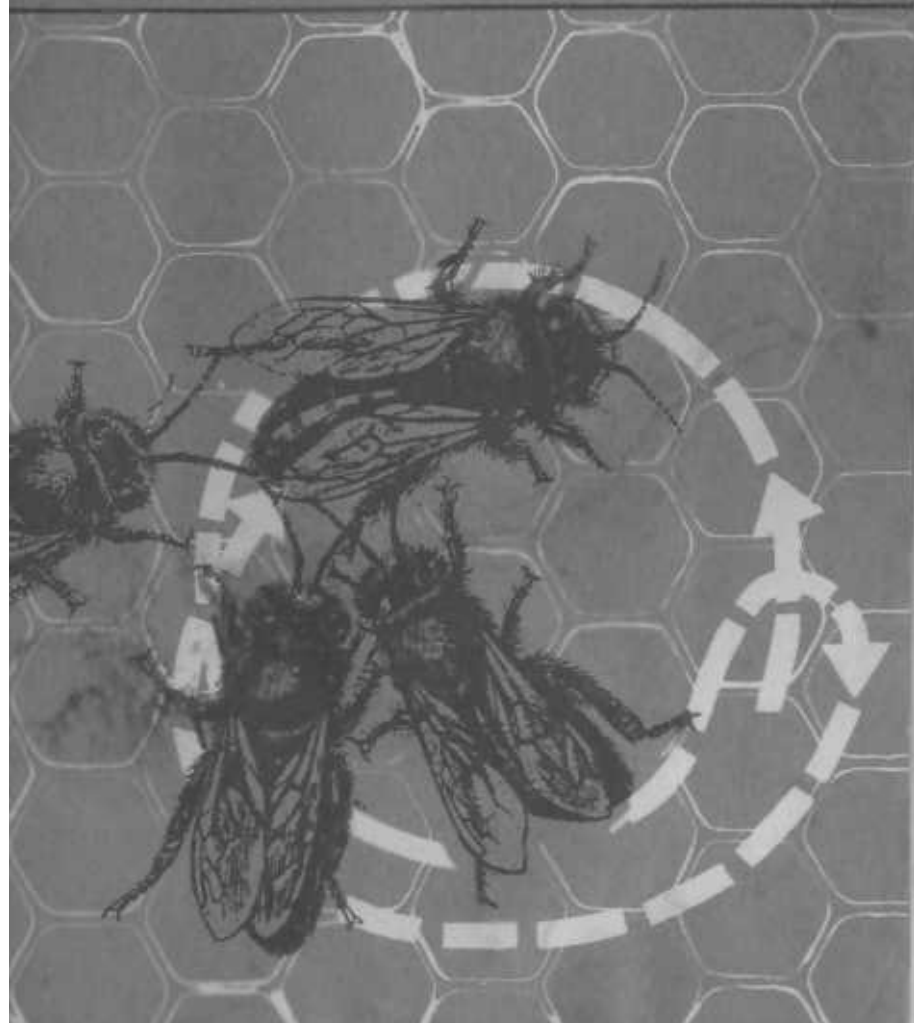


*К. Фриш*

# ИЗ ЖИЗНИ ПЧЕЛ



Karl von Frisch

Aus dem Leben der Bienen

Neunte, neubearbeitete und ergänzte Auflage

Springer-Verlag  
Berlin Heidelberg **New** York 1977

*К. Фриш*

ИЗ ЖИЗНИ  
ПЧЕЛ

с немецкого  
Т.И.ГУБИНОЙ

биол.  
И. А. ХАЛИФМАНА

ИЗДАТЕЛЬСТВО «МИР»  
МОСКВА 1980

Автор — известный ученый, лауреат Нобелевской премии 1973 г., которую он получил за работы по изучению поведения медоносной пчелы. Настоящая книга выдержала 9 изданий и переведена на многие языки. Советскому читателю она известна по переводу седьмого издания (Мир, 1966 г.). В настоящем, дополненном и переработанном, издании приведены новейшие материалы по биологии и поведению пчел. Книга написана на высоком научном уровне и вместе с тем живо и интересно, хорошо иллюстрирована.

Предназначена для энтомологов, физиологов, экологов и пчеловодов, а также для всех интересующихся биологией насекомых.

*Редакции литературы по биологии*

<sup>1</sup> Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1927, 1948, 1953, 1959, 1964, 1969, 1977.  
Authorized translation from German language edition published by Springer-Verlag Berlin — Heidelberg — New York.

2005000000

Ф 21008-136

Ф 041(01)-80 136-80

Перевод на русский язык, «Мир», 1980

## ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА ПЕРЕВОДА

Среди миллионов книг, вышедших во всем мире, не много найдется таких, новое издание которых, приуроченное к 50-летию со времени первой публикации, было бы переработано и дополнено *самим автором*. Для этого ему надо быть долгожителем и сохранить в преклонных годах ясную голову. Дело, однако, не только в этом.

Книга впервые вышла в 1927 году — через 15 лет после того, как профессор Карл фон Фриш задумался: возможно ли, чтобы пчелы не различали красок? С такого, по сути, азбучного вопроса началось изучение обитателей ульев на маленькой пасеке в Бруннвинкле, в Австрии. Фриш обзавелся плоским остекленным ульем и, попробовав цветными крапинками помечать спинки пчел, прилетающих к выставленной неподалеку кормушке с сахарным сиропом, обнаружил, что, вернувшись домой, пчелы кружат на соте, совершая характерные, ни на что другое не похожие движения — «танцуют». Разные фигуры танца, разные темпы кружений и направления пробегов оказались специфическими сигналами — «языком» пчел.

«Я думаю, — писал впоследствии Фриш, — это было самое содержательное, самое плодотворное наблюдение, какое мне удалось сделать!» Он имел основания так считать. Пятнадцать лет ушло на анализ наблюдения, которое касалось одного-единственного свойства одного-единственного вида. Фриш установил: танцуют на сотах только рабочие пчелы, и притом лишь те, которые заняты фуражировкой — заготовкой корма для нужд семьи.

Столько интереснейших вопросов ставит перед исследователем улей! Строительные и «геометрические» таланты пчел... Способность матки откладывать яйца разного пола словно бы произвольно и способность рабочих пчел опознавать пол личинки в ее самом раннем возрасте... Смена обязанностей у рабочей особи в связи с ее возрастом и наряду с этим подчинение некоему датчику времени, побуждающему сотни, а то и тысячи рабочих или связываться в гирлянды строительниц сотов, или, прекращая другие работы, переключаться на главный взятки, или покидать родной дом, отправляясь с роем на новоселье...

Но все эти и многие другие стороны жизни улья не были для Фриша главным предметом изучения. В центре его внимания — фуражировочные полеты, танцы как концентрированная информация пчел-сборщиц.

Так родилась книга «Из жизни пчел». Если бы Фриш с выходом книги прекратил исследования, судьба этой книги не стала бы столь необычайной. Вначале, подходя весной к ульям, он говорил себе: «Этот опыт будет последним и окончательным!» Однако, раньше или позже отвечая на поставленный вопрос, опыт рождал планы других опытов, а решенные вопросы выдвигали новые. Шли годы и десятилетия, а ученый и его талантливые ученики продолжали исследовать и всесторонне анализировать то же свойство, то же явление. В истории мировой науки, думается, немного найдется примеров изучения одной проблемы, руководимого на протяжении 60 с лишним лет *одним и тем же ученым*. Так что и в этом плане «Из жизни пчел» — сочинение уникальное.

В предисловии к 7-му немецкому изданию (к сожалению, автор не включил это предисловие в новое — 9-е — издание, перевод которого предлагается вниманию читателя) профессор Фриш писал: «Жизнь пчел подобна волшебному колодцу. Чем больше из него черпаешь, тем обильнее он наполняется». Новые страницы, вписанные автором в последнее издание, весомо подтверждают меткость этого сравнения, новыми яркими примерами иллюстрируют плодотворность непрерывного многолетнего изучения одного свойства одного вида живых организмов.

Книга «Из жизни пчел» стала в последнем издании общедоступным изложением классической монографии того же автора "Tanzsprache und Orientierung der Bienen". Читая «Из жизни пчел», ловишь себя на мысли, что эта популярная книга Фриша и его монументальная монография в какой-то мере соотносятся как известный Дарвинов «Краткий очерк» и его главный труд — «Происхождение видов». Нельзя не пожалеть, что признанная классикой биологии и переведенная на многие языки монография "Tanzsprache" остается недоступной русскому читателю. Этот глубокий рассказ о способностях пчел-фуражиров позволяет яснее проследить логику развертывавшегося поиска и по достоинству оценить доведенное до совершенства искусство изящных опытов, в которых природа однозначно отвечает на последовательно предъявляемые ей вопросы. Не удивительно поэтому, что Фриша считают величайшим после Пастера экспериментатором в биологии.

Член двух американских академий профессор Эдвардс О. Уилсон в рецензии, озаглавленной "Karl von Frisch and The Magic Well" ("Science", 1968, 159, p. 864 — 865), счел нужным обратить особое внимание молодых биологов на научную стратегию Фриша. В последнее время, — заметил Уилсон, — важность открытий в биологии измеряется степенью их приложимости, их обобщенности, и поэтому наиболее серьезными открытиями считаются те, которые относятся ко всем организмам сразу. Между тем в подходе Фриша воплощена альтернативная стратегия: «Его тонкий анализ сложных систем представляет науку высокого класса, открывает новые перспективы, успешно завоевывает новые области, ведет к открытиям более широкого значения, несмотря на то что предметом изучения было частное свойство, не могущее считаться всеобщим. В доказательстве этого и состоит главный вклад в науку, совершенный жизнью и делом Фриша».

Но вклад Фриша в науку о живом имеет также и важное прикладное значение, прямые выходы в практику. В связи с этим напомним, что первый русский перевод «Из жизни пчел» вышел в 1935 году. Фриш еще не был тогда почетным доктором многих университетов в раз-

ных странах мира, не был также членом многочисленных академий и научных обществ — немецких и зарубежных, не был удостоен многих наград за научные заслуги, не был лауреатом Нобелевской премии. Но уже по первому изданию популярной книжечки мало кому известного профессора из провинциального института советские биологи установили: явления, открытые Фришем, сродни тем, которым посвящены гениальные работы академика И. П. Павлова; Фриш обнаружил в поведении насекомых реакции, сходные с теми, которые Павлов нашел в условных рефлексах млекопитающих. Павлов и сам заинтересовался такими фактами, о чем говорит его предисловие к книге профессора Б. Н. Шванвича «Цветы и насекомые».

В год, когда впервые вышел русский перевод книги «Из жизни пчел», в одной из московских типографий уже набиралась книга П. Н. Веприкова «Опыление сельскохозяйственных растений». С тех пор практическое применение выводов из работ того времени продвинулось далеко вперед. В октябре 1978 года при Мэрилендском университете (США) состоялся IV международный симпозиум по опылению. Здесь обсуждались вопросы о производстве с помощью пчел гибридных семян, о насекомомоопылении специальных культур в разных широтах, о выведении сортов, более привлекательных для пчел, об экономических аспектах опыления, о фуражировочном поведении пчел-сборщиц, об экологии и биологии опыления цветков... Все эти вопросы стоят сейчас перед сельскохозяйственными органами многих стран, где создаются специализированные службы опыления. Теоретические основы для работы таких служб во многом заложены работами Фриша — исследованиями одного-единственного свойства у одного-единственного вида организмов.

И. А. Халифман

## **ПРЕДИСЛОВИЕ К ПЕРВОМУ НЕМЕЦКОМУ ИЗДАНИЮ**

Если естествоиспытатель будет пользоваться слишком сильными увеличительными стеклами, рассматривая простые вещи, то может случиться так, что за оптическими приборами он не увидит самой природы. Нечто подобное произошло лет двадцать назад с одним почтенным ученым, когда он, изучая в лаборатории способность животных воспринимать цвета, пришел к твердому и, казалось бы, хорошо обоснованному убеждению, что пчелы цветов не различают. Это натолкнуло меня на мысль ближе заняться изучением их жизни. Ведь всякий, кому приходилось в природных условиях наблюдать биологическую взаимосвязь между пчелами и цветами с их великолепно окрашенными венчиками, подумает, что скорее ученый мог допустить ошибку в своих выводах, чем природа — подобную несообразность.

С тех пор пчелиная семья все больше и больше привлекала меня и всегда по-новому приковывала к себе мое внимание. Ей я обязан часами чистой радости открытий, правда довольно редко разбросанных между днями и неделями неудач и затраченных впустую усилий. Желание приобщить к этой радости других и побудило меня написать предлагаемую книжку. В ней побратски обобщены наблюдения других исследователей и опыт прошлых поколений, открытия моих сотрудников и мои собственные данные — без упоминания имен. Ведь нас должна интересовать только суть дела, а не имя исследователя.

Но разве мало написано книг о пчелах? Ведь есть знаменитое произведение Метерлинка «Жизнь пчел» и книга Бонзеля «Пчела Майя» — обе полны превос-

ходных наблюдений над природой и доставляют наслаждение знатокам. Однако неискушенному читателю трудно было бы провести границу между подлинным знанием и поэтической фантазией. Тому, кто хочет изучить жизнь пчел такой, как она есть, без прикрас поэтического вымысла, приходится обращаться к учебникам или справочникам по пчеловодству. Но они написаны главным образом для пчеловодов-практиков и поэтому перегружены различными рекомендациями, мало интересными для любителей природы. Кроме того, хотя эти книги и не отмечены печатью творческого гения, их авторам часто нельзя отказать в излишке фантазии. Наконец, есть еще научные труды.

Мне хотелось бы сообщить читателю все наиболее интересное о жизни пчел, не отягощая книгу балластом практических советов (которые он может найти в справочниках), не стремясь к полноте передачи материала, свойственной учебнику, не перегружая ее цифрами, протоколами опытов и библиографическими ссылками — всем тем, что в изобилии имеется в научных работах. Я не делал также ни малейшей попытки приукрасить фантазией и без того поэтичную действительность.

К. Фриш

Бруннвинкль,  
весна 1927 года

## ПРЕДИСЛОВИЕ К ДЕВЯТОМУ НЕМЕЦКОМУ ИЗДАНИЮ

Первое издание этой книжки появилось в 1927 году как первый том серии «Популярная наука». Однако не пятидесятилетний «юбилей», а новые научные данные послужили поводом для основательной переработки предлагаемого девятого издания.

Нам было известно, что для ориентировки в пространстве пчелы используют поляризованный свет, но только теперь удалось глубже понять, каким образом они справляются с определением плоскости его колебаний. Поразительные результаты исследований последних лет показали также, что для упорядоченной постройки сотов и для такой биологически важной функции, как чувство времени у пчел, большое значение имеет земное магнитное поле. В связи с этим нужно было добавить много нового, и чтобы сохранить прежний объем книги, мне пришлось в некоторых местах сделать сокращения. Добавлены пять новых рисунков, шесть улучшены и два исключены.

Тому, кто в мире бурно развивающейся техники сохранил еще живое чувство любви к природе, проникновение в жизнь пчел будет источником радости и восхищения. Для пчеловодов оно служит залогом успеха. Книга дает прекрасный материал учителю, стремящемуся привить юным душам любовь к миру, населенному живыми существами.

Я глубоко благодарен издательству за то, что оно шло навстречу моим пожеланиям.

