередной качественный скачок в новую форму жизни.

Лишь один вид на биологической основе млекопитающих сумел разорвать этот круг обреченности и выйти на просторы широко развитой социальности.

Этим видом стал гомо сапиенс — человек разумный.

Итак, у нас нет оснований полагать, что отдельная пчела (или муравей, термит) способна размышлять, однако у общественных насекомых проявляются механизмы поведения, заслуживающие внимания, поскольку они не имеют прямых аналогов у других животных. Речь идет о корректировке особенностей поведения у формирующихся поколений.

Обратимся к опытам, проведенным профессором А. Ф. Губиным и И. А. Халифманом. Они решили выяснить, сколь «влиятельны» в вопросах воспитания подрастающего поколения пчелиные «няньки» — пчелы-кормилицы.

Побуждения были и чисто практического свойства — выявить, насколько обоснована надежда улучшить породу пчел лишь одним простым введением в семьи пчелиных маток. Маток выращивать сравнительно нетрудно, и положение теоретически выглядело очень заманчивым: «пчелиная королева» в семье единственная

держательница в активной форме всемогущих генов, поэтому казалось, что замена матки в семье, 1/3 года в год не показывающей трудовых доблестей в сборе меда, на другую, выращенную пчелами — рекордистами по медосборам, приведет к быстрому улучшению качества «вечно отстающей» семьи.

На практике, однако, такой подход давал осечки: пчеловоды доставали маток от прославленных пород и семей, но результаты далеко не соответствовали ожидаемым. Пришлось допустить, что пчелы-кормилицы прежней семьи какими-то путями «портят» новорожденных со столь обиадеживающей генетикой.

А. Ф. Губин и И. А. Халифман решили оценить степень такого влияния. Они поставили в гнездо среднерусской семьи пустой сот, в который матка вскоре отложила яички. Пока из яиц не успели проклюнуться личинки, сот поместили в семью кавказской породы, из которой предварительно убрали ее собственные рамки с молодой. Кавказским пчелам, таким образом, пришлось выкармливать «кукушкиных детей». Правда, в отличие от пеночки, неспособной изменить ни внешний вид, ни нрав выкармливаемого ею кукушонка, пчелы-кормилицы кавказской семьи успевали кое-что передать безмолвному отряду личинок среднерусских пчел, свернувшихся на доньшке ячеек в недвижные полуколечки.

Когда личинки выросли и превратились в зрелые коконы, готовые вот-вот обернуться взрослыми насекомыми, экспериментаторы отобрали рамки с упакованными в их ячейках куколками и поместили в термостат, где поддерживалась температура улья. В этих условиях пчелы благополучно покинули свои восковые колыбельки и вскоре, напитавшись перги и меда, оказались способными к трудовой деятельности. Из них сформировали семейку и предоставили ей возможность... печатать зрелый мед.

Это и был решающий момент эксперимента. Исследователи обдуманно использовали тот факт, что среднерусские и кавказские пчелы делают привычную для них операцию по-разному. Кавказские пчелы, когда созреет мед в их сотах, восковую крышечку прилаживают впритык к медовому столбику ячейки. Как мы уже говорили, такой способ называют «мокрой печаткой».

Среднерусские пчелы оставляют между столбиком и надвигаемой сверху восковой крышечкой слой воздуха.

Сот, обработанный таким путем, обретает удивительно привлекательный вид, он прямо-таки сверкает своей белизной и четким рисунком чуть выпуклых над плоскостью ячеек восковых крышечек. Это и есть «сухая печатка» меда, которая и вызвала в свое время возглас восхищения у поэта и пчеловода Метерлинка.

Различия в «пчелиной эстетике» должны были многое сказать исследователям генетических тайн улья. Когда экспериментальные семейки завершили свои работы и можно было взглянуть на соты, выяснилось, что кавказские пчелы отступили от генных предписаний своих предков: часть ячеек с созревающим медом они стали закрывать «по-русски». Среднерусские же пчелы, если их личинок выкармливали «кавказянки», обретали и их «мокрую» манеру печатки.

Под внешне невинными событиями, о которых идет речь, таятся вопросы принципиального значения — о пределах или сфере «власти генов» в живом организме, способах ее проявления и влиянии на поведение. Описанные факты указывают на то, что эти пределы, по крайней мере в семьях общественных насекомых, как будто бы есть.

Природа, однако, «позаботилась» об еще более ярком эксперименте, чтобы прояснить ситуацию и подвести нас к пониманию этих удивительных механизмов.

МУЗЫКАЛЬНАЯ ШКАТУЛКА ИНСТИНКТОВ

Второе рождение биоробота. — Информационный двойник. — Клавиатура рефлексов и мелодии пчелы-кормилицы.

Среди неистощимого на формы жизнеустойчивости племени муравьев выделяются виды с не очень привлекательными с точки зрения человека свойствами. Это муравьи-«рабовладельцы». Процветание их колоний основано на систематических набегах на гнезда других муравьев. Цель набегов — добыча, но отнюдь не пищи, а... муравьиных яиц. Эти беспомощные, запеленутые в коконы куколки и есть будущие «рабы». Впрочем, о них можно писать и без кавычек: пробудившись через положенное время к взрослой жизни, они полностью утрачивают свои видовые инстинкты.

Бурый лесной муравей, явившийся на свет в гнезде воинственного племени кроваво-красных муравьев-рабовладельцев, не подозревает о трагической «смене декораций». Он ведет себя так, словно находится в родном гнезде. Ничто в его поведении не говорит о том, что он слышит заложенный в его генах «голос предков». Мы же, по собственному опыту выкармливания в домашних условиях диких животных, давно усвоили, что «сколько волка ни корми, он в лес смотрит». Да и опыт пеночки, насыщающий безмерный аппетит кукушонка, не говорит ли об этом?