К. Фриш

Мюнхен,  
весна 1977 года

## 1. СЕМЬЯ ПЧЕЛ

У любителя природы есть две возможности завязать знакомство с пчелами. Прогуливаясь в теплый весенний или летний день по цветущему саду или благоухающему лугу, он увидит пчел, энергично работающих на цветках. Он может пройти также мимо пасеки какого-нибудь пчеловода и посмотреть на пчел, которые вылетают из своих жилищ и возвращаются в них. Здесь может стоять десятка два, а то и более сотни ульев. При желании пчеловод может ограничиться одним-единственным ульем, но он обязательно должен иметь хотя бы «улей пчел», или «пчелиную семью» из многих тысяч особей. У крестьянина может быть *одна* корова, *одна* собака и даже *одна* курица, но невозможно держать одну-единственную пчелу — она очень скоро погибнет. Однако это вовсе не само собой разумеется; наоборот, такая особенность пчел весьма удивительна.

Если мы посмотрим на дальних родственников наших пчел — на других насекомых, то окажется, что подобный общественный образ жизни свойствен далеко не всем. Мы увидим, что у бабочек, жуков, стрекоз и других насекомых самцы и самки сходятся на короткое время для спаривания, а потом быстро расстаются, и дальше каждый из них идет своей дорогой. Самки откладывают яйца в таком месте, где вылупившаяся молодежь сможет найти корм, и больше не беспокоятся о своем потомстве — они даже вовсе не имеют с ним дела. Прежде чем из яиц выведется расплод, мать в большинстве случаев уже мертва. Почему же пчелы так зависят друг от друга, что не могут жить порознь, а только семьями? И что такое вообще «пчелиная семья»?

Предположим, что однажды вечером, когда все летные пчелы возвратятся домой, наш любитель природы принесет улей в комнату, откроет его и высыпет все содержимое

на стол,— сколько пчел представится его взору? Если он возьмет на себя труд сосчитать их, а выбранная им семья окажется не из слабых, то он обнаружит здесь от 40 до 80 тысяч пчел. Это приблизительно столько, сколько жителей в городе средней величины, таком, например, как Ашаффенбург или Швейнфурт. В это число не вошли еще «дети» пчелиной семьи — их не так-то легко обнаружить. Займемся поэтому сначала взрослыми пчелами.

На первый взгляд все они кажутся одинаковыми. Тело каждой особи четко расчленяется на три части: голову, грудь и брюшко. *Голова* с двумя большими глазами по бокам, ртом внизу и двумя усиками (рис. 1). Эти усики есть у всех насекомых и особенно велики у жуков-усачей (или дровосеков), которые в детстве доставляли нам, мальчишкам, много радости. На *груди* с боков расположены две пары крыльев, а внизу — три пары ног. Тонкая талия соединяет грудь с членистым *брюшком*.

Однако, присмотревшись получше, можно заметить различия между отдельными членами пчелиной семьи. Одна из пчел выделяется своим длинным и стройным брюшком. Пчеловоды называют ее *маткой* (рис. 1, *a*): от нее в первую очередь зависит судьба семьи, так как это един-



**Рис. 1.** *a* — матка (вполне развитая самка); *б* — рабочая пчела; *в* — трутень (мужская особь). *Г* — голова; *Гр* — грудь; *Б* — брюшко; *Г./* — глаз; *У* — усик (антенна). Увеличено в два раза. (Фото д-ра Лейенбергера.)

ственная вполне развитая самка в пчелином «государстве», единственная мать огромной семьи.

В несколько большем числе встречаются пчелы другого типа — с толстым, неуклюжим телом и особенно крупными глазами; это мужские особи, или *трутни* (рис. 1, *в*). Они живут в семье только весной и в начале лета. Позже они становятся ненужными, и сограждане по улью силой их изгоняют. Остальные члены семьи — это *рабочие пчелы* (рис. 1, *б*); они-то и составляют основную массу населения улья. Рабочие пчелы — самки, но в нормальных условиях они не откладывают яиц. Именно эта способность, которая у пчелиной матки и у самок других насекомых выражена наиболее ярко, у рабочих пчел находится в подавленном состоянии. Однако материнский инстинкт заботы о потомстве, напротив, развит у них в совершенно необычайной для насекомых степени. Матку, не имеющую к этому делу никакой склонности, они полностью освободили от него. Матка откладывает яйца, а рабочие пчелы заботятся об их дальнейшей судьбе. Они заботятся также о чистоте улья — удаляют мусор и пчелиные трупы, строят соты, поддерживают нужную температуру в улье, защищают свое жилище, когда в этом возникает надобность, добывают и распределяют пищу — словом, выполняют все работы, которыми не занимаются ни матка, ни трутни.

Таким образом, в пчелиной семье все зависит друг от друга и никто не может жить в одиночку.

## 2. ПЧЕЛИНОЕ ЖИЛИЩЕ

Каждой семье пчел пчеловод предоставляет деревянный ящик — улей (см. рис. 5). В передней стенке улья имеется щель — леток, через который пчелы выходят и входят. Раньше пчеловоды использовали вместо деревянных ящиков соломенные корзины (сапетки), которые и теперь еще употребляются в некоторых местах (рис. 2).

Читатель может спросить: где жили пчелы до того, как человек превратил их в домашних животных? Хотя пчеловодство очень древнее занятие — египтяне разводили пчел еще 5000 лет назад, о чем мы знаем по изображениям, сохранившимся в храмах и гробницах **фараонов**, — сами





Рис. 2. Корзиночные ульи на одном из крестьянских домов в Верхней Баварии. (Фото д-ра Вольгемута).

пчелы гораздо древнее, и до тех пор, пока человек не взял на себя заботу о них, они жили в диком состоянии.

Нередко случается, что семья пчел улетает от пчеловода и поселяется в лесу, в дупле дерева. Это и есть первобытное жилище пчел, а так как в прежние времена дуплистых деревьев было больше, чем теперь в наших современных культурных лесах, то пчелы не испытывали недостатка в жилищах.

Дерево, как, впрочем, и сапетка или улей, служит только внешней защитой пчелиного жилища; внутренность «дома» пчелы сооружают для себя сами, строя из воска соты (рис. 3).

Некоторые пчеловоды используют под жилище пчел деревянную колоду, которая представляет собой не что иное, как кусок дерева с дуплом (рис. 4). Ульи этого типа стоят ближе всего к первобытному жилищу пчел. Внутри сапеток также образуется похожее на дупло защищенное пространство; преимущество их в том, что их легче и удобнее перемещать.

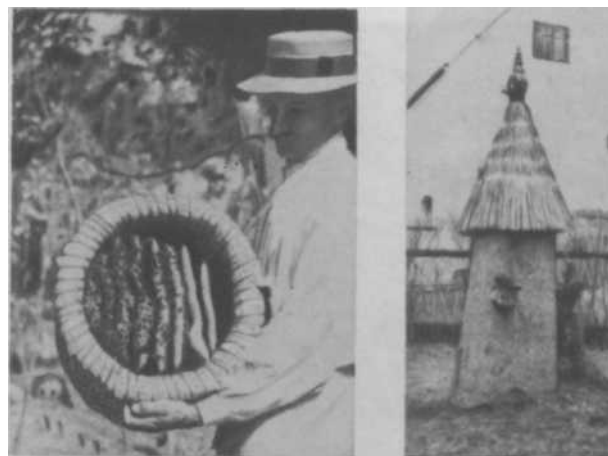


Рис. 3. Корзиночный улей, повернутый так, что видны расположенные внутри соты. (Фото проф. Цандера.)

Рис. 4. Обрубок дерева с дуплом внутри (колода) тоже может быть жилищем пчел. (Фото д-ра Вольгемута.)

Однако внутренность всех этих старых пчелиных жилищ малодоступна для пчеловода, и он не может вмешаться в жизнь пчел. Вот почему, когда в середине прошлого столетия<sup>1</sup> решили дать пчелам в качестве жилища деревянный ящик со съемной задней стенкой и повесить внутри несколько деревянных рамок, в которых пчелы могут построить соты (рис. 5), это был большой прогресс в пчеловодстве. Теперь каждый отдельный сот можно вынуть вместе с рамкой из улья, осмотреть его, в случае надобности исправить, а затем снова поставить в улей. Можно также выбрать отдельные заполненные медом соты и заменить их пустыми, не слишком беспокоя при этом семью, тогда как при старой системе для изъятия меда приходилось разрушать постройки, а часто и уничтожать всю семью. Поэтому ульи с подвижными сотами получили широкое распространение.

<sup>1</sup> Мысль построить улей из досок впервые пришла русскому пчеловоду П. И. Прокоповичу в 1814 г. — *Прим. пере.*

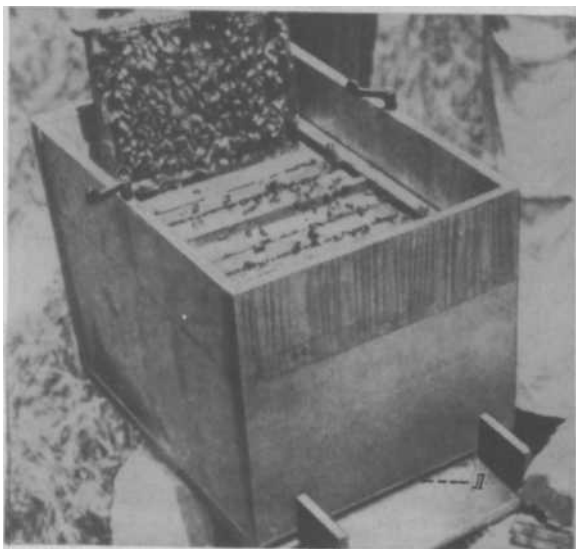


Рис. 5. Улей с пчелами. Крыша снята, один сот в деревянной рамке вынут. Л — леток на передней стенке улья, перед ним прилетная доска.

То, что пчелиное жилище можно передвигать целиком, дает пчеловоду еще одно важное преимущество. Дупло дерева — первобытное жилище пчел — привязано к месту, а ящики или корзины с пчелами пчеловод может перевезти в другую местность, когда в определенное время года медоносные растения в районе размещения пасеки начинают отцветать. Такое *кочевое пчеловодство* — отличное средство повышения медосборов во многих местностях. В бедное цветами предосеннее время, когда гречишные поля и широкие просторы верещатников на несколько недель раскрывают для пчел неисчислимые миллионы своих полных нектара цветков, к ним отовсюду съезжаются пчеловоды и расставляют ульи с пчелами (подобно тому как крестьянин пригоняет скот на горные луга, чтобы использовать их в определенное время в качестве пастбищ).

Пчеловод обеспечивает пчел ульями и деревянными рамками для отстройки сот. Соты же пчелы строят сами. Да и материал, из которого строятся соты, — *воск* —

они производят сами. Каждая рабочая пчела имеет при себе «восковой завод».

Это звучит несколько странно, хотя на самом деле выделение воска отнюдь не особая привилегия пчел — оно наблюдается и у других насекомых. Так, например, летом нередко можно заметить мелкие белые хлопья, носящиеся в воздухе подобно крошечным снежинкам. Если их поймать и рассмотреть, то окажется, что это тли, закутанные в своего рода шубы из тончайших белых восковых нитей, выпотевающих через поры их кожи. У пчел воск, по своему химическому составу напоминающий жир, выделяется на нижней стороне брюшка. Здесь, в глубине кожных складок, образуемых члениками брюшка, он появляется в виде маленьких тонких чешуек (рис. 6). Вместо того чтобы бесполезно ронять эти восковые чешуйки, пчелы снимают их лапками, мнут крепкими жвалами — специальными придатками, расположенными около рта (рис. 7), скатывают в комочки и строят из этих комочков соты, постепенно наращивая их стенки.

Строительство в пчелином улье идет не все время, но тогда, когда нужно, оно совершается очень быстро. Рис. 8 показывает, сколько успевают сделать маленькие строи-

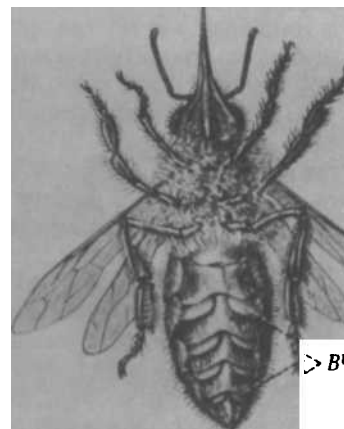


Рис. 6. Выделяющая воск пчела (со стороны брюшка); из кожных складок выступают восковые чешуйки (ВЧ).



Рис. 7. Голова пчелы (спереди; увеличено), ВЧ — верхняя челюсть; Х — хоботок; У — усик; ГЛ — глаз.

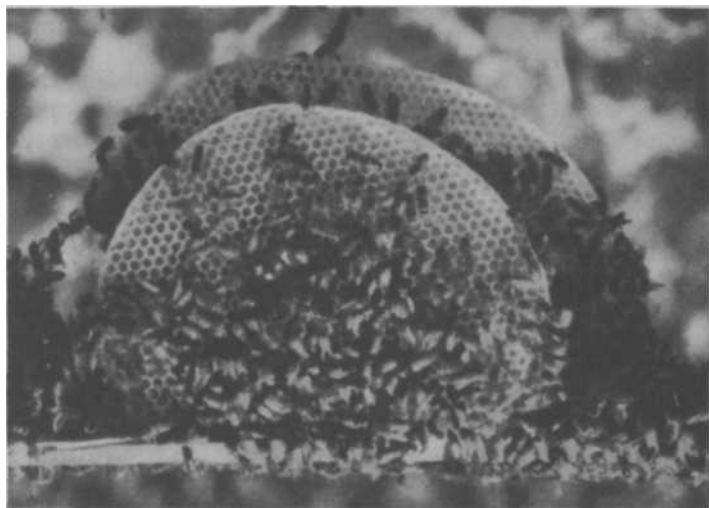


Рис. 8. Пчелы за постройкой сотов. (Фото Э. Шумахера.)

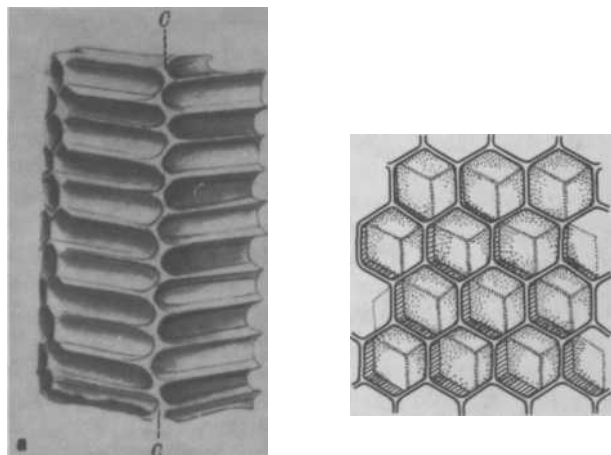


Рис. 9. Строение ячеек пчелиного сота. Кусок **сота**: *a* — в поперечном разрезе, *b* — вид с поверхности; *C* - средостение.

тельницы за ночь; здесь видно также, что строительство сотов ведется сверху вниз.

Каждый сот состоит из многих тысяч небольших восковых камер, или ячеек, которые используются частью как «детские» для выращивания расплода, а частью как кладовые для хранения запасов корма. Устройство ячеек поразительно целесообразно. На рис. 9, *a* изображен сот, разрезанный поперек в вертикальном направлении. У него есть средостение (*C*), которое служит общим основанием для расположенных по обе стороны от него ячеек. Ячейки несколько наклонены, как раз настолько, чтобы из них не вытекали запасы полужидкого меда. Углубленное доннышко каждой ячейки состоит из трех восковых пластинок, имеющих форму ромба (рис. 9, *b*). Человека, впервые вынимающего сот из улья, удивит его большой вес. Сот размером 37 на 22,5 см может вмещать 2 кг меда, не ломаясь под его тяжестью. При этом пчелы на постройку такого сота затрачивают только 40 г воска. Как бережливые труженики, они делают стенки ячеек тоньше  $\frac{1}{10}$  миллиметра. Ячейки той и другой стороны так сцеплены своими доннышками (рис. 9, *a*), что прочность всей системы становится понятной. Однако самое удивительное то, что боковые стенки ячеек образуют шестиугольники (рис. 9, *b*). Пчелы могли бы, конечно, с самого начала строить свои ячейки с круглыми стенками, как это делают шмели, или какой-либо иной формы (рис. 10). Однако при круглых или, допустим, восьми- или пятиугольных ячейках (рис. 10, *a* — *e*) между ними оставались бы неиспользованные пространства (на рисунке затушеваны); кроме того, каждая ячейка должна была бы целиком или частично иметь собственные стенки, то есть потребовался бы лишний материал.

При трех-, четырех- или шестиугольных ячейках (рис. 10, *z* — *e*) оба эти недостатка отпадают, так как каждая стенка является общей для двух соседних ячеек и при этом нет никаких лишних промежутков. Треугольники, четырех- и шестиугольники на рис. 10 изображены так, что они ограничивают совершенно равные площади; такие ячейки при одинаковой глубине будут вмещать равное количество меда. Однако из всех трех равных по площади геометрических фигур шестиугольники имеют наименьший периметр.

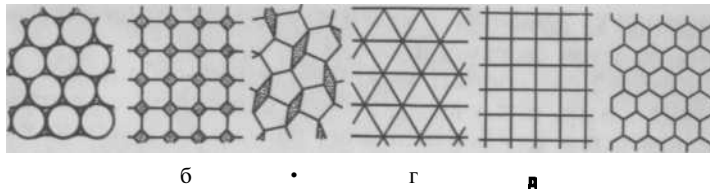


Рис. 10. (Объяснение в тексте.)

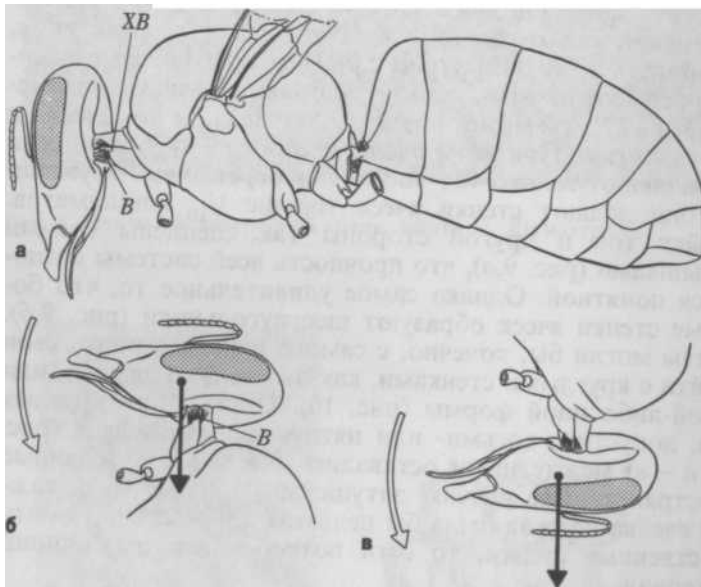


Рис. 11. Один из органов чувств — орган равновесия в месте сочленения головы и груди. Голова опирается на хитиновые выступы переднегруди (*XВ* на рис. *а*). Чтобы их было лучше видно, голова несколько оттянута вперед. Так как ее центр тяжести (верхний конец стрелки на рис. *б* и *в*) лежит глубже, при положении тела головой вверх голова под действием силы тяжести отклоняется вперед (*б*), а при положении вниз головой — назад (*в*). Благодаря этому чувствительные волоски *В*, соприкасающиеся с головой, возбуждаются различным образом. Подобный же орган чувств расположен между грудью и брюшком. (По Линдауэру и Неделю.)

Поэтому для постройки *шестиугольных* ячеек при одной и той же вместимости требуется наименьшее количество строительного материала.

Таким образом, пчелы, использовав при построении ячеек шестиугольную форму, действительно нашли самый лучший и экономный из всех мыслимых вариантов. Каменщику для возведения такой геометрически правильной постройки потребовались бы отвес и угломер. Пчелы, по-видимому, измеряют углы с помощью многочисленных чувствительных волосков на голове и усиках, однако точных сведений об этом пока нет. В качестве *отвеса* пчелы используют определенные части своего тела. Голова опирается на два хитиновых выступа груди *выше своего центра тяжести* (*XВ* на рис. 1 *а*). Если пчела сидит на соте головой вверх, то нижняя, более тяжелая часть головы давит на грудь (рис. 11, *б*, стрелка). Волоски высокочувствительных осязательных клеток (*В*) на вершине выступов служат для восприятия этого давления. При положении пчелы вверх брюшком голова стремится повернуться в противоположном направлении (рис. 11, *в*), а при любом наклонном положении тела давление распределяется между волосками как-то по-иному. Благодаря этому пчелы могут контролировать положение в пространстве как своего собственного тела, так и сотов. Если повредить у пчел орган равновесия, их строительная деятельность прекратится и масса восковых пластинок будет бесполезно разбрасываться по дну улья.

Мы уже упоминали о двояком назначении пчелиных ячеек: в них хранятся запасы корма и выращивается потомство. В следующих разделах мы познакомимся с питанием пчел и с пчелиным расплодом.

### 3. ПИТАНИЕ ПЧЕЛИНОЙ СЕМЬИ

Среди животных, так же как и среди людей, встречаются изощренные лакомки. Но люди имеют широкие возможности для удовлетворения своих капризов, тогда как у животных природа строже определила для каждого вида, что он может и чего не может есть. Одни насекомые — вегетарианцы, другие — хищники. Гусеницы некоторых ба-

бочек питаются листьями различных видов растений, но существует гусеница, которая живет только на иве-бредине и не ест ничего другого, даже если ей грозит голодная смерть.

Эти различия удивительны, так как в сущности все люди и все животные нуждаются в одних и тех же питательных веществах, только они должны получать их в несколько различной форме. Нам всем нужны жир и сахар как топливо для нашей живой машины, источник силы наших мышц; они так же необходимы нам, как бензин автомобилю. Однако мы вовсе не должны есть одни сладости: хлеб и картофель тоже служат источниками сахара для нашего организма, так как крахмал — их главная составная часть — в химическом отношении близок к сахару и наши органы пищеварения перерабатывают его в сахар. Но нам нужен и белок — ведь тело человека (и животного) в значительной части состоит из белковых веществ и может расти, только если будет получать с пищей белок.

Пчелы тоже нуждаются в этих двух видах питательных веществ. Редко у кого можно встретить такое четкое разделение корма на два сорта. Пчелы-сборщицы ищут и приносят в улей как отдельные элементы питания, во-первых, богатый сахаром и почти не содержащий белка *мед*, который служит для тела пчелы источником энергии, и, во-вторых, богатую белком *цветочную пыльцу* — незаменимый строительный материал для растущего тела.

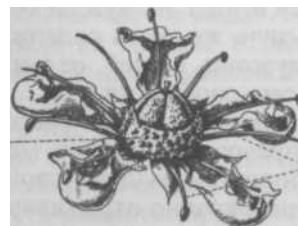
И то и другое пчелы находят в цветах — именно это они и ищут, прилежно копошась в цветочных венчиках. Голодных ртов много и зимой, но цветов в это время нет; поэтому в весенние и летние месяцы, когда все кругом цветет и дает богатый «взяток», пчелы собирают излишек меда, который они расходуют зимой. Выращивание потомства, для роста которого необходим белок, ограничено весенними и летними месяцами. Вот почему пчелы запасают цветочную пыльцу только в количестве, необходимом для питания расплода.

#### ЧТО ТАКОЕ МЕД И КАК ПЧЕЛЫ ЕГО ПРИГОТОВЛЯЮТ

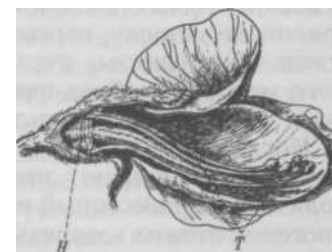
Сорвав головку лугового клевера и осторожно выдернув из нее несколько отдельных цветков, а затем разжевав

их нижние, суженные в трубочку концы, мы ясно ощутим сладкий вкус. Если пчелы еще не успели опустошить наши цветки, то в конце цветочной трубочки мы заметим маленькую прозрачную капельку сахаристой жидкости. Такую жидкость выделяют цветки очень многих растений. Ботаники называют ее нектаром — и по праву. Так древние греки называли напиток богов. Он обладал изумительным ароматом и даровал бессмертие. Мед, бесспорно, тоже имеет приятный аромат. Он, правда, не наделяет бессмертием, но многие пчеловоды преклонного возраста — как и некоторые врачи — твердо убеждены, что мед полезен для здоровья и продлевает жизнь. Так ли это на самом деле, и если так, то почему, — ученым еще предстоит **выяснить**.

В некоторых цветках капельки нектара лежат открыто у основания лепестков развернутого венчика (рис. 12), и их посещают не только пчелы, но также мухи, жуки и прочие лакомки из мира насекомых. В цветках других растений, например клевера или термопсиса (рис. 13), нектар выделяется на дне глубоких трубочек венчика, откуда его могут достать только насекомые, снабженные от природы специальным приспособлением: у пчел, шмелей и бабочек от ротового отверстия отходит подвижный, остроумно устроенный хоботок (см. рис. 7), при помощи которого они могут всасывать сахаристый сок даже из глубоких трубочек венчика.



**Рис. 12.** Цветок руты пахучей (*Ruta graveolens*). Капельки нектара выделяются кольцеобразным утолщением (*К*) в середине цветка. *Т* — тычинки. (Увеличено в три раза.)



**Рис. 13.** Цветок термопсиса (*Thermopsis montana*) в продольном разрезе. Нектар (*Я*) выделяется на дне глубокой трубочки венчика. *Т* — тычинки. (Увеличено в два раза.)

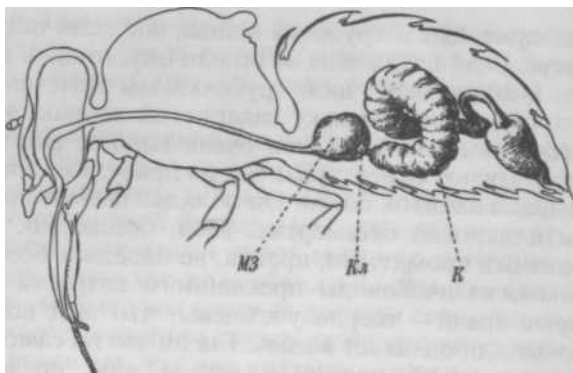


Рис. 14. Органы пищеварения пчелы. **МЗ** — медовый зобик; **К** — кишка; **Кл** — клапан, закрывающий проход между медовым зобиком и кишкой.

Все, что попадает в наш желудок, переваривается и, бесспорно, принадлежит только нам. А вот медовый зобик пчелы (рис. 14, **МЗ**) можно сравнить с хозяйственной сумкой, содержимое которой принадлежит всей пчелиной семье. При посещении цветков капельки нектара одна за другой текут через хоботок и длинный пищевод в медовый зобик. Если пчела проголодалась, она немного приоткрывает клапан (рис. 14, **Кл**), отделяющий «общественный желудок» от присоединенной к нему кишки. Только то, что проникает в кишку, переваривается и идет на нужды собственного организма пчелы. Большую же часть содержимого медового зобика пчела, вернувшись в улей, отрыгивает, и эта часть используется всем сообществом.

Когда говорят, что пчелы собирают мед, это не совсем точно. Они собирают нектар и превращают его в мед. Только что принесенный нектар сборщицы раздают своим многочисленным товаркам, а те многократно отрыгивают небольшую его капельку и держат ее перед ртом в теплом воздухе улья; при этом из нектара испаряется много воды, а затем он сгущается в открытой ячейке. Так за несколько дней из жидкого нектара получается мед, который уже можно хранить. Одновременно действуют подмешанные к нектару ферменты пчелиной слюны, которые почти пол-

ностью расщепляют содержащуюся в нектаре сахарозу на ее химические составные части — глюкозу и фруктозу, которые после потребления меда человеком могут переходить из желудочно-кишечного тракта прямо в кровь. Маленькие производительницы меда как бы освобождают наш желудок от работы по его перевариванию. Другие ферменты пчелиной слюны придают меду слегка кислую реакцию, что подавляет развитие в нем бактерий. В меде содержатся в следовых количествах минеральные вещества, такие, как железо, медь, марганец и нередко кобальт. Наш организм иногда испытывает в них недостаток, а между тем они, хотя и в минимальных количествах, необходимы для его жизнедеятельности.

Хотя именно пчелы приготавливают из сладкого сока цветов непортящийся и полезный мед, не надо забывать, что источник сахара — нектар, а аромат меда — это запах цветов, воспринятый нектаром, к которому добавился запах самих пчел и воска. Таким образом, первичные производители этого ценного пищевого продукта — цветы, пчелам же мы обязаны его улучшением и тем, что он попадает на наш **СТОЛ**: человеческого терпения не хватило бы на то, чтобы собирать с цветков крошечные капельки нектара.

Количество нектара, которое пчела приносит домой в результате одного полета за взятком, невелико; ведь ее медовый зобик немногим больше булавочной головки, и ей приходится раз 60 наполнять и опорожнять его, чтобы собрать наперсток меда. А капелька нектара, которую может дать ей каждый отдельный цветок, и того меньше; чтобы наполнить медовый зобик, нашей сборщице придется посетить около 1000 цветков клевера. И если, несмотря на это, некоторые пчелиные семьи в благоприятные периоды запасают за *один* день больше килограмма меда, это только показывает, насколько усердно они работают. И пусть лакомка, проглатывая ложку меда с такой же легкостью, как ложку молока, иногда задумается о том, с каким трудом этот мед был добыт.

### ЦВЕТОЧНАЯ ПЫЛЬЦА И «ШТАНИШКИ» ПЧЕЛ

Пыльцу в цветке легче заметить, чем глубоко запрятанные капельки нектара. Ее вырабатывают пыльники тычинок (пыльцой ее называют за сходство с пылью). В каждом цветке в зависимости от вида растения имеется определенное число — от нескольких штук до многих десятков — тычинок, которые нежными нитями поднимаются от основания цветка и утолщаются на верхнем свободном конце, образуя маленькую подушечку (см. рис. 12 и 13,7). Здесь и образуется пыльца, чаще всего в виде желтоватого, а иногда беловатого или красноватого порошка, нередко в таком изобилии, что стоит только прикоснуться к цветку пальцем, чтобы он оказался покрытым ею, как пудрой. С тычинок пчелы и берут пыльцу.

Это, как правило, не те рабочие пчелы, которые собирают нектар. Как на современной фабрике, в пчелиной мастерской широко применяется «разделение труда», так что часто даже среди сборщиц корма одни летают только за медом, другие — только за пыльцой, и каждая занята своим делом. А собирать пыльцу далеко не просто. Даже самый искусный фокусник позавидовал бы ловкости маленьких пчелиных ножек.