У муравьев, склонных к разбойному промыслу, приручение и «одомашнивание» других существ отличаются пугающей надежностью. Несчастные пленники в чужом гнезде обречены остаться без потомства: у них нет матки, а гены клеток их тела не способны перетечь в воспроизводящие яички, которые могли бы стать «душой и плотью» нового племени. Жизнедеятельность «рабов» не только бесполезна, но и смертельно вредна

для их собственного вида — они выкармливают его злейших врагов.

Но «рабы» глухи к упрекам видовой совести. Они все забыли, а точнее, так ничего и не вспомнили. Их новые хозяева провели с ними какую-то неслыханную операцию, полностью стерев полученную от рождения программу поведения. Посмотрите, что делает маленький пленник, встретив на поверхности «настоящего» бурого лесного муравья. Нападает на своего бывшего соплеменника, как на заклятого врага.

Выращенный во вражеском стане, он имеет лишь оболочку своего вида да его неутомимую мускульную силу. А что еще нужно «рабовладельцам»? Подсуньте «рабу» родное яйцо от своей же бывшей родной матки и что же? Запах яйца приведет муравья в ярость, и он тут же разорвет своего собрата в «муравьиных пеленках».

Вот страшная власть общественных насекомых над себе подобными, нигде больше в животном мире не обозначенная с такой безнадежной убедительностью.

Что за механизм этой неведомой нам психогенной хирургии, применяемой в муравьиных войнах и грабежах? Или картина событий излишне драматизирована и ситуация в своей основе более проста?

Действительно ли «амазонки» выделяют вещества угрожающего типа, применяя их лишь для яиц чужой генетической природы? Или они докармливают юных «рабов» той же пищей с содержащимся в ней «букетом» соединений, которой ранее кормили и свою молодежь, готовя к будущим разбойным набегам?

Исследователи отмечают факты поведенческого вырождения «амазонок». Наполнив гнезда послушными работниками, хозяева-«рабовладельцы» утрачивают со временем и многие свои собственные привычки. Дело доходит до того, что они разучиваются самостоятельно принимать пищу: маленькие «рабы» должны им ее подавать прямо в ротовое отверстие. Теперь уже «ама-

зонки» рабски зависят от своих бывших «рабов», и справедливость, похоже, может бить в свои литавры!

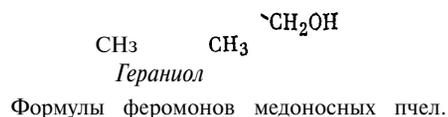
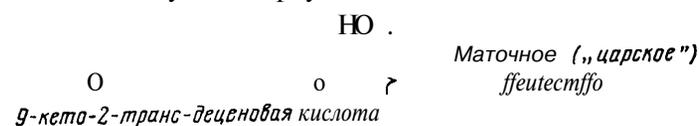
Такое перерождение «амазонок» говорит как будто бы в пользу гипотезы о специальных веществах, жертвами которых становятся сами хозяева, поскольку от контакта с ними у них начинают «разваливаться» механизмы их собственного поведения.

Это возвращает нас к опытам Губина — Халифмана. У пчел, как мы видели раньше, в вопросах согласования поведения действует принцип: «веди себя, как я, делай то, что делаю я». Однако в опытах по запечатыванию меда в улейках не было бывалых пчел, способных передать такую информацию: все работницы состояли из только что рожденных, не имевших ранее никакого жизненного опыта особей. Тем не менее свободные от влияния опыта взрослых насекомых, эти пчелы удостоверяли нас, что они получили и сберегли вполне четкие указания от пчелиных «нянек». Разумеется, получить их они могли лишь в те мгновения контакта, когда «няньки» ухаживали за своими питомцами, свернувшимися в тихие безмолвные колечки личинок.

Общение личинок с пчелами-кормилицами действительно удивляет своей интенсивностью. Жизнь личинки длится всего 6 дней, но за это время ухаживающие за ней пчелы умудряются посетить ее более 10 тысяч раз. Или чаще одного раза в минуту.

В чем причина такого сверхвнимания? Само-то кормление не требует надоедливых ежеминутных заглядываний. Дело, очевидно, в другом. Пчелы столь же равнодушны и к матке. Постоянно окружая ее плотной свитой, они не только кормят матку и ухаживают за ней, но и постоянно слизывают с нее какие-то вещества. Природу ряда из них удалось выяснить. Это феромоны — регуляторы жизнедеятельности семьи и сохранения ее целостности. Роль их простирается в необычные для мира млекопитающих области. Оказалось,

что феромоны выделяет не только матка, но и пчелиный расплод — личинки, вызывая у своих воспитательниц столь неодолимую **потребность** постоянно заглядывать в восковую каморку.



Возле этих двух источников — матки и молодого расплода и собираются все пчелы. Даже угроза голода, как мы видели раньше, не вынудит их покинуть источа-

ющие неотразимо привлекательные вещества центры семьи.

Может ли пчела-кормилица, как выясняется, не менее нуждающаяся в «связях» с личинкой, чем личинка с нею, передать ей информацию, как печатать мед и подобные нюансы поведения в «туманном будущем»? Нам не следует забывать, что личинка после этих ежеминутных обхаживаний будет вскоре замурована в своей восковой колыбельке крышечкой и подвергнется сложнейшим перестройкам — фазам метаморфоза.

В них исчезнет старое тело и зародится новое с совершенно другой внутренней и внешней структурой — организм взрослого четырехкрылого насекомого.