Пчела собирает пыльцу в обножку, то есть скатывает ее в комочки, приклеивает с наружной стороны к задним ножкам и в образующихся из нее «штанишках», которые, вероятно, каждому случалось видеть (рис. 15), возвращается домой. Движения, связанные со сбором пыльцы, так невероятно быстры, что проследить их глазом едва ли воз-



**Рис. 15.** Сборщица пыльцы, возвращающаяся домой в «штанишках» — с комочками пыльцы на задних ножках. (Фото д-ра Лейенбергера.)

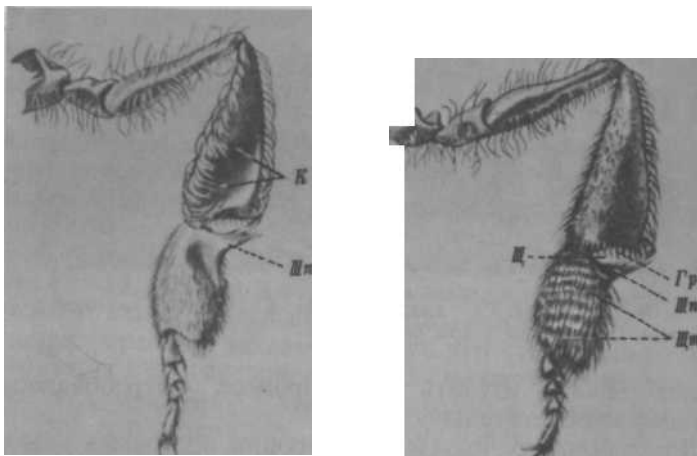


**Рис. 16.** Рабочая пчела. Г<sub>1</sub> — глаз; У — усик; Б — бедро; Г — голень; Л — лапка. (Увеличено в три раза.)

можно. Чтобы изучить этот процесс, потребовалась большая изобретательность.

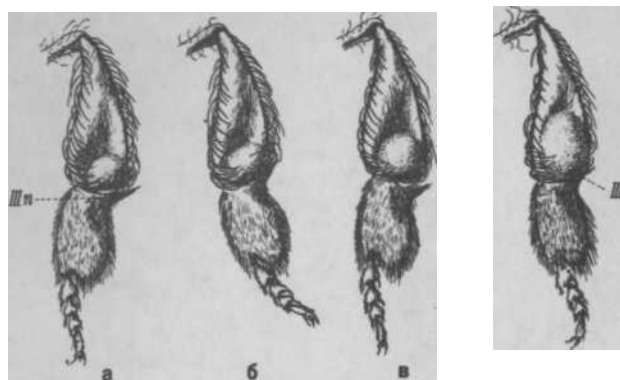
Для хорошей работы нужны хорошие инструменты — и рабочей пчеле они даны от рождения. На рис. 16 можно видеть общее строение и расположение ножек пчелы; они, как и у других насекомых, состоят из отдельных члеников, соединенных суставами. Нас больше всего интересуют самые крупные членики — бедро, голень и лапка, состоящая в свою очередь из многих мелких члеников. На задних ножках (рис. 17), играющих особо важную роль при сборе пыльцы, первый членик лапки сильно увеличен и расширен, а его внутренняя сторона покрыта жесткими щетинками — «щеточкой». Особенным образом устроена и голень задней ноги: с внешней стороны она имеет гладкую и отчасти слегка вогнутую поверхность, ограниченную длинными волосками, — «корзиночку». В корзиночках пчела приносит домой комочки пыльцы.

А попадают они туда вот каким образом. Каждая пчела, собираясь вылететь за пыльцой, берет с собой из дому немного меда в медовом зобике. На цветках она садится на тычинки (особенно хорошо это можно наблюдать на крупных цветках мака или шиповника) и при помощи челюстей и передних лапок принимается сцарапывать с них пыльцу, одновременно смачивая ее принесенным с собой медом, чтобы пыльца стала липкой. Если пыльцы очень много, она густо облепляет все волоски тела пчелы во время ее работы на цветке, так что пчела иногда выглядит как обсыпанная мукой.



**Рис. 17.** Задняя ножка рабочей пчелы: *а* — вид снаружи; *б* — вид с внутренней стороны. Первый членик лапки сильно увеличен и несет с внутренней стороны щеточку (*Щм*), с которой цветочная пыльца счесывается гребешком (*Гр*) другой задней ножки. Давлением шпоры (*Шп*) пыльца выжимается через щель (*Щ*) в корзиночку (*К*) — углубление на наружной стороне голени, окаймленное волосками, в котором пчелы приносят пыльцу домой.

Во время перелета пчелы с одного цветка на другой ножки ее заняты лихорадочной работой: щеточками задних ножек пчела счищает пыльцу с поверхности своего тела и с других ножек, а затем гребнем из твердых щетинок, находящимся на конце голени (рис. 17, *б, Гр*), счесывает пыльцу со щеточек других ножек, попеременно то с правой, то с левой. Теперь пыльца висит на гребне, но только одно мгновение. Ловким нажимом шпоры (рис. 17, *а, Шп*) она проталкивается через щель (рис. 17, *б, Щ*) на другую, наружную, сторону голени, то есть попадает в корзиночку. Здесь она последовательными толчками утрамбовывается снизу, штанишки увеличиваются и поднимаются все выше (рис. 18), пока не заполнится вся корзиночка. После этого средние ножки сжимают комок и бьют по нему снаружи, чтобы он хорошо спрессовался и не был потерян по дороге.



**Рис. 18.** Задняя ножка рабочей пчелы, собирающей пыльцу: *а* — в начале сбора пыльцы; *г* — в конце сбора пыльцы. Хорошо видно постепенное увеличение «штанишек» (обножки); *б* и *г* — моменты выдавливания новой порции пыльцы в корзиночку при помощи шпоры (*Шп*). (По Кэстилу.)

Вернувшись домой, сборщица стряхивает штанишки в ячейку-кладовую. И сейчас же молодая пчела, занятая внутриульевыми работами, сует туда голову, размельчает оба пыльцевых комка вытянутыми вперед челюстями и толчками спрессовывает принесенную пыльцу, соединяя ее с прежними запасами в ячейке.

Пчелы хранят мед и пыльцу в разных ячейках сота (см. рис. 22 — 24) и достают их оттуда по мере надобности.

#### КАКАЯ ПОЛЬЗА ЦВЕТАМ ОТ ТОГО, ЧТО ПЧЕЛЫ ИХ ОБИРАЮТ

Пчел не следует осуждать за то, что они достают себе из цветов нектар и пыльцу. И если цветы предлагают им эти два вида пищи, то это идет на пользу самим же цветам.

Пыльцевые зерна — это мужские половые клетки цветковых растений, соответствующие сперматозоидам животных. Женские половые клетки, соответствующие яйцеклеткам животных, часто, хотя и не всегда, образуются на тех же цветках, которые производят пыльцу. Они лежат в особом утолщении в основании цветка — так называемой завязи (рис. 19). Подобно тому как из куриного яйца цы-



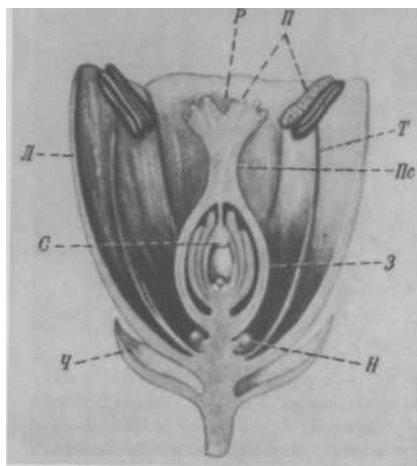


Рис. 19. Цветок, разрезанный вдоль через центр. *С* — семяпочка; *З* — завязь; *Пс* — пестик; *Р* — рыльце; *П* — пыльца; *Т* — тычинка с пыльниками; *Л* — лепестки; *Ч* — чашелистики; *Н* — нектар.

пленок разовьется только в том случае, если яйцо оплодотворено спермием петуха, так и в завязи цветка из женских зародышевых клеток разовьются семена, а из семян — молодые растеньица только в том случае, если женские половые клетки сольются с мужскими.

Для оплодотворения зародышевых клеток необходимо, чтобы некоторое количество пыльцы попало на клейкое рыльце (рис. 19, *Р*) пестика, то есть чтобы цветок был опылен. С рыльца содержимое пыльцевых зерен с прорастающими пыльцевыми трубками попадает через пестик (*П*) в завязь и сливается с женской половой клеткой. Если пыльца не попадет на рыльце, не будет плодов. Но цветки, как правило, не могут сами **высыпать** пыльцу из пыльников на рыльце. Кроме того, растению не выгодно, чтобы пыльца попадала на рыльце пестика того же самого цветка, — близкородственное скрещивание, так же как и у животных, может оказаться вредным. Более здоровое потомство образуется в том случае, если пыльца попадает на *другие* цветки того же вида. Существует множество средств, способствующих этому. Часто цветки совершенно невосприимчивы к пыльце, которую они сами производят, так что при самоопылении они остаются бесплодными.



Рис. 20. Пчелы оказывают большое влияние на плодоношение деревьев. Одна из двух веток грушевого дерева на время цветения была закрыта марлей, чтобы пчелы не могли к ней проникнуть. На этой ветке не завязалось ни одного плода, в то время как на другой ветке созрели 33 груши. (По Цандеру.)

Когда пчела, собирая пыльцу, перелетает с мака на мак или с розы на розу, она переносит пыльцу с одного цветка на другой. Обсыпанная пыльцой, как мельник мукой, пчела неизбежно роняет некоторые пыльцевые зерна на рыльце пестика, опыляя таким образом цветок. Но и сборщицы нектара, стараясь достать сладкий сок у основания цветка, касаются пыльников и рылец и таким образом тоже непроизвольно выполняют обязанности опылителей. Фотография (рис. 20) лучше слов показывает, насколько успешно они с этим справляются. На одном грушевом дереве перед цветением были выбраны две ветки с одинаковым числом бутонов. Одну из них покрыли марлей, чтобы

пчелы не могли проникнуть к цветкам. Из цветков на ветке, доступной для пчел, образовались 33 груши, на другой же не было ни одного плода.

Опылителями цветков могут быть и другие насекомые. В солнечный весенний день можно наблюдать пестрый рой шмелей, бабочек, жуков и мух, вьющихся вокруг цветков. Но важнейшими переносчиками пыльцы остаются все же пчелы, так как их очень много и они очень усердны в сборе пыльцы и нектара: к этому их побуждает не преходящее чувство голода, а стремление запасти корм на зиму. Кроме того, обладая хорошим инструментом для сбора нектара, они могут посещать многие цветки, неподходящие для других, менее приспособленных насекомых. Не будь пчел, наши плодовые деревья, а также клевер и гречиха, бобы и огурцы, черника и брусника, бесчисленные луговые цветы и многие другие растения совсем бы не давали или давали очень мало плодов и семян.

Но сегодняшние плоды — это будущие **растения**: из семян вырастает следующее поколение, так что растения, не приносящие семян, вымерли бы. Выделяя нектар, цветы привлекают насекомых; последние находят приманку и забирают также излишек цветочной пыльцы. Но они не грабители — они не только берут, но и дают, производя опыление, обеспечивая образование семян и поддерживая таким образом жизнь вида. Прекрасная взаимопомощь, тем более удивительная, что обе стороны не ведают, что творят!

## 4. ПЧЕЛИНЫЙ РАСПЛОД

Только что вылупившийся цыпленок — существо во многих отношениях недоразвитое, но в общем-то он все же очень похож на родителей. У него, как и у них, уже есть крылья, ноги и глаза. А из пчелиного яйца выходит маленький белый червячок без головы, глаз, крыльев и ног, не имеющий ни малейшего сходства с матерью.

Нечто подобное происходит и у других насекомых. Трудно представить себе, что белые черви, которые иногда, к ужасу хозяйки, заводятся в куске испорченного мяса или слишком старого сыра, впоследствии превратятся

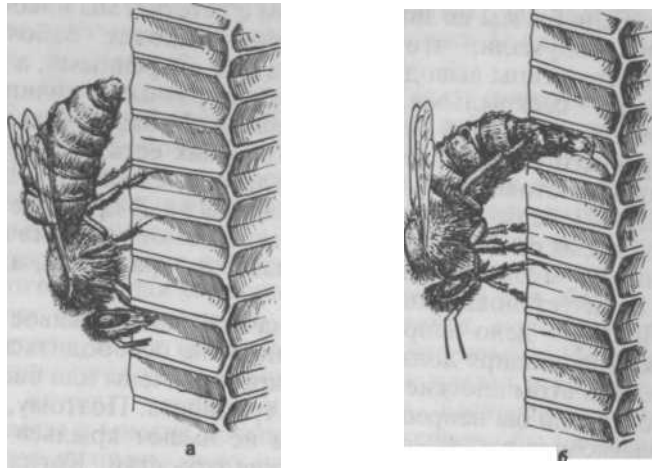
в мух. Если бы мы не знали об этом с детства, мы никогда бы не подумали, что из гусениц выходят бабочки.

То, что птицы выводятся из яиц уже оперенными, а насекомые — бескрылыми, часто червеобразными личинками, имеет под собой веское основание. У насекомых нет внутреннего скелета; вместо этого у них есть наружный панцирь, состоящий из хитина (углевода, сходного с целлюлозой) и белка. Он прочен и очень легок. В процессе роста он время от времени **лопается**: насекомое «линяет» и за несколько часов заметно увеличивается в размерах, а затем образует новый панцирь.

Линька — дело **непростое**: в начале линьки живое содержимое панциря должно благополучно освободиться из него. При этом плоские широкие крылья пчелы или бабочки создавали бы непреодолимую трудность. Поэтому, пока насекомые растут, они совсем не имеют крыльев или имеют вместо них только короткие отростки. Когда личинка пчелы или гусеница бабочки подрастет, она превращается в куколку. Внешне это стадия покоя, на самом же деле — стадия интенсивной внутренней **перестройки**; она продолжается до тех пор, пока куколка не сбросит наконец своей хитиновой оболочки и в результате этой последней линьки не появится крылатое насекомое. Оно не может дальше расти, так как уже больше не линяет. Широко распространена ошибка — считать маленького жука молодым. Молодой жук выглядит как желтый или беловатый червяк.

Но вернемся к пчелам. Если в благоприятное время года в специально приспособленном для этого наблюдательном улье поискать матку, то, как правило, ее можно обнаружить медленно, почти величественно прогуливающейся по соту и откладывающей яйца. Весной одна плодовая матка может отложить за сутки около 1500 яиц, то есть в среднем по яйцу каждую минуту. На самом деле у нее бывают передышки, а в промежутках между ними откладывает яйца ищет намного быстрее. При этом пчелиные яйца относительно не так уж малы. Общий вес отложенных за день 1500 яиц равен весу самой матки. Понятно, что заниматься чем-нибудь другим она уже не в состоянии.

При откладке яиц матка действует следующим образом: сначала она сует в ячейку голову и, убедившись, что



21. матка откладкойяиц: а — она проверяет готовность ячейки к приему яйца; б — отложив продолговатое яйцо на дно ячейки, матка собирается извлечь из нее брюшко

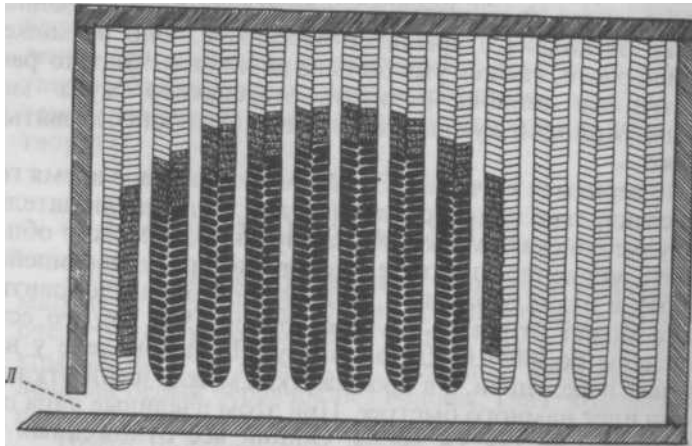


Рис. 22. Продольный разрез пчелиного улья с сотами (на теплый занос) показывает устройство и размещение расплодного гнезда. Изображены ячейки с расплодом, серыми — ячейки, заполненные пергой, белыми — ячейки с медом. Л — леток

ячейка пуста и подготовлена к приему яйца (рис. 21, а), вводит в нее брюшко (рис. 21, б). Потом она замирает на несколько секунд и снова вытаскивает брюшко из ячейки, на дне которой остается продолговатое яйцо. А матка уже ищет другую ячейку для следующего яйца.

Не надо, однако, думать, что матка бродит по всем сотам без разбора, откладывая яйца то здесь, то там. Это было бы очень печально для пчеловода, так как, вынимая медовый сот, он уничтожил бы часть расплода. В откладке яиц господствует определенный порядок, который состоит в том, что матка занимает яйцами только передние<sup>1</sup> и средние соты в улье, а в них — только средние части, оставляя края свободными. Так образуется «расплодное гнездо», приблизительные размеры которого в улье во время усиленного выращивания пчел показаны на рис. 22. Закрашенные черным ячейки содержат яйца и личинки пчел. Если мы вынем такой сот из улья, то увидим, что его средняя часть заполнена расплодом (рис. 23 и 24). В смежных ячейках пчелы складывают запасы цветочной пыльцы (пергу), так что участок с расплодом окаймлен зоной ячеек с пергой (на рис. 22 эта область затушевана, а на рис. 23 и 24 обозначена буквой /7). По краям расплодного сота и во всех ячейках сотов, расположенных впереди и позади расплодного гнезда, а во многих ульях и над ним откладывается мед (на рис. 22 — белые ячейки). При сборе урожая пчеловод может отобрать у своих пчел соты, заполненные только одним медом. Но ему не следует отбирать их все — необходимо рассчитать, какой запас корма потребуется семье на зиму, и только избыток меда можно использовать для своих нужд.

Из отложенного маткой яйца через три дня вылупляется маленькая белая личинка (рис. 24). Рабочие пчелы тотчас снабжают ее кормом, и у нее развивается такой аппе-

<sup>1</sup> В немецких ульях, открывающихся сзади, соты расположены «на теплый занос», то есть параллельно летку. Поэтому матка, которая стремится разместить расплод ближе к летку, засеивает яйцами в первую очередь передние соты.

В применяемых в СССР ульях, открывающихся сверху, соты обычно размещаются «на холодный занос» — перпендикулярно летку. Поэтому в этих ульях матка начинает откладывать яйца на средних сотах, а медовые соты оказываются по краям. — Прим. перев.

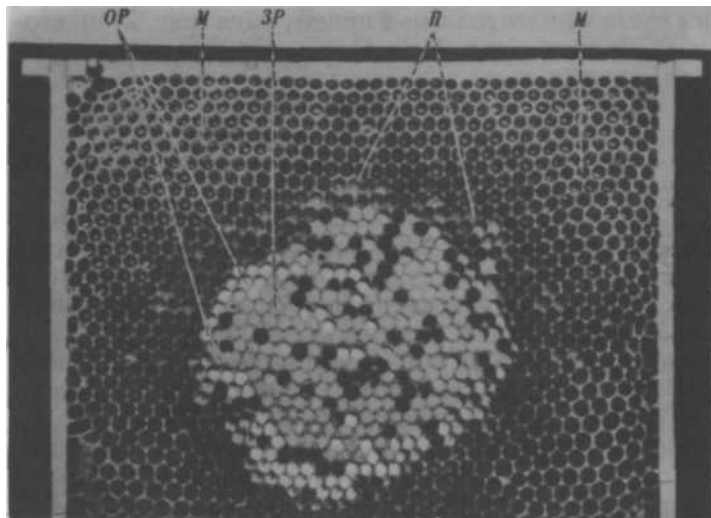


Рис. 23. Сот с расплодом. ОР — открытый расплод; ЗР — запечатанный (закрытый) расплод; Я — перга; М — мед.

тит, что за шесть дней она завершает свой рост. На рис. 25 точно показано соотношение размеров яйца и шестидневной личинки. За шесть дней вес личинки увеличивается более чем в 500 раз. Это все равно, что новорожденный ребенок через шесть дней весил бы 1600 килограммов. Затем наступает стадия внешнего покоя, во время которой завершается превращение личинки во взрослую пчелу. Перед этой стадией рабочие пчелы строят над ячейкой нежную выпуклую крышечку из воска, а личинка, как бы желая подчеркнуть, что ей нужен полный покой, прядет под этой крышечкой плотный покров, соответствующий кокону, который сплетают гусеницы многих бабочек перед окукливанием. Пчеловод называет эту стадию «закрытым расплодом» в отличие от растущего «открытого расплода» (см. рис. 23 и 24). В закрытой ячейке личинка окукливается (рис. 26), а через 12 дней после начала стадии покоя — ровно через три недели после откладки яйца — крышечка разрывается и из ячейки выходит взрослая крылатая пчела (рис. 27).

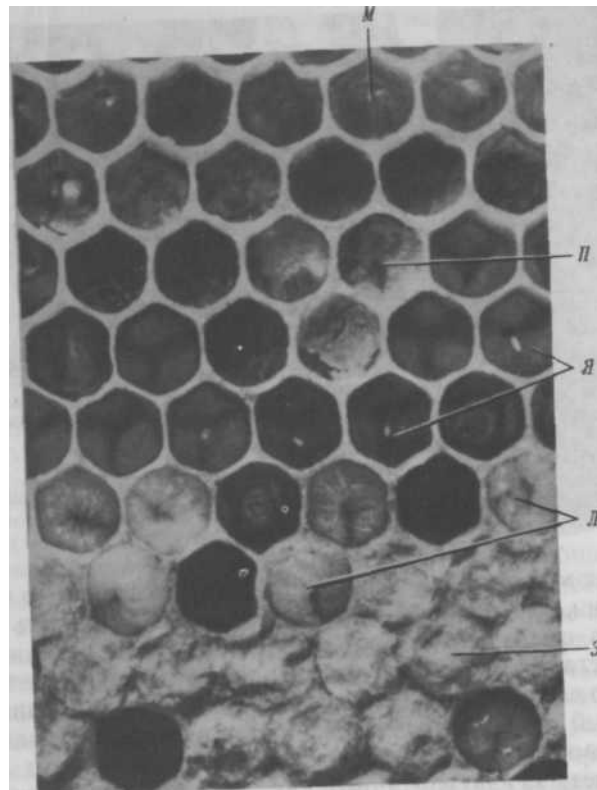


Рис. 24. Участок сота с краю расплодного гнезда. Я — яйца; Л — личинки; ЗР — запечатанный расплод; П — пыльца (перга); М — мед. (Фото Э. Шумахера.)



Рис. 25. а — пчелиное яйцо; б — пчелиная личинка через шесть дней после вылупления из яйца. (Увеличено в два раза.)



Рис. 27. Молодые пчелы, выходящие из ячеек.

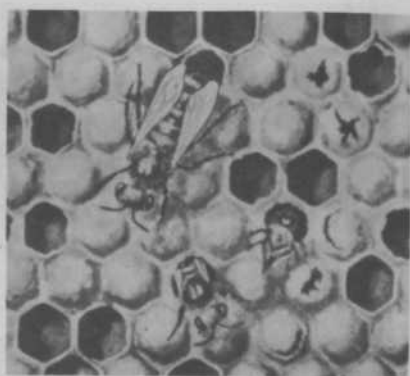


Рис. 26. Разрезанная вдоль запечатанная расплодная ячейка, в которой видна покоящаяся куколка. (Фото Э. Шумахера.)

Так как матка откладывает яйца с ранней весны до поздней осени, примерно с начала марта и нередко вплоть до октября в семье можно обнаружить расплод всех возрастных стадий. В летние месяцы из расплодных сотов ежедневно выходит больше тысячи молодых пчел. Правда, ежедневный отсев старых пчел, достигших естественного предела своей жизни или преждевременно гибнущих во время полета за взятком, почти так же велик. Расплодные ячейки, из которых уже вывелись пчелы, матка вскоре снова засеивает яйцами.

Уход рабочих пчел за расплодом не **ограничивается** шестью днями роста личинки, когда ее нужно кормить. Расплод нуждается в заботе начиная со стадии яйца и до выхода взрослой пчелы, так как для его нормального развития нужна постоянная температура 35 градусов, которую создают и поддерживают рабочие пчелы в районе расплодного гнезда. Чтобы пояснить это, придется сделать небольшое отступление.

Нормальная температура человеческого тела, к которой приспособлены все его жизненные процессы, поддерживается с небольшими отклонениями днем и ночью, зи-

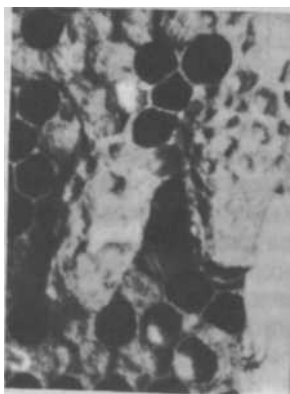
мой и летом на уровне около 37 градусов. Это возможно только благодаря ее непрерывному *регуливанию* — очень сложному процессу, который осуществляется помимо нашей воли и который мы большей частью даже не замечаем. Если температура тела поднимется хотя бы на какую-то долю градуса выше нормы, то для усиления теплоотдачи кожа начинает интенсивнее снабжаться кровью (вот почему при перегреве лицо краснеет!), выработка тепла в организме уменьшается и мы начинаем потеть. На испарение пота расходуется тепло, и это ведет к охлаждению тела. Если же температура тела слишком понизится, то в результате нового перераспределения крови уменьшится теплоотдача и в то же время в организме будет вырабатываться больше тепла за счет усиленного сжигания жира и сахара. Если мы начинаем дрожать, то это не что иное, как непроизвольное сокращение мышц, единственная цель которого — выработка тепла.

Помимо человека, способностью регулировать температуру тела обладают только млекопитающие и птицы. А вот, например, у ящерицы, проворно бегающей под лучами солнца, которые согревают ее кровь, температура тела в прохладный вечер понижается, и животное становится сонным и ленивым. У насекомых температура тела тоже изменчива, она сильно зависит от внешней температуры. Однако у пчел дело обстоит особым образом. Усиливая обмен веществ в грудной мускулатуре, они могут очень быстро, за считанные минуты, поднять температуру своего тела на несколько градусов. Так поступают они, например, перед вылетом. Конечно, в холодном воздухе пчелы не в состоянии предохранить себя от быстрой потери тепла, и если вечером внезапно наступает похолодание, то уже при 8 — 10°C пчелы не могут двигаться. Но в улье, в районе размещения расплода, где пчелы скапливаются тысячами, они все время поддерживают почти неизменную температуру — около 35°C. При малейшем похолодании они разогревают свои тела, становятся на 10° теплее окружающей их среды и, как живые печки, отдают ей производимое тепло. Для этого собравшиеся на сотах пчелы тесно прижимаются друг к другу и своими телами, как пуховыми перинками, прикрывают ячейки с расплодом. В жаркие дни все общество рассредоточивается. Но если температура,

несмотря на это, продолжает повышаться, пчелы приносят в улей воду (ведь потеть они не могут), покрывают сотовые постройки тончайшей водяной пленкой и испаряют влагу, вентилируя улей своими крылышками. Пчелки превращаются в вентиляторы, которые гонят перегретый воздух к летку и через леток наружу. Предпосылками этой удивительной способности служат безошибочное ощущение температуры и хорошо организованное взаимодействие пчел в улье.

До сих пор мы говорили просто о пчелином расплоде, не принимая во внимание то, что в семье из расплода должны развиваться три вида существ — матка, трутни и рабочие пчелы. Собственно говоря, приведенные выше данные о сроках развития относятся только к рабочим пчелам. Матке для завершения развития требуется примерно на пять дней меньше, а трутням — на три дня больше, чем рабочей пчеле.

Разовьется ли из яйца рабочая пчела или матка, зависит от рабочих пчел, ухаживающих за личинкой. Себе подобных они выращивают в обычных, узких сотовых ячейках, а для немногих личинок, из которых должны вырасти матки, строят гораздо более просторные **ячейки** (рис. 28). Эти колыбельки будущих маток пчеловоды называют маточниками. Но решающее значение для дальнейшей судьбы подрастающих женских личинок имеет питание. Личинки рабочих пчел в первые дни жизни получают «ма-



**Рис. 28.** Участок сота с двумя маточниками, в каждом из которых **выращивается** матка.

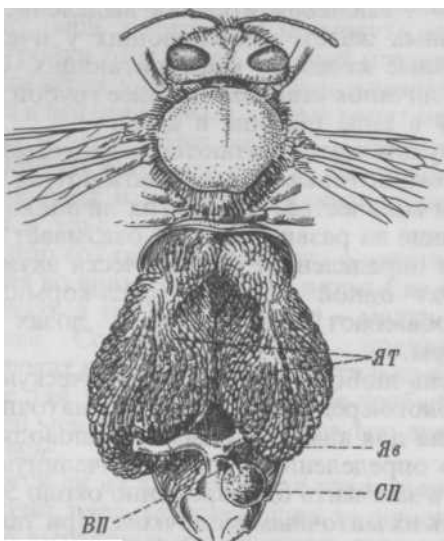
точное молочко» — высокопитательное выделение видоизмененных слюнных желез, выполняющих у пчел ту же роль, что молочные железы у млекопитающих. С возрастом пища этих личинок становится более **грубой**: они получают добавку в виде пыльцы и меда.

Личинки будущих маток питаются исключительно маточным молочком, которым пчелы снабжают их в значительно большем количестве, чем других личинок. Однако решающее влияние на развитие матки оказывает не *количество* корма, а определенное биологически активное вещество — продукт одной из желез пчел-кормилиц, который они добавляют в крошечных дозах *только* в маточный корм.

Было бы очень любопытно узнать химическую природу этого волшебного средства, но капля маточного корма слишком мала для анализа. Однако пчеловоды знают, что с помощью определенных приемов пчелиную семью можно заставить заложить одновременно около 50 маточников и снабдить их маточным молочком. При таком массовом выводе маток можно получить от одной семьи примерно 25 граммов маточного молочка. Из 5 килограммов драгоценного молочка можно добыть около 5 *миллиграммов* (пяти тысячных грамма) активного вещества в очищенной и концентрированной форме. Таким образом, можно при искусственном выращивании молодых личинок в термостате, полностью отказавшись от помощи пчел-кормилиц, собственными руками и по собственному желанию выводить из них полноценных маток или рабочих пчел, добавляя или не добавляя в корм микроскопическую дозу активного вещества. Его химическое строение, правда, еще не совсем ясно, но есть надежда, что вскоре оно будет основательно изучено.