Неужто в этом биохимическом котле, переплавляющем «все» и «вся», могут сохраниться структуры, которые сберегают «нашептывания» и «рассказы» пчел-кормилиц? Причем не одной, а сотен разных, поскольку «няньки» п «дети» у пчел общие.

Этот вопрос ставит нас в трудное положение.

В итоге получается, что мы оказались как бы в состоянии «невесомости»: передача информации состоялась, а каким путем это произошло — совершенно неясно. Прежде всего ученые предположили, что информацию личинкам пчелы-кормилицы передают через вещества своего молочка, однако неясно, как они это делают.

Ведь отдельные молекулы, хаотично двигающиеся в растворе (а молочко пчел — жидкая пища, то есть раствор), не способны передать весь объем столь сложной информации. Даже элементарные познания в химии показывают, что отдельные молекулы, пусть самые сложные, не в состоянии сами что-либо «рассказать» и тем более «показать» личинкам, включая такие детали — оставлять ли прослойку воздуха между восковой крышечкой и медовым мешком в ячейке или лепить ее впритык.

Знаменитые молекулы ДНК, спирали которых — основное «наполнение» генов, несут код для синтеза других молекул, той же ДНК и молекул белка. Именно по «чертежам» ДНК и сходящей с нее матрицы — информационной РНК — и строится как тело личинки, так и впоследствии — тело куколки и взрослой пчелы.

Способна ли сама по себе ДНК или образуемая ею спираль с примыкающей «свитой» молекул кодировать и более сложную поведенческую информацию, то, что мы называем инстинктом, пока неясно. Однако ясно, что все алгоритмы, или схемы рефлекторного поведения, так или иначе хранятся в памяти воспроизводящей клетки, считываясь строго синхронно с другими физико-химическими процессами.

Каким же путем «пчелиные няньки» вызывают к жизни нужную «ноту» поведения из этих многослойных видовых хранилищ памяти?

Раз мы упомянули про ноту, представим себе современную музыкальную шкатулку, в которой хранятся записи тысячи различных мелодий. Неважно, на чем сделаны эти записи: на дисках, магнитофонных лентах или нанесены лазером на современный носитель — кристаллы танталониобата калия. Информация «безразлична» к своему физическому носителю. В шкатулке хранится запись множества мелодий, а на клавишах для включения названа каждая из них. Вопрос, следовательно, в том, кто и как будет нажимать на эти клавиши.

Вот примерно в такой ситуации и оказывается пчела-воспитательница, когда на ее глазах из перламутрового столбика яичка выклеивается личинка будущей работницы улья.

Генетический ресурс развивающихся клеток личинок огромен, он включает не одну тысячу различных химических и поведенческих программ, накопленных миллионами лет эволюции. Реализоваться же, воплотиться в организм с определенным типом поведения

могут лишь некоторые. Недаром большая часть наследственного материала — генома — представлена столь интригующими современными исследователями «молчащими генами». Они и хранят «Know-how» (знания и технология) на все случаи и перипетии жизни вида.

«Озвучить» и включить в работу нужные из них может тот, кто, зная кодировку и расположение «клавишей», приступит к формированию облика будущего организма трудового члена колонии. Поэтому сам вид по потенциальным возможностям своего генотипа уподоблен айсбергу, где его главная подводная часть (генотип) скрыта от взора наблюдателя в толщах воды на поверхности видна лишь тонкая полоска реализованных возможностей (фенотип).

Итак, семья пчел. Ей отнюдь не безразлично, как поведет себя будущая работница, имеющая на первых порах жизни столь послушный и безучастный вид личинки. Важнейшее условие существования семьи — максимальная синхронизация в поведении пчел. Если нарождающееся поколение не сможет понимать с «полуслова» язык старшего, колония окажется в плачевном состоянии. И вот в роли коррективщика и настройщика наследственности и выступает пчела-кормилица.

Каким же «инструментом» орудует пчела, имея дело с таким айсбергом наследственных накоплений? Использует она, как показывают научные данные, «химический ключ».

Если отдельная молекула не в состоянии сама исполнить роль «рассказчика», то она прекрасно справляется с ролью посыльного, напоминающего «шкатулке» о той мелодии, которую нужно сыграть. Вот этим букетом «напоминающих молекул» (феромоны и другие типы соединений) и насыщено молочко пчел-кормилиц.

Ударяя пни по клавиатуре видовой памяти (геному), хранящейся в развивающихся клетках, она не

только растит и кормит личинку, но и формирует ее будущий поведенческий облик. Разумеется, события развиваются на бессознательном, то есть отлаженном до автоматизма уровне, но этот уровень имеет черты изумляющего нас совершенства.

Придав личинке после «обстрела» ее регуляторных центров развития веществами-управителями нужный ход метаболизма, пчела-кормилица достигает многого. Личинка, претерпев повторную смерть и воскресение в котле метаморфоза, является на свет именно тем насекомым, которое поведет себя так, как «принято» в доме, который взял ее на воспитание и «службу».

Аналогичную операцию со своими пленными куколками, очевидно, проводят и «амазонки-рабовладельцы». Докармливая в своих гнездах «пленниц», они пробуждают в них «голос» поведения того далекого обшего предка, который звал всех муравьев трудиться, а не изощряться в формах паразитизма и присвоения чужого труда. У таких муравьев не будет враждебности к новым хозяевам.