Матка живет четыре-пять лет, а жизнь рабочих пчел исчисляется неделями или в лучшем случае месяцами. Поэтому многие люди думают, что, принимая маточное молочко, они, вероятно, смогут несколько продлить свое земное существование. Маточное молочко (*gelée royale*<sup>1</sup>) продается повсюду и, конечно, с пользой для его постав-

<sup>1</sup> «Королевское желе» (франц.). — Прим. перев.



**Рис. 29.** Пчелиная матка. Брюшко вскрыто сверху, яичники несколько раздвинуты в стороны. *ЯТ* — яйцевые трубочки; *Яв* — яйцеводы (выводные протоки яичников); *СП* — семенной пузырь; *ВП* — выводящий проток семенного пузырька.

щиков; что же касается пользы для покупателей — на этот счет пока нет единого мнения.

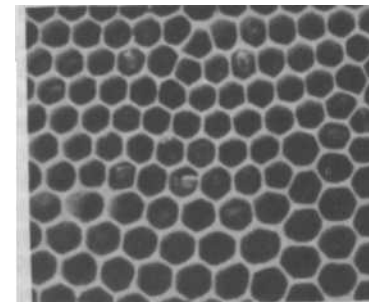
Матка и рабочие пчелы — существа женского пола. Выйдет ли из яйца одна из этих особей или же пчела мужского пола (трутень), зависит от матки в момент откладки ею яйца. Дело заключается в следующем. В первые недели жизни матка во время брачных полетов спаривается с трутнями. С этих пор в семенном пузырьке, находящемся у нее в брюшке, в течение всей ее жизни сохраняются мужские половые клетки, которые несколько лет остаются живыми и способными к оплодотворению. Семенным пузырьком соединен узким каналом с проходом, через который откладываются яйца (рис. 29). Благодаря особому, очень точно работающему механизму матка может при прохождении яйца выпустить на него из пузырька несколько семенных нитей, и тогда яйцо будет оплодотворено. Она может и не сделать этого, тогда яйцо откладывается

неоплодотворенным. Из неоплодотворенных яиц развиваются самцы, а из оплодотворенных — самки, то есть матки или рабочие пчелы (такой удивительный способ определения пола известен и у некоторых других насекомых).

В исключительных случаях при тесном инцухте (близкородственном скрещивании) из части оплодотворенных яиц могут получаться трутни. Этого долго не замечали, пока не выяснилось, что рабочие пчелы распознают и немедленно пожирают тех личинок, которые должны были бы развиваться в трутней.

Хотя появление трутней в результате откладки неоплодотворенных яиц зависит от матки, для выращивания более крупных трутневых личинок должны быть подготовлены и соответственно более просторные ячейки (рис. 30). Сначала такие ячейки должны быть построены, а потом уже матка отложит в них неоплодотворенные яйца. Таким образом, здесь тоже главную роль играют рабочие пчелы, а матка оказывается только их орудием. Однако не следует забывать, что само по себе присутствие матки — необходимое условие для дальнейшего существования пчелиной семьи. И природа позаботилась о том, чтобы все обитатели улья знали, здесь она или нет. Этим они обязаны «маточному веществу», которое представляет собой смесь пахучих веществ, выделяемых особыми железами матки; химический состав их частично известен. Ухаживая за маткой, рабочие пчелы слизывают это вещество с ее тела и при взаимном кормлении передают его друг другу изо рта в рот, так что оно очень скоро становится достоянием всей

**Рис. 30.** Участок сота с расплодом. Вверху — ячейки для выращивания рабочих пчел, внизу — более крупные трутневые ячейки. (Фото д-ра Рёша.)



семьи. Хотя количество его ничтожно мало, сила воздействия очень значительна: маточное вещество поддерживает единство семьи, подавляет развитие яичников у рабочих пчел и сдерживает их стремление к закладке маточников. Если произойдет несчастье и семья потеряет свою матку, то из-за отсутствия маточного вещества это становится «известно» общине уже через 5 — 6 часов. Тогда отпускаются все тормоза, ячейки с молодыми личинками рабочих пчел перестраиваются в маточники и, если все идет хорошо, из них в надлежащее время выводятся новые матки. Как правило, преемницей становится первая вышедшая из маточника молодая матка, остальных либо убивает она сама, либо это делают рабочие пчелы.

## 5. ПЧЕЛИНЫЙ РОЙ

Весна — пора цветения, изобилия корма и наиболее интенсивного выращивания расплода. При той скорости, с которой развиваются личинки, усердная откладка яиц маткой приводит к стремительному увеличению числа пчел в семье и в результате этого — к быстрому усилению семьи, но не ведет непосредственно к увеличению числа семей на пасеке, так как каждая семья пчел с маткой — это обособленное «государство», в котором вырастающие из расплода пчелы лишь пополняют численность его граждан.

Однако и пчелиные семьи должны размножаться. Ведь нередко одна из семей погибает от болезни, голодовки после плохого лета или из-за какой-нибудь другой несчастной случайности, и если бы не возникали новые семьи, то вскоре совсем не осталось бы пчел.

Новой семье нужна новая матка; только в том случае, если ее появление обеспечено, семья может разделиться, и это происходит путем «роения» пчел.

Подготовка ведется в полном безмолвии. Как правило, в мае рабочие пчелы закладывают несколько маточников и выращивают в них молодых маток (см. стр. 42). В большинстве случаев им было бы достаточно *одной* матки, но с ней может произойти несчастье. Природе не свойственна

сентиментальность, поэтому в семье выращивается с полдюжины или больше маток, большинство которых заранее обречено на смерть.

Примерно за неделю до того, как первая молодая матка должна будет выйти из своей ячейки, семья роится. Инициатива и в этом случае исходит от рабочих пчел. Уже за несколько дней до этого их деятельность несколько сокращается. В сильной семье пчелы плотными кучками сидят перед летком своего жилища. Внезапно все они приходят в возбуждение и тучей поднимаются в воздух, кружась в беспорядочном, неистовом вихре и сталкиваясь друг с другом. Примерно половина всех пчел семьи покидает улей, вместе с ними и старая матка.

Сначала они отлетают недалеко. Пчелиное облако собирается вокруг ветки дерева или у какого-нибудь другого предмета (рис. 31) и располагается на нем плотной роевой «гроздью», скрывая матку (рис. 32). Теперь-то и наступает момент, когда расторопный пчеловод может без особого труда перенести рой в пустой улей и считать его своим. Чересчур замешкавшийся пчеловод может упустить рой. Ведь пока рой в бездействии висит на ветке, его квартирьеры («пчелы-разведчицы») уже усердно ищут подходящее дупло дерева или пустой улей, находящийся нередко на отдаленной пасеке. Вернувшись, они приводят рой в движение и поднимают его в воздух. Роевая гроздь рассыпается, и снова пчелы, подобно облаку, движутся в вышине, направляясь к своему новому жилищу, местоположение которого им указали пчелы-разведчицы.

Оставшиеся в старом улье пчелы не имеют теперь главы общины. Однако через несколько дней выводится первая молодая матка. Она не сразу приступает к своим материнским **обязанностям**: только что вышедшая из маточника матка девственна (неплодна) и, прежде чем она сможет начать яйцекладку, ей предстоит совершить *брачный полет*. Хотя на сотах матка находится в окружении более чем достаточного числа трутней, обе стороны внутри улья не проявляют никакого интереса друг к другу. И это хорошо, так как позволяет избежать вредного влияния кровнородственного брака. Спустя неделю после выхода из маточника, а при плохой погоде и позже матка совершает свой брачный полет и совокупляется в воздухе по





Рис. 31. Пчелиный рой собирается на ветке каштана вокруг своей матки. *P* — прививающийся рой. (Фото д-ра Рёша.)

меньшей мере с одним, а как правило — последовательно с несколькими трутнями.

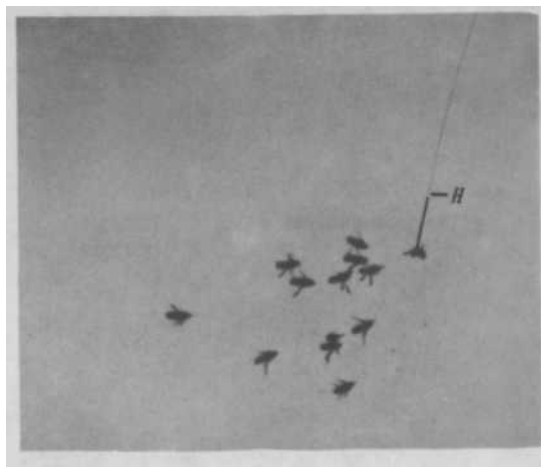
Увидеть эту брачную игру пчеловоды-практики и ученые считали неосуществимой мечтой, до тех пор пока одному из них не пришла в голову мысль привязать готовую к спариванию матку к нейлоновой нити и так пустить в полет. Иногда не проходит и нескольких минут, как к ней подлетает группа трутней (рис. 33а); нередко их скапливаются десятки или сотни, и если нить не мешает, свадьба совершается на глазах у наблюдателей.



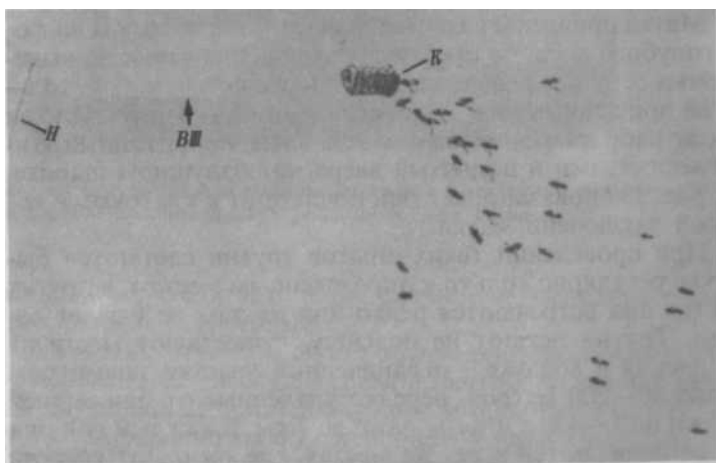
Рис. 32. Рой собрался на ветке вокруг матки и образовал роевую гроздь. (Фото д-ра Рёша.)

Матка привлекает трутней отчасти своим видом на фоне голубого неба, но прежде всего запахом веществ, выделяемых ее челюстными железами и специфическими, только ей присущими пахучими железами на брюшке. Трутни так же набрасываются на комочек ваты, пропитанный этими веществами и поднятый вверх на воздушном шарике. На рис. 33б показано, как они подлетают к клеточке, в которой заключена матка.

При проведении таких опытов трутни слетаются быстро и регулярно только к определенным местам, в других местах они встречаются редко или их там не бывает совсем. Трутни летают не повсюду, существуют места их скопления в воздухе — ограниченные участки диаметром около 50—200 метров, нередко удаленные от ближайшей пасеки на 1—4 км, иногда даже до 7 км, и каждый год они снова появляются в тех же местах, где ожидают встречи с матками и где последние их находят. Между прочим, это известно пастухам и другим деревенским жителям, так как ежегодно в определенное время даже с земли хорошо слышно жужжание кружащихся в воздухе трутней.



**Рис. 33а.** Подлет трутней к летающей матке, привязанной нитью. Крайний слева трутень повернулся спиной вниз, так как он делает крутой поворот. (Фото Н. Гэри.)



**Рис. 33б.** Подлет трутней к матке, находящейся в клеточке *К*; последняя подвешена к небольшому воздушному шару *ВШ* (на рисунке виден лишь частично), парящему на высоте около 10 метров. *Н* — нить шарика. (По Ф. Рутнеру.)

Отыскивая места сбора трутней, пчелы руководствуются наземными ориентирами; их влечет туда, где на линии горизонта вырисовывается наибольшее углубление. Видимо, именно по этой причине на ровной местности без отчетливых ориентиров на горизонте места сбора трутней не встречаются.

Способность находить таким образом места скопления трутней заложена в наследственности медоносной пчелы. Это не такая уж необычная вещь. Многие другие животные в период размножения тоже покрывают большие расстояния, чтобы в примечательных чем-то местах, о которых они ничего не знают из прошлого опыта, встретиться с брачными партнерами.

Брачный вылет матки может повторяться и в последующие дни. После этого она становится степенной матерью пчелиного семейства, которая никогда не покидает свой дом — разве только много позднее, когда она будет свергнута с престола молодой маткой и поспешит к летку с новым роем.

А что же происходит с матками в других маточниках? Если семья в этом году отпускает только *один* рой, то они погибают. Матка, вышедшая первой, разгрызает другие маточники и сама зажалывает своих сестер независимо от того, выходят ли они уже из маточников или покоятся еще в своих колыбельках в стадии куколок. Затем рабочие пчелы убирают маточники и выбрасывают останки из улья. Если же семья «настроена» на дальнейшее роение, тогда рабочие пчелы охраняют остальные маточники от нападения матки. Готовые к выходу молодые матки не покидают своих ячеек, так как свободно разгуливающая в улье матка тотчас же нападает на них. Они только высовывают наружу через маленькие отверстия вверху маточников свои хоботки и получают корм от рабочих пчел. В улье в это время звучит своеобразный дуэт. Разгуливающая по сотам матка издает звуки «тю-тю» («тюкает»), а матки, находящиеся в маточниках, заявляют о себе другими звуками: из их темниц доносится приглушенное «ква-ква». Пчеловоды говорят, что квакающие матки просятся на свободу, но, пока в ответ раздается «тюканье», они остерегаются покидать свои убежища.

Пчелы не могут «слышать», как мы, и не отличают

«тюканья» от «кваканья». Но благодаря тонко развитому чувству осязания они могут воспринимать эти звуки; и если искусственно воспроизвести такие звуковые сигналы, то можно побеседовать с одной из пчелиных маток, составив с ней «дуэт» из вопросов и ответов. В удерживании молодых маток от преждевременного выхода из маточников, вероятно, участвует также запах. Во всяком случае, находясь в маточниках, матки чувствуют, когда их соперница улетает с новым роем. После этого они выбираются из своих колыбелей. Одна матка становится матерью семьи, а остальных убивают.

Иногда роев отходит больше и соответственно больше маток вступает в свои права. В других же случаях, при неблагоприятной погоде и плохом питании, роения может не быть совсем.

## 6. ИЗБИЕНИЕ ТРУТНЕЙ

Еще до закладки маточников пчелы строят трутневые ячейки, из которых примерно в начале мая выводятся первые трутни, «прожорливые, толстые, ленивые и глупые», как говорит о них Вильгельм Буш<sup>1</sup>.

Трутни не участвуют в заготовке пропитания; у них совершенно отсутствует инстинкт сбора корма, и они лишены нужных для этого приспособлений — щеточек и корзинок; кормить себя они предоставляют рабочим пчелам. Их мозг меньше, чем мозг рабочих пчел или матки, и в «духовном ничтожестве» мужского пола в данном случае не приходится сомневаться. Единственный смысл существования трутней — осеменение матки. Хотя матке для этого достаточно одного или нескольких трутней, семья выращивает многие сотни их, но почти все так и не выполняют своего жизненного назначения. Как много природа в своей расточительной щедрости создает того, что потом сама же губит!