Однако порабощенные муравьи и их куколки также пахнут и выделяют вещества, способные открывать наследуемый «банк рефлексов». У общественных насекомых — постоянный двусторонний обмен веществ, и «амазонки» получают возмездие: на их позднее сформировавшиеся инстинкты накладываются «обертонные» поведения, пробуждаемые к жизни уже психогенными веществами «рабов». «С кем поведешься, от того и наберешься», — эта пословица в применении к общественным насекомым отражает уже не аллегорическую, а вполне конкретную ситуацию. Для «амазонок» она звучит предостерегающе. Действительно, рефлексы лихих налетчиков от «деморализующего» запаха «рабов» начинают сбиваться, возникает «поведенческий шум», синхронизация действий нарушается, и семья в итоге обнаруживает явные черты рассогласования и деградации,

И в муравьином царстве эксплуатация, значит, не проходит бесследно для эксплуататоров.

Пчеловод-практик, зная эти законы, должен удвоить и утроить внимание к лучшим семьям пасеки, размножая их целыми роями и отводками, то есть сбалансированными по возрастному составу пчел частями семьи. Попытки же улучшить семьи простым подсаживанием в них маток, выведенных в хорошо зарекомендовавших себя в работе семьях, полного успеха не дадут: «хорошие» задатки генотипа их яиц окажутся «смазанными», или экранированными, «настройщиками» фенотипической наследственности — пчелами-кормилицами.

Биологическая роль пчел-кормилиц в семье велика. Проявления ее разнообразны. Они могут заставить личинки кавказских пчел, «покопавшись» в хранилищах их породной памяти, «вспомнить», как следует печатать мед в манере воспитавших их среднерусских «нянек» либо привить свойственные семье-воспитательнице трудовые навыки (причем, как с лучшей, так и с худшей стороны). «Няньки» при необходимости способны из молодой личинки «вылепить» и совсем другое существо. Меняя таинственную палитру веществ-управителей в своем корме, они в состоянии направить развитие личинки по «королевскому пути». Такой личинке, ставшей уже куколкой, не надо будет томиться в замурованной ячейке долгих 12 дней прежде, чем выйти на свет неполноценной самкой — обычной пчелой-работницей, удел которой — лишь труд и самопожертвование. Через 8 дней эта царственная особь покинет восковую келью вполне созревшим насекомым, имеющим изящное и продолговатое тело. Это тело их «царицы», или «королевы», как ранее называли пчелиных маток. Судьба ее будет совершенно отличной от доли остальных членов колонии.

Наблюдая такую колдовскую магию пчел-кормилиц, спрашиваешь себя: «Неужто еще нужны другие

свидетельства о степени власти нераскрытых химических тайн их корма на выращиваемые поколения пчел?» На фоне этих достижений наш опыт с кормлением в домашних условиях волка и его приручение выглядят удручающе примитивными, поскольку исполняются на полностью пассивном по отношению к «волчьему генфонду» уровне.

Не приходится сомневаться, сколь захватывающие перспективы открылись бы перед человеком, если бы он смог найти вещества, влияющие на считывание информации с необъятных записей генома. Выращенный в домашних условиях волк уже не стал бы «смотреть в лес», а сила и крепость диких родственников наших домашних животных дополнились бы их более миролюбивым и покладистым характером.

Таким образом, в семье пчел мы видим и слышим не только тысячеголосую и слаженную музыку поведения, но и гармоничное «звучание» наследуемых свойств. В роли дирижера оркестра выступают пчелы-кормилицы, управляя им посредством волшебной палочки веществ типа феромонов и подобных им соединений. Выявить и синтезировать такие вещества и для управления наследственностью других видов — увлекательная и многообещающая задача химиков.

ИЗБЕЖАВШИЕ РОКА

Короткая память роевых пчел. — Приговор пчелиной бухгалтерии. — Стратегический козырь пчеловождения.

Еще один интересный факт из жизни пчелиной семьи связан с роением. Когда отзвенят мгновения пчелиного праздника, гудящее облако роевых пчел, стихнув, стягивается тяжелой темной гроздью и прикрепляется к ветвям дерева или к воронке-ловушке.

И снова загадка. Час или два провисев неподвижной массой, рой пчел полностью «забывает» место

прежнего жительства. Если пчеловод проявит расторопность и соберет рой раньше, чем тот ускользнет по ему одному лишь ведомым дорогам, то сможет разместить переселенца в любой точке пасеки. Улей с роем можно поставить совсем рядом с материнской семьей, только что выполнившей долг размножения перед пчелиной популяцией. И даже такая близость к «родным пенатам» не грозит слетом пчел на старое место.

Устроившись в новом гнезде, пчелы роя первым делом совершат ориентировочный облет, тщательно «снимая координаты» нового места жительства. Среди них окажется и немалая доля «старожилов» из материнской семьи, примкнувших к рою в самый последний момент формирования его «походных порядков». Они-то уж прекрасно помнят месторасположение своих ульев.

Можно поставить нехитрый эксперимент. Во время активного лета семьи сдвинуть ее жилище чуть в сторону. Возвращающиеся с поля фуражиры начнут приземляться на место бывшего расположения летка с точностью до нескольких сантиметров. Память в этом отношении у них безукоризненна. И вдруг ее «как отшибло». Присоединившись к рою, уже опытные пчелы-фуражиры передают забвению «все, что с ними было».

Как это понять? Повисев со своей роевой дружиной каких-то 1—2 часа, пчелы как по договоренности «сжигают все корабли» своей старой памяти, показывая на новом месте жительства несравненный даже для самих пчел всплеск трудовой активности. «Роевая энергия», как говорят про подобное состояние пчеловоды, есть высший стандарт ее рабочей деятельности. Примерно с такой же активностью семья включается в работу после зимовки, стремясь как можно скорее восстановить поколебленные зимними испытаниями силу и запасы. И после зимовки пчелы практически полностью забывают место старой стоянки, и улей с любой семьей, не опасаясь слета, можно поставить на какой угодно участок пасеки.