В погожие дни трутни слетаются к местам сбора и ждут там матку. Часто они не находят потом своего родного улья и возвращаются из полета в ближайшую семью, где

их радушно принимают до тех пор, пока не прошла пора роения. Но когда время выхода молодых маток минует, а источники нектара в цветах начинают оскудевать (это бывает обычно в середине лета), отношение рабочих пчел к своим толстым согражданам, ставшим теперь лишними, резко меняется. До сих пор их кормили и холили — теперь начинают щипать и кусать. Пчелы донимают трутней везде, где они им только попадаются, своими крепкими челюстями они хватают их за усики или ножки и стараются, согнав с сотов, оттеснить к летку.

Кажется, невозможно действовать откровеннее. Но трутни неспособны прокормить себя и, если их прогонят из улья, обречены на голодную смерть. Поэтому они всегда упрямо стараются возвратиться обратно. Рабочие пчелы снова начинают кусать и даже жалить их — совершенно беззащитных, не имеющих ядовитого жала и не обладающих какими-либо воинственными наклонностями. В конце лета трутни, изгнанные, наголодавшиеся или зажаленные, находят бесславный конец у ворот пчелиного жилища. «Избиение трутней» не внезапная вспышка раздражения, не варфоломеевская ночь, как любят его изображать поэты, а постепенно возникающая враждебность рабочих пчел, которая длится неделями, возрастая до тех пор, пока последний трутень не будет мертв.

С этого момента и до следующей весны в пчелиной семье остаются одни только самки и царит никем не нарушаемый мир.

## 7. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАБОТ В ПЧЕЛИНОМ ГОСУДАРСТВЕ

Мы уже вкратце упоминали о том, что в пчелиной семье существует «разделение труда». Одни заботятся о чистоте, другие ухаживают за расплодом, строят соты или добывают пропитание. Делались попытки провести аналогию с разделением труда в человеческом обществе; вспоминали при этом парикмахеров, нянек, строителей и земледельцев. Однако нельзя не заметить существенного различия: человек, который посвящает себя какой-нибудь профессии, занимается ею, как правило, до конца жизни;

<sup>1</sup>Немецкий поэт-сатирик. — *Прил. перев.*

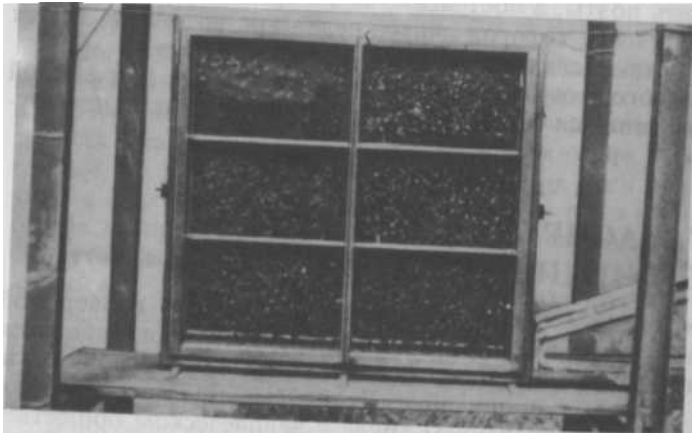
между тем рабочие пчелы по мере старения обычно много раз меняют род своих занятий.

Для того чтобы исследовать все это более подробно и проследить жизненный путь отдельных особей, выделив их из массы пчел, нужно запастись не только терпением, но и некоторыми техническими приспособлениями.

### НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЙ УЛЕЙ И НУМЕРАЦИЯ ПЧЕЛ

Пчелиный улей — это темный ящик. Чтобы увидеть его обитателей, надо воспользоваться наблюдательным ульем, в котором соты расположены не обычным образом, один за другим (см. рис. 5), а один рядом с другим в одной плоскости, так что через стекло можно наблюдать за всеми действиями пчел (рис. 34). Чтобы легче распознавать пчел, жизненный путь которых мы хотим проследить, их необходимо пометить, лучше всего — *пронумеровать*. Это можно сделать при помощи красок, смешанных со спиртовым раствором шеллака.

Белое пятнышко на *передней* части груди (на спинной стороне) означает цифру 1, красное на том же месте — 2,



**Рис. 34.** Наблюдательный улей со снятыми боковыми ставнями. Через стекло видны соты, расположенные в одной плоскости. Под деревянными планками, образующими переплет рамы, пчелы могут беспрепятственно переходить с сота на сот.

голубое — 3, желтое — 4, зеленое — 5. Эти же цвета на *заднем* конце груди *означают*: белый — 6, красный — 7, голубой — 8, желтый — 9, зеленый — 0. Соответственно комбинируя два пятнышка, можно писать двузначные числа. Например, белое и красное на переднем краю груди = 12, красное слева впереди и желтое справа сзади = 29 и так далее.

Цветные пятна на брюшке обозначают сотни. Таким образом, при помощи пяти цветов мы можем дойти до обозначения 599, а в случае необходимости еще больше расширить границы такой системы. Преимущество ее состоит в том, что при некотором навыке цветные метки так же легко читать, как обычные цифры; при этом пятнышки, нанесенные светящейся краской, можно даже различать с некоторого расстояния на летящих пчелах.

Ниже будут кратко описаны результаты многолетних наблюдений, сделанных с помощью этого метода.

### ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПЧЕЛ В РАЗЛИЧНЫЕ ПЕРИОДЫ ИХ ЖИЗНИ

Жизнь рабочей пчелы от «рождения» до смерти можно разделить на три периода.

В *первый период* жизни (примерно с 1-го по 10-день) пчела работает внутри улья и называется *улевой пчелой*. Ее можно видеть заползающей головой вперед в ячейки, освободившиеся после выхода из них других пчел. Она чистит ячейку и подготавливает ее для откладки нового яйца. Предохраняя ячейки с расплодом от охлаждения, молодые пчелы *большую* часть времени проводят обычно в бездействии, пребывая на сотах без движения или медленно прогуливаясь по ним. В дальнейшем мы узнаем, что даже этим бездействием они вносят свой вклад в общее благополучие семьи.

Через несколько дней в голове пчелы полностью развиваются те кормовые железы, о которых уже шла речь на стр. 43. С этого времени пчелу можно считать созревшей для выполнения главной задачи первого периода ее жизни — работы в качестве кормилицы. Белковые вещества для кормовых желез поступают из запасов перги, которые в большом количестве поглощаются и перевариваются

пчелами-кормилицами, производящими «маточное молочко».

Уход за расплодом доставляет немало хлопот. Для выращивания одной-единственной личинки ухаживающим за ней пчелам приходится посещать ячейку две-три тысячи раз. Если подсчитать, сколько времени затрачивает на это одна пчела-кормилица, то получится, что за все то время, когда она выполняет обязанности «няни», она может вырастить только двух или трех личинок.

К концу этого периода жизни пчела впервые покидает улей и устремляется в *ориентировочный полет*. Примерно через пять минут она уже снова дома. Но за это время она хорошо осмотрелась и запечатлела местность в своей памяти. Если ее отнести в сторону, она уже найдет дорогу домой с расстояния нескольких сот метров от улья. В даль-



**Рис. 35.** Схема развития некоторых важных органов пчелы на разных этапах ее жизни. *а.* Пчела в первый период жизни — кормовые железы (в голове) в стадии наибольшего развития. *б.* Во второй период жизни пчелы наибольшего развития достигают восковые железы (в брюшке). *в.* В третьем периоде жизни кормовые и восковые железы дегенерируют.

нейших ориентировочных полетах пчела продолжает знакомиться с *местностью*; после этого она может перейти к выполнению обязанностей, связанных с пребыванием вне улья.

Во *второй период* жизни (примерно с 10-го по 20-й день) кормовые железы пчелы дегенерируют и ее работа в качестве кормилицы заканчивается. Но к этому времени достигают наивысшего развития восковые железы (рис. 35) — основа ее строительной деятельности. Другие функции пчел этого возраста — принимать и перерабатывать приносимый в улей нектар, заполнять им ячейки, а также размельчать челюстями и уплотнять обножки, сброшенные в ячейки пчелами-сборщицами.

В улье нужно поддерживать чистоту, и эта работа связана уже с выходом на волю. Пчелы подбирают всевозможный мусор, а нередко и тела погибших товарищей по улью и, отлетев с ними на некоторое расстояние, бросают свою ношу. В конце этого периода жизни некоторые пчелы берут на себя охрану летка. Они внимательно ощупывают усиками всех входящих пчел, защищают жилище от ос и других грабителей меда и мгновенно бросаются в атаку, если человек, лошадь или иной потенциальный враг слишком приблизится к их поселению<sup>1</sup>.

В *третий период* жизни (примерно с 20-го дня и до смерти) пчела становится сборщицей. Она вылетает за

<sup>1</sup> Жало пчелы снабжено маленькими зубринами, и поэтому, ужалив, пчела уже не может извлечь его из кожи врага. Пчела отравляется, оставляя жало вместе с частью внутренностей брюшка, и в результате этого погибает. Однако это не нелепая жестокость природы, как думают некоторые. Напротив, в этом есть свой смысл. В отрывающейся задней части внутренностей имеется нервный узел, который управляет действием жала, а также ядовитая железа, связь которой с жалом не нарушается. Таким образом, жалающий аппарат оказывается хотя и отделенным от пчелы, но живым. Если жало сразу же не выдернуть, то еще некоторое время яд будет накапливаться в ранку и служить действенным оружием против врага, превосходящего пчелу по силе. Многочисленному пчелиному государству потеря нескольких бесплодных самок не наносит заметного ущерба. Значительно чаще жало применяется против особей того же вида или других насекомых. Оно легко вынимается из их твердого хитинового покрова, в котором не удерживается так прочно, как в эластичной коже позвоночных. Борьба до победного конца против равных себе не заканчивается для пчелы столь трагично.

взятком, чтобы приносить в улей нектар и пыльцу цветов. В плохую погоду, препятствующую вылету, пчелы-сборщицы редко возвращаются к домашним делам. Большой частью они просто дожидаются лучших времен. Поговорка о «трудолюбии» пчел возникла потому, что люди обычно видят только пчел, берущих взяток. Если понаблюдать и за внутренней жизнью улья, очень скоро можно убедиться, как много времени пчелы бездельничают.

#### ВОЗРАСТ ПЧЕЛ

Читатель может подумать, что пчеле, вступившей в последний период жизни, предстоят многие недели полетов на цветы за взятком. Но это не так. Пчелиная жизнь коротка, и рабочая пчела, которая начала собирать нектар и пыльцу, прожила уже больше половины жизни. Весной и летом редко можно встретить рабочих пчел старше четырех-пяти недель, считая с момента выхода их из ячеек. Многие гибнут еще раньше, так как во время полетов за кормом их ожидает множество опасностей. Таким образом, есть глубокий смысл в том, что этот период находится в конце всей деятельности пчелы.

Иначе обстоит дело с пчелами, которые выводятся в конце лета или осенью. Возраст зимних пчел достигает многих месяцев, так как осенью они могут кормиться запасенной пыльцой, а накапливающиеся в их теле резервы не расходуются, потому что в этот период в семье больше не выращивают расплода. Хорошо питаясь и пребывая в состоянии тихой созерцательности, проводят они зиму. Когда приближается весна и матка возобновляет откладку яиц, у рабочих пчел все еще сохраняется жировое тело, и благодаря хорошо развитым кормовым железам они готовы к уходу за расплодом.

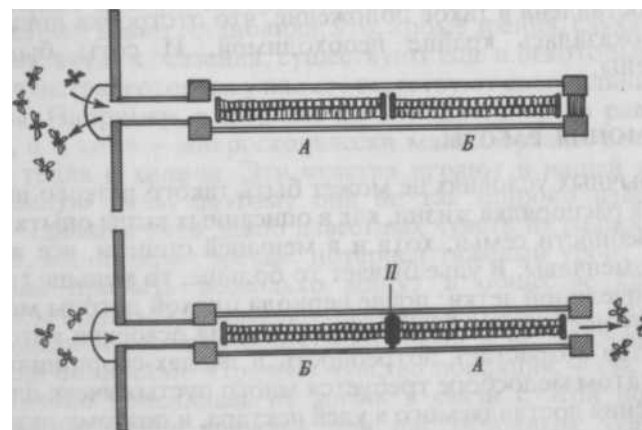
Дольше всех живет матка: она способна выполнять свои материнские обязанности до четырех-пяти лет.

#### БЕЗУСПЕШНОСТЬ ПОПЫТОК НАРУШИТЬ РАСПОРЯДОК ЖИЗНИ ПЧЕЛИНОЙ СЕМЬИ

Цикл работ, выполняемых пчелой в течение ее жизни, видимо, находится в прямой зависимости от ее физическо-

го состояния. Пчела становится кормилицей, когда у нее полностью развиваются кормовые **железы**; она переходит к другим занятиям, как только эти железы дегенерируют и выделение «маточного молочка» прекращается; становится строительницей, когда ее восковые железы достигают полного развития. Но действительно ли проявление различных инстинктов определяется просто сроками развития соответствующих органов? Останется ли их последовательность неизменной и в том случае, если в пчелиной семье возникнут несколько иные потребности?

Для решения этих вопросов небольшую пчелиную семью поселили в наблюдательный улей с двумя сотами (*A* и *B*) и с двумя летками, один из которых вначале был закрыт (рис. 36, сверху). В течение восьми недель было занумеровано больше тысячи только что вышедших из ячеек пчел, так что их возраст был точно известен. Однажды всех пчел, находившихся на соте *B*, перегнали на сот *A*. Затем между двумя сотами установили заранее заготовленную перегородку (*П*), улей повернули на  $180^\circ$  и открыли второй леток (рис. 36, внизу). Молодые, еще не вылетавшие пчелы остались, конечно, на соте *A*; летные же пчелы в ближай-шие предполуденные часы покинули улей и вернулись до-



**Рис. 36.** Поворачивающийся наблюдательный улей для отделения молодых пчел от старых. (Объяснение в тексте. По Г. А. Решу.)

мой привычным путем, приведшим их на сот *Б*. Так завершилось разделение семьи на «молодую» в отделении *А* и «старую» на соте *Б*. В молодой семье не было пчел-сборщиц. Там не было никого, кто мог бы добывать корм, и его незначительные запасы были быстро израсходованы. Спустя два дня мы увидели печальную картину: часть пчел лежала на полу, умирая от голода, некоторые личинки были вытащены из ячеек и высосаны.

Однако на третий день произошло поразительное изменение. Вопреки всем обычаям за взятком вылетели пчелы, достигшие всего недельного или двухнедельного возраста, и они вернулись домой с ношей. Благодаря полностью развитым кормовым железам они должны были бы стать пчелами-кормилицами. Но решающим фактором оказалось не их физическое состояние, а потребности семьи; в течение немногих дней их железы сжались и зачали. В это же время в семье со старыми пчелами не хватало пчел-кормилиц. Этот пробел заполнили те пчелы, которые были еще сравнительно молоды, и у этих пчел полностью развитые кормовые железы сохранялись значительно дольше, чем обычно.

В другой семье путем простого вмешательства была изъята большая часть пчел-строительниц, причем семья была поставлена в такое положение, что отстройка новых сотов оказалась крайне необходимой. И соты были построены.