Здесь мы, люди, можем понять пчел: за долгих 5—6 месяцев зимнего сна они, конечно, все забудут, ведь их летний срок жизни в 3—4 раза короче. Если забывчивость зимующих пчел можно объяснить с человеческих позиций, то как быть с мгновенной забывчивостью роевых пчел? Не договариваются же они в самом деле уже не летать туда, куда только что летали? Такое «очеловечивание» пчелиных поступков означало бы, что мы в них явно ничего не поняли.

И все же ситуация не кажется столь безнадежной для понимания, если мы вспомним про способность пчел корректировать поведение при помощи веществ-феромонов. Когда рой собирается в единый клуб, пчелы усиленно распространяют запах так называемой назоновой железы, который служит целям агрегации, или самосборки отдельных особей в группу. Запах пчел достаточен для стягивания их в группу, но сама по себе такая группа — крайне нестойкое образование. Оно будет закреплено лишь в том случае, если в нем окажется матка, которая в конечном счете и присоединяется к рою. Матка выделяет уже те вещества, которые не способна произвести ни одна другая особь в семье. Запах 9-окси-2-деценной кислоты и других сопровождающих компонентов маточного вещества окончательно стабилизирует рой, и он, как говорят пчеловоды, успокаивается. И одновременно переводит в каждой пчеле, вдыхающей аромат роения, указатель считывания программ с ее генетической «шкатулки записей» на «тотальное забытие прошлого».

Стирание памяти на место у роевых пчел не носит, однако, необратимого характера. Достаточно из роя убрать матку — источник «веществ забвения», как оставшиеся без надежды на новую жизнь пчелы распадающегося роя начнут что-то вспоминать, и, покружив в растерянности вокруг прежнего места сбора, лягут на «обратный курс» к хорошо им знакомым материнским ульям.

У пчел с их гибкой, а порой и сверхкороткой памятью, явно нет «комплексов поведения», которые свидетельствовали бы об утрате адаптивности, то есть гибкости в приспособлении к окружающей среде.

Вещества, которые выделяют и которыми обмениваются между собой различные особи семьи, включая ее «мододь», способны вызвать и другие необычные эффекты.

Мы уже писали про отчетливо наблюдающиеся в семье эффекты омоложения «поживших» особей. Это происходит, например, перед зимовкой, а также в тех случаях, когда пчелы вдруг лишаются «законных» кормилиц. Семья, оказавшись в таком положении, чтобы не погибнуть, вынуждена включать свои «стратегические резервы», привлекая к обязанностям «нянек» пчел более старшего возраста, в том числе и тех, которые уже трудятся на последней кромке пчелиного века — сборе нектара и пыльцы. Им-то и возвращаются функциональные свойства пчел молодого возраста.

У таких особей вновь набухают и начинают продуцировать молочко глоточные железы, просыпается и давно уснувшая тяга к белковой пище — перге. Возродившись при помощи этой пищи, пчела сходит с ленты конвейера, который мчал ее к неизбежному концу и через несколько дней сбросил бы с окончательно истреппавшимися крылышками на разноцветный ковер медоносных трав.

Что за неведомые ключи, которыми семья пчел открывает пока еще темный для нас «ящик времени», даруя отдельным своим членам милость возвращения в юность?

Если мы начнем «входить» в эту проблему, то уже на первых шагах обнаружим любопытный факт: у пчел, как и у других общественных насекомых, вполне четко прослеживается «элитарность», как можно назвать уровни, или круги, биологической предпочтительности. В первом круге находятся особи, непосредствен-

но включенные в воспроизводительный цикл семьи. Ре-зец времени, ставящий на любом организме свои необ-ратимые зарубки, долго не решается коснуться тел этих «избранных». Постоянно слизывая выделяемые личинками вещества и кормя их своим собственным мо-лочком, пчелы-кормилицы образуют с ними как бы еди-ную физиологическую цепь. Результат такого единения не замедлит сказаться и на более старых пчелах, воз-вращенных к обязанности «нянек», приближая к ним время казалось бы, навсегда ушедшей пчелиной юно-сти.

Личинкам приходится двигаться в обратном направ-лении по лестнице времени — к созреванию и зрелости. И вот наступает срок, когда отродившаяся пчела уже сама кормит личинку. Спадает еще один листок пчели-ного календаря. Властная сила вспыхивающих в ней велений уводит насекомое к новым заботам и **видам** деятельности. И не вольно ему задержаться на одной из них. Когда выдающаяся австрийская исследовате-льница Анна Маурицио вынудила **пчел-кормилиц** к про-должению их занятий, результат оказался неожида-ным: срок их жизни стал резко сокращаться. Биологи-чески активные вещества, которые ранее стимулиро-вали жизнедеятельность, теперь словно бы «опалили» их, ускоряя приближение рокового срока.

В «бегущую по волнам времени» пчелу **вправлена** невидимая, но повелевающая программа сменяемых форм деятельности. Нарушить, отступить от нее семья может лишь в исключительных случаях, которые грозят ей гибелью.

Особую опасность для выживания **пчел** несет зима, но холодный период — это и тотальный отдых для всех членов семьи. Никуда и никому уже не надо спешить — все работы в улье прекращены, выгнаны не способные трудиться трутни, и даже матка перестала придирчиво осматривать ячейки перед тем, как оставить на их до-нышке очередное яичко.

Семья вышла из временного круга сезона, циклы которого вынуждали ее максимально прилаживать к ним свои собственные, **внутрисемейные**. Не столь жесткими стали требования и к биохимической и пове-денческой синхронизации отношений между **различны-**ми особями и у пчел отключаются программы сменя-емых форм деятельности.

Следствие? Самое удивительное. Как по взмаху волшебной палочки, управляющей временем, которой владеет семья, срок жизни каждой особи делается рав-новероятен!

Это не укладывается ни в какие наши прежние представления, но знаменитые опыты Анны Маурицио показали, что на ожидаемый срок жизни пчел в семье, готовящейся к зимовке, не сказывается прямо ни вре-мя ранее прожитой жизни, ни характер и интенсивность исполненных ею работ.

Что же происходит в семье, изготовившейся про-жить без восстановительной «подпитки» новыми поко-лениями целых полгода, хотя срок жизни летнего поколения чуть более одного месяца?

Прежде всего в семье исчезают невидимые, но ре-альные грани, разделяющие всех особей колонии на два круга биологической значимости — круг «приходя-щих» и круг «уходящих», соотношение между которыми определяет либо рост семьи и ее размножение, либо наоборот, — уменьшение ее силы и стабилизацию.

Ранее я вывел формулу, определяющую срок жизни пчел (П) через функцию двух других параметров: об-щую численность семьи (А) и суточный темп яйце-кладки матки (Я):

Из нее следует, что срок средней продолжительности **жизни** пчелы находится в обратно пропорциональной зависимости от интенсивности яйцекладки матки.

Матки откладывают максимальное количество яиц во время подготовки пчел к роению и взятку, и в это же время движется к своему минимуму и средний срок жизни пчел. Он еще более укорачивается, когда в семье начинается поголовная «мобилизация» на медосбор, и в поле раньше обычных сроков устремляются тысячи молодых пчел на работу, где коса времени собирает особенно богатую жатву.

Однако в семье, готовящейся к зимовке, яйценоскость матки падает до нуля ($Я \rightarrow 0$) и, следовательно, согласно выведенной формуле, продолжительность жизни устремляется к своему максимальному значению.

Действительно, накануне зимовки в семье наступают серьезные изменения. Стабилизируется **возрастной** состав, исчезают «элитарные» различия — «кто и когда родился и что делал ранее», все становится единым и все члены семьи становятся «долгожителями». Они проживут теперь в **5—6** раз дольше своих **сестер**, век которых **пришелся** на летнее время. Все силы семьи направлены к единой главной цели — выживанию до прихода первых благодатных дней нового сезона. И тогда нацеленным «на вечность» зимним пчелам вновь придется очнуться от своей безвременной летаргии. С первым отложенным маткой на донышке пчелиной ячейки яичком шелкнет незримый включатель. Времени и вновь задвигутся ленты пчелиного конвейера, которые понесут пчел по предначертанным им путям. И на самых медленных из них, движение которых еле различимо, окажутся избранные особи пчелиного царства — матка и трутни.

Эти особи — в центре магического круга биологической предпочтительности и приоритетности. На них не взведен «курок» оружия запрограммированной или «генетической смерти» и именно в этом случае особенно отчетливо проявляется иерархичность в биохимических и поведенческих программах у высокоразвитых организмов и их сообществ.

Матка, казалось бы, работает на износ, подобной нагрузки не несет ни одна другая особь в улье. За сутки она способна отложить яиц массой в 200—300 миллиграммов и более, что превышает массу ее собственного тела.

Несмотря на необычайно интенсивный обмен веществ, не известный среди других высших животных, «королева» улья живет 5—7, а иногда и более лет. Это в 50—60 раз превосходит фок жизни летней пчелы, которую мы также не можем упрекнуть в бездеятельности, но вынужденную мчаться по гораздо более скоростной ленте пчелиного конвейера.

Ничто не угрожает и здоровью трутня, и в нем вряд ли слышны отрешенные стуки времени, напоминающие ему о его обреченности. Но где-то рядом движется другая — самая властная лента временного конвейера — сезонных циклов развития семьи в целом. Именно она — главный корректировщик всех **событий** в семье, поскольку семья не властна над законами, по **которым** течет жизнь в среде ее обитания.

И эта соподчиненность частного целому кончается трагически для трутня. Он нужен семьям лишь на короткое время, когда массово **выплаживаются** новые матки, и нужно, состязаясь с конкурентами, достичь их в голубых просторах неба, осуществляя миссию генетического обновления пчелиного рода. И вот лето уходит. Что делать пчелам с этим, еще одним кандидатом на **пчелиное** бессмертие?

Трутень увесист, много летает и много потребляет пищи. И все это совсем некстати. Матки, которых он должен был достигать, уже «остепенелись», став признанными «королевами» своих семей. Семья же, где прижился трутень, выходит на предзимний режим строжайшей экономии. Приговор «пчелиной бухгалтерии» безжалостен: трутень становится нетерпим в улье. И вот в день, когда курс на экономию **окопчательно** возьмут и растения-медоносы, перестав наполнять нектарники

цветов сахаристой влагой, пчелы приступят к решительным действиям по ликвидации «расходной статьи».

Каждый год пчеловоды наблюдают жестокие картины изгнания цветущих от избытка здоровья самцов пчел, застывающих от голода и холода на траве, совсем недалеко от столь гостеприимного для них ранее летка родной семьи.

О чем это говорит человеку, привыкшему идеализировать «социальный статус» и порядки в семьях пчел? Чем «провинились» трутни перед семьей, если они не созданы для какой-либо работы и не приучены к ней?

Природа молчит, да и наука, кажется, бессильна что-либо сказать о такой странной «логике жизни и смерти» в высокоразвитом сообществе пчел, обрекающих невинных па безоговорочную жертву.

Автор, пораженный и смущенный решимостью пчел, подумал об «обертоне капибализма» в их поведении и отступил как-то от принятой традиции. На зиму были оставлены не рекомендуемые инструкциями 20—25 килограммов меда, а килограммов 35—40 и более. Знакомые пчеловоды дивились такой неразумной щедрости, но у пчел, не обеспокоенных проблемами экономии, не «ожесточилось сердце» и не пробудились к жизни капибалические инстинкты изгнания и избиения «своих». И уже не первый год в сильных и столь щедро обеспеченных медом семьях остается на зиму какое-то количество трутней.

Трутни вдруг обнаружили ранее не замеченные у них черты «джентльменского поведения» — основная их масса без излишних эксцессов с пчелами как-то сама покидает ульи, не перевозбуждая своим присутствием чувствительные центры пчелиной бухгалтерии.

Закономерности, определяющие смены фаз и сроки жизни отдельных особей в семье пчел, важно учитывать в практической деятельности. Одно из уязвимых мест в конструкции рабочей пчелы — ее крылышки.

Именно они раньше всего изнашиваются в полетах и поэтому пчел, собирающих семье дань с цветущей флоры, ставить на режим максимального восстановления бессмысленно. У них все равно раньше изнасятся «узлы» летательного аппарата.

В такое же положение попадают иной раз и млекопитающие. В практике овцеводства бывают случаи, когда овцы, содержащиеся на скудном пастбище, за 3—4 года «съедают» свои зубы, обрекая себя, по сути, на голодную смерть, хотя во всех остальных отношениях они остаются практически здоровыми животными. Если такую обеззубевшую овцу продолжать кормить пищей, не требующей разжевывания, то она проживет еще несколько лет, удваивая отведенный природой срок жизни. И здесь животное, находясь в естественных условиях, погибает раньше, чем «сдаст позиции» его общий иммунитет.

У семьи пчел, развивающейся в нормальных условиях, такой наиболее «жизнеопасной профессией», как установил английский исследователь Риббэндс, является лётная деятельность. Ситуация с крылышками здесь повторяет «зубную проблему» овец. Именно поэтому пчел важно всячески оберегать от преждевременных и бесполезных полетов за скудной данью растений в маловзяточный период.

К сожалению, неискушенные пчеловоды, наоборот, часто понуждают их к этому, но радость от внешне эффективной работы таких семей может оказаться преждевременной: осенний осмотр не обнаруживает приятного соответствия лётной активности с накопленной продукцией. Причина та, что искусственно усиленный лёт семьи не был приведен в соответствие с нектаровыделением растений: лётные пчелы не успевали за отведенные им на рейс 40—50 минут набрать корма значительно больше, чем брали с собой в путь. Но каждый день они оставляли в поле примерно пятую часть своего лётного состава. Семья пчел напряженно рабо-

тала, восстанавливая ежедневные потери в «наличной силе», активно летала, чтобы кормить прожорливых личинок, пчеловод радовался ее интенсивной деятельности, но результат оказался ниже ожидаемого уровня.

Такие излишне «суетливые семьи» встречаются на каждой пасеке, и дело не только в искусственной и ненужной стимуляции их лёта, на которую иногда соблазняются пчеловоды, но и в нарушении человеком другого правила — обеспечения семей в любой период сезона обильными запасами корма. Эти запасы избавляют семью от беспокойных и преждевременных поисков источников нектара, сберегая ее силу к решающим дням сезона. Тогда массово расцветшие растения-медоносы сами «пригласят» сборщиц ароматом обильно выделяемого ими сладкого продукта, и нерастроченная сила семей за считанные дни превратится в вожделенную тяжесть переработанной и законсервированной продукции.

Не экономия, а щедрость в кормах для пчел — главный **стратегический** козырь грамотного пчеловода.

ОПТИМИСТИЧЕСКИЙ АККОРД

Итак, мы приблизились к концу наших очерков, где стремились как можно реже покидать мир пчелиной семьи с ее заботами и взаимоотношениями с флорой. Мы поневоле часто обращались и к миру человека, через линзу восприятия которого и описывались «герои» нашей книги. «Человек — это мера всех вещей», — говорили древнегреческие мудрецы, и, описывая один из наиболее поэтических уголков природы — пчел и цветущие растения, мы невольно «мерили собою», своими мыслями и* предмет нашего внимания. Однако, измеряя мир своими мыслями, человек реально меняет его своей деятельностью. Особенно он преуспел в этом в последние века.

Овладев веществом и создав фундамент своей цивилизации, человек необычайно упрочил свое положение среди других видов нашей планеты. Обретя силу и могущество, он тем не менее обнаружил, что они одни не решают всех его проблем. Более того, практика показала, что злоупотребление силой может ухудшить его положение: мир природы — един и любое сильное воздействие на нее рано или поздно возвращается бумерангом. Если это воздействие — тотальная борьба, бумеранг возвращается тотальным контрнаступлением. Свидетельство чему — натиск вредителей сельского хозяйства, реванш микроорганизмов, «освоивших» антибиотики, эрозия почвы за ее неумеренную распашку.

Человек «отвоевал» у природы многие ее участки и сферы, потеснил тысячи видов, заодно стерев многие из них вообще с лица нашей планеты, а теперь горестно скорбит о загрязненном и скудеющем мире, вина

химиков и инженеров, саму цивилизацию, которую построил своими собственными руками.

Мир для человека сузился, потому что слишком расширился он. Дальше расширяться, используя прежние методы, стало опасно: человек слишком много замкнул на себе отрицательных связей. Предотвратить их действие, призвать к своей судьбе новую экологическую эру, эру разума, или ноосферу, как нарек ее провозвестник наш великий соотечественник академик В. И. Вернадский, можно лишь одним путем — не противопоставления себя природе, не постоянной борьбы с ней и не пассивной охраной, а активным сотрудничеством, способствующим эволюции и рождению наиболее прекрасных ее форм.

И природа не замедлит откликнуться, она сама нам метит вехи этого пути.

Все еще бродят по лесам и лугам дикие животные, опасаясь друг друга, нападая на слабого, не щадя заблудшегося и оступившегося, стремительно и безмерно размножаются фитофаги — вредители и паразиты созидающих растений, но зорко следят за ними их вечные «контролеры» — энтомофаги, и лишь насекомые, связавшие свою судьбу с эволюцией цветковых растений, словно бы выключены из этих антагонистических кругов. С каждым новым циклом бегущих лет они медленно, но неизменно, в сотворчестве с растениями украшают и разнообразят наш мир, наполняя его новыми красками и ароматами, очертаниями нежных от росной влаги и проглянувшего солнца цветов.

Какой ненавязчивый и влекущий в будущее символ!

И еще более крепнет у человека убежденность в преодолении своих трудностей, когда он знакомится с миром удивительных созданий природы — медоносных пчел. Они, правда, очень малы по сравнению с человеком, и издаваемые ими звуки, позы, танцы пока мало понятны и различимы нами, но результаты их совмест-

ных трудов — совершенные постройки и продукты всегда заставляли человека задуматься и изумиться, унося его за пределы повседневных забот и беспокойств.

Стремителен бег науки, и все более полнится поток накапливаемых ею знаний. На этом фоне немалым и во многом еще загадочным островом выглядит жизнь крупнейших социальных комплексов нашей земли — сообществ муравьев, пчел и термитов. Давно миновав фазу «социального взрыва», они достигли многого: выработали и отладили механизмы, направленные на сохранение единства и целостности их колоний, максимальную слаженность и эффективность в заготовке пищи, строительстве и обороне. Они создали разнообразные формы своего «сельского хозяйства» и владеют многими тайнами управления наследственностью.

Лишь сравнительно недавно вступив на путь социального развития, человек может немало позаимствовать из опыта их жизни, даже, если не будет ставить себе более сложных и мучительных вопросов: есть ли у них формы разумной деятельности, кто управляет семьей, как наследуется приобретаемый опыт поведения?

Эти вопросы интересны и рано или поздно также будут решены человеком, но уже сейчас мы видим, что чудо пчелиной семьи и их собратьев по общественному труду — шмелей, ос, муравьев и термитов — все оно покоится на том едином, что свойственно им всем: коллективном труде, немедленной готовности каждой особи ответить на общественный стимул, полном отсутствии каких-либо эгоцентрических побуждений. Они бы могли только разрушить эти сообщества, и предпочитающие индивидуальный образ жизни так и остались бы одиночными пчелами, роющими свои глубокие норки вдали от праздничных и шумных пчелиных ульев.

Две такие разные формы организации жизни, а вот эволюция оставила на Земле их обе.

Человек уже многие века не только с радостью вкушает мед, но и со все большим вниманием присматривается к необычной жизни пчелиной семьи, стремясь со свойственной ему сметливостью и практичностью усмотреть полезное и, испытав его, применить затем в своей собственной.

Человек стремительно приближает то время, когда, познав законы природы и записав их в своих энциклопедиях, будет пользоваться ими как медовыми атласами, превратившись в доброго эскулапа. Тогда homo sapiens сможет не только излечить любого из «братьев меньших», но и остановить смертоносный бег пустыни, отвести разрушительную волну стихии, «отремонтировать» целый биоценоз или пейзаж, украсив и преобразив его творениями своего искусства и природообразной техникой.

Будем надеяться, а пока приложим все усилия к тому, чтобы сберечь пчелу — нашу союзницу по сельскохозяйственному производству, хранительницу цветочной флоры и сладких символов от огрехов нашей цивилизации: промышленных отходов и ядохимикатов, неумеренного усердия в распашке «неудобных земель» и других проявлений нашей неосведомленности об окружающей нас мире. И пусть эти заботы не запоздают, и каждое лето звенят нам пчелиные трассы, не давая погаснуть надежде, напоминая о возможной гармонии жизни в едином и прекрасном мире природы.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	9
Азбука экологии	40
В поисках магической формулы	63
Строительная индустрия растений и пчел	139
Пища пчел	155
Оборонная стратегия растений	165
«Галантность» растений	177
Расточительность настоящего и очарование будущего	203
Поведение пчел	237
Оптимистический аккорд	

Сергей Алексеевич Поправко

РАСТЕНИЯ И ПЧЕЛЫ

Заведующая редакцией Т. С. Микаэльян
 Редактор Л. А. Шувалова
 Художник Ю. И. Борзов
 Художественный редактор М. Д. Северина
 Технический редактор И. В. Макарова
 Корректоры Ю. Ю. Белинская, З. Т. Бегичева,
 Н. Э. Аухатова

ИВ № 3261

Сдано в набор 11.07.84. Подписано к печати 04.12.84. Т-23709. Формат 70×100^{1/2}. Бумага тип. № 3. Гарнитура обыкновенная новая. Печать высокая. Усл. печ. л. 9,75. Усл. кр.-отг. 19,99. Уч.-изд. л. 10,72. Изд. № 116. Тираж 100000 экз. Заказ № 614. Цена 35 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени ВО «Агропромиздат», 107807, ГСП, Москва, Б-53, ул. Садовая-Спаская, 18.

Ярославский полиграфкомбинат Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 150014, Ярославль, ул. Свободы, 97.