#### ГАРМОНИЯ РАБОТЫ

В обычных условиях не может быть такого резкого нарушения распорядка жизни, как в описанных выше опытах, но потребности семьи, хотя и в меньшей степени, все же очень изменчивы. В улье бывает то больше, то меньше голодной пчелиной детки; после периода плохой погоды может сразу появиться обильный взятки, для освоения которого резко возрастает потребность в пчелах-сборщицах. При богатом медосборе требуется много пустых ячеек для размещения доставляемого в улей нектара, и поэтому нужда в воске и новых сотах может становиться с каждым днем все острее.

Эти колеблющиеся потребности удовлетворяются

в пчелиной семье благодаря тому, что развитие кормовых и восковых желез происходит не строго по схеме, представленной на рис. 35, а с известными отклонениями. Кроме пчел, для которых подошла очередь выполнять какую-то определенную работу, в семье есть и другие, всегда готовые помочь в случае нужды. У какой-то части этих пчел несколько раньше, чем это бывает в среднем, развиваются головные железы, а у другой части — восковыделительные органы, и склонность выполнять ту или иную работу у них меньше согласуется с обычным календарем работ, чем с потребностью момента. Заметить эту потребность — задача бездельников, казалось бы, бесцельно слоняющихся по сотам. Они следят за всем происходящим, суют головы то в те, то в другие ячейки и принимаются за любое дело, если где-то обнаруживается нехватка «рабочих рук». Таким образом, своей гармонией работа пчелиной семьи во многом обязана лентяям. Бездеятельность может быть оправдана, если она не становится основным жизненным принципом.

## 8. ЧУВСТВА ОБОНЯНИЯ И ВКУСА

Люди обычно говорят о своих «пяти чувствах», хотя наука уже давно установила, что, кроме зрения, слуха, обоняния, вкуса и осязания, существуют еще и некоторые другие чувства, которым у нас соответствуют специальные органы. Например, в среднем ухе находится орган равновесия, а в коже — микроскопически малые органы восприятия тепла и холода. Эти чувства играют в нашей жизни меньшую роль, поэтому они не так широко известны.

Однако и пять давно известных чувств не равноценны. Тот, кто потерял зрение, потерпел тяжелый урон; достаточно пробыть несколько минут в обществе слепого, чтобы понять, как жестоко он обижен судьбой. С другими людьми мы можем общаться годами и не замечать, что у них полностью утрачено чувство обоняния, — так незначительно изменилась их жизнь в связи с этой потерей. Именно зрение является для нас основным чувством. А вот для многих животных главную роль играет обоняние. Для собаки или лошади утрата обоняния так же катастрофична, как для человека потеря зрения.

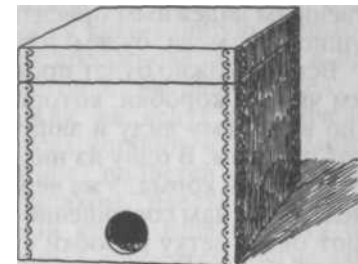
Для пчелы и зрение, и обоняние имеют огромное значение. Первый период ее жизни протекает в полной темноте среди внутренних построек улья. В это время глаза ей не могут помочь, здесь наряду с осязанием всю ее работу направляют запахи. Впоследствии, когда пчела, став сборщицей, трудится в основном на воле, на первое место выходит зрение. Не будь глаз, пчела на воле потерялась бы, так как не смогла бы ориентироваться.

#### О ЗНАЧЕНИИ ЗАПАХА ЦВЕТОВ

Если внимательно присмотреться к пчелам, собирающим мед на цветущем лугу, можно заметить поразительный факт: одна пчела спешит с клевера на клевер и не обращает внимания на остальные цветки; другая в это же время перелетает с тимьяна на тимьян, а третья как будто интересуется только незабудкой. Биологи назвали такое поведение «цветочным постоянством». Это относится, конечно, только к отдельным особям, а не ко всей семье; когда одна группа пчел собирает нектар с клевера, другие рабочие пчелы из того же улья могут избрать целью своих полетов незабудку, тимьян или иные цветки.

Цветочное постоянство выгодно как для пчел, так и для растений. Для пчел — потому что они, сохраняя верность цветкам определенных растений, повсюду встречают одинаковые условия работы, к которым они уже привыкли. Нужно видеть, как долго пчела, прилетевшая в первый раз на какой-то определенный цветок, ощупывает его своим хоботком, пока не найдет спрятанных капелек нектара, и как ловко она впоследствии достигает цели — только тогда можно понять, какую экономию времени дает цветочное постоянство. Ведь каждый выполняет определенное действие тем лучше, чем чаще он его повторяет. Но еще большее значение имеет такое поведение пчел для цветков, так как от этого зависит их быстрое и успешное опыление; ясно, что пыльца клевера, например, оказалась бы совершенно непригодной для тимьяна.

Каким же образом пчелы так уверенно отыскивают на лугу цветки растений одного вида? По окраске? Отчасти, конечно, да, но только разных видов цветов значительно больше, чем цветочных окрасок. Однако каждый вид



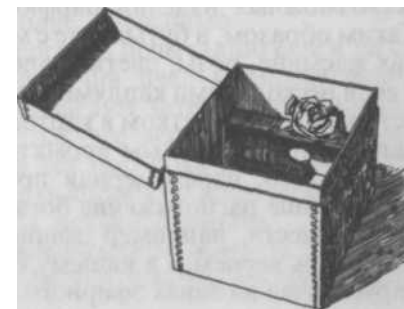
**Рис. 37.** Картонная коробка для дрессировки пчел на запах (вид спереди).

имеет свой, присущий только ему запах. Именно он мог бы служить великолепным отличительным и опознавательным знаком цветов каждого вида, если только пчелы в состоянии его воспринимать и ориентироваться по нему. Как мы можем узнать, способны ли они к этому?

#### ДРЕССИРОВКА НА ЗАПАХ

Чтобы спросить об этом пчел, воспользуемся приемом, который оказался очень полезным при изучении функций органов чувств у животных, а именно применим метод дрессировки. Поставим где-нибудь на открытом воздухе столик и поместим на него картонную коробку с откидывающейся крышкой и летком в передней стенке. При помощи корма приучим нескольких пчел летать в эту коробку, внутри которой будет лежать какой-нибудь ароматный цветок, например роза (рис. 37 и 38). Поставим рядом пустые коробки без корма и без роз. Будем часто менять расположение коробки с кормом на столике, чтобы един-

**Рис. 38.** Картонная коробка для дрессировки (крышка откинута). Вид сзади сверху; на полочку в качестве источника запаха положена роза.





ственным надежным ориентиром оставался запах. Вместо душистого меда будем давать пчелам сахарный сироп.

Вскоре можно будет провести решающий опыт. Выставим чистые коробки, которые не имеют еще следов пчел, а по внешнему виду и запаху совершенно не отличаются друг от друга. В одну из них положим ароматную розу, но не поместим корма. Уже через несколько секунд поведение пчел станет нам совершенно ясным: одна за другой подлетают они к летку коробки с запахом розы и входят в нее, а в коробку без запаха не идут. Из этого следует, что пчелы воспринимают запах розы и пользуются им как опознавательным знаком при поиске источника взятка.

Это не кажется удивительным. Но мы можем использовать описанный метод, чтобы подробнее познакомиться с обонянием пчелы. Принимая во внимание факт «цветочного постоянства» и существующее разнообразие цветков, выясним прежде всего, насколько развита у пчел способность различать запахи. Поставим перед пчелами задачу — распознать среди многих других разнообразных запахов тот, на который их дрессировали.

В этом случае вряд ли стоит работать с цветами. Они пахнут то сильно, то слабо. Кроме того, не всегда есть под рукой нужный набор цветков.

На юге Франции известен отличный способ консервирования запаха свежих цветов: куски шерстяной ткани, пропитанные чистым, не имеющим запаха парафиновым маслом, несколько раз последовательно посыпают свежими цветками, например жасмином; масло впитывает запах цветков. Затем его выжимают из ткани, разливают по бутылкам и рассылают по всему миру для приготовления всевозможных изделий парфюмерной промышленности. Таким образом, в бутылочке с маслом можно получить запах жасмина, розы, цветков апельсина и других растений, и если несколькими каплями этого масла смочить полочку, устроенную над летком в картонной коробке, то последняя наполнится цветочным ароматом удивительной чистоты. Кроме того, парфюмерная промышленность предоставляет в наше распоряжение богатейший выбор ароматических веществ, например эфирных масел.

Теперь вернемся к нашему опыту. Допустим, мы дрессируем пчел на запах эфирного масла из апельсиновых ко-

рок. Выставим несколько десятков чистых коробок, снабжая на этот раз *каждую* коробку каким-нибудь запахом: одну из них — тем, на который дрессировали пчел, а другие — запахами различных цветов и эфирных масел; ни в одной из них нет корма. Как же ведут себя пчелы?

Они подлетают к леткам всех коробок и, если можно так сказать, всюду суют свой нос; подлетев к коробке со знакомым дрессировочным запахом, пчелы забираются внутрь и ищут там привычный корм. Еще на лету они уклоняются от летков, из которых доносятся другие запахи. И только в том случае, если исходящий из коробки запах даже и для нашего обоняния имеет сходство с дрессировочным, пчелы иногда ошибаются. Так произошло с двумя эфирными маслами из апельсиновых корок, одно из которых было получено из Испании, а другое — из Мессины.

Для человека с нетренированным обонянием запахи этих двух апельсиновых масел почти неразличимы. Но люди, профессия которых требует упражнения и развития органов обоняния, показывают нам, чего можно достичь тренировкой. При испытании двух апельсиновых масел на запах опытный парфюмер ни на минуту не усомнится в их происхождении. Пчелы различают эти два запаха почти так же уверенно и после дрессировки на запах мессинского масла очень мало интересуются коробкой с запахом масла испанского апельсина. Короче говоря, из этого и многих других опытов следует, что пчелы отлично удерживают в памяти дрессировочный запах и с большой уверенностью отличают его от запахов, ясно различимых и для человеческого обоняния. А так как в природе едва ли найдутся два вида цветков с совершенно одинаковым запахом, цветочное постоянство пчел вполне объяснимо.

Обоняние можно подвергнуть испытанию еще и на степень чувствительности: приучив пчел к определенному цветочному запаху, им предлагают затем в серии последовательных опытов то же пахучее вещество во все более низких концентрациях, до тех пор пока не окажется, что пчелы уже не могут отыскать коробку с запахом среди других коробок, не имеющих никакого запаха.

Мы можем провести аналогичный опыт на себе самих и таким образом оценить сравнительную «остроту обоня-

ния» пчел и человека. Сверх ожидания она оказалась у обоих видов очень сходной. Однако более тонкие методы исследования позволили обнаружить очень важное различие: к цветочным запахам, имеющим для пчел большое биологическое значение, пчелиный «нос» примерно вдвое чувствительнее, чем наш; привлекающий пчел запах их собственной душистой железы действует на них во много раз сильнее, чем на человека; между тем к пахучим веществам, не имеющим биологического значения, пчелы несколько менее чувствительны, чем мы.

Относительная роль запаха и цвета в привлечении пчел зависит, конечно, в каждом отдельном случае от интенсивности запаха цветка и его окраски. Но в целом можно сказать, что издали ориентиром для пчел служит окраска цветка и они руководствуются ею во время полета; однако в непосредственной близости от цветка пчелы по запаху узнают, то ли это растение, которое они ищут.

Это можно очень наглядно показать, дрессируя пчел одновременно на запах и на цвет, а затем предлагая им раздельно то и другое на выбор. Пусть, например, мы будем кормить пчел в синей коробке, имеющей запах жасмина (рис. 39,а, средняя коробка). После продолжительной дрессировки поставим посередине пустую коробку, слева — синюю коробку без запаха, а справа — неокрашенную с запахом жасмина (рис. 39,б). Возвратившись из своего улья, пчелы уже с расстояния нескольких метров направляются к синей коробке. Однако, приблизившись к летку, они вдруг останавливаются, как будто озадаченные, и начинают поиски; приблизившись к коробке с запахом жасмина, они устремляются в нее, несмотря на отсутствие привычной окраски.

Это подтверждается наблюдениями на лугу. Часто можно видеть пчелу-сборщицу, подлетающую в поисках определенного цветка к растениям с другими цветками, окраска которых для глаз пчелы сходна с окраской разыскиваемых цветков. Но, оказавшись в непосредственной близости от цветка и почувствовав незнакомый запах, она убеждается в своей ошибке, останавливается на мгновение и, даже не опустившись на цветок, улетает прочь, туда, куда манит ее ближайшее цветковое пятно. Запах как будто обладает для пчел большей убедительностью.

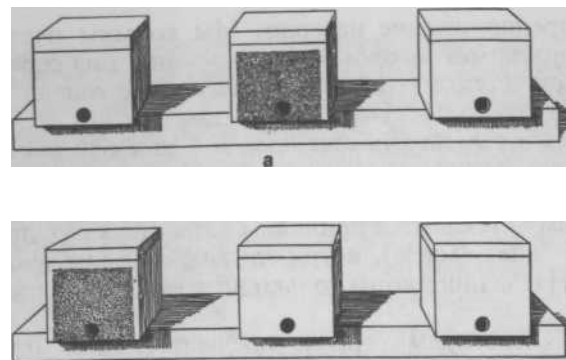


Рис. 39. Размещение коробок в опыте. Серым представлен синий цвет. (Объяснение в тексте.)

В связи с этим очень интересны данные о способности пчел к научению. Запах цветка они запоминают при дрессировке (и, конечно, при посещении цветков в естественных условиях), как правило, после первого же прилета, окраску — только после 3—5 прилетов, а форму (например, звездообразную) — примерно после 20 прилетов. Эта градация способности к обучению связана с наследственностью. В ней нашел отражение опыт бесчисленных поколений. Этим и объясняется то, что цветочные запахи запоминаются пчелами так быстро и надежно. Запахи, чуждые по своей природе цветам и пчелам, как, например, отвратительный запах скатола или масляной кислоты, хотя и воспринимается ими, но дрессировка на эти запахи происходит медленно и не всегда удается.

#### ГДЕ У ПЧЕЛ НОС?

Давно известно, что большинство насекомых, у которых отрезаны усики, не реагируют на запахи. Однако это еще не доказывает, что орган обоняния находится на усиках. Возможно, ампутация этих богатых нервами органов настолько травмирует насекомое, что делает его вялым и флегматичным.

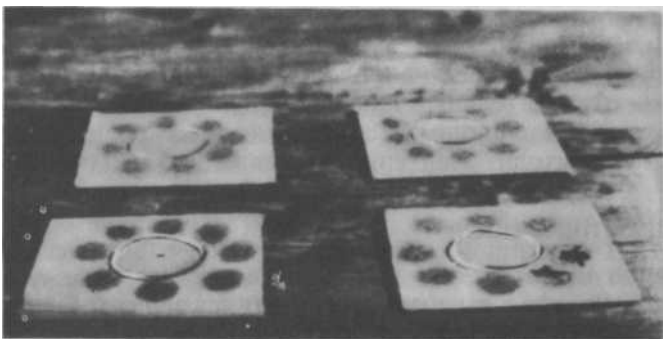
С помощью двух простых опытов можно убедиться,

что это предположение неверно. Мы кормим пчелу сахарным сиропом в часовом стекле, лежащем на серой бумаге. Вокруг стекла разбрызгано несколько капель вещества с запахом *мяты*. Положим рядом два других серых листа бумаги с *пустыми* стеклами и с запахом *тимьяна*.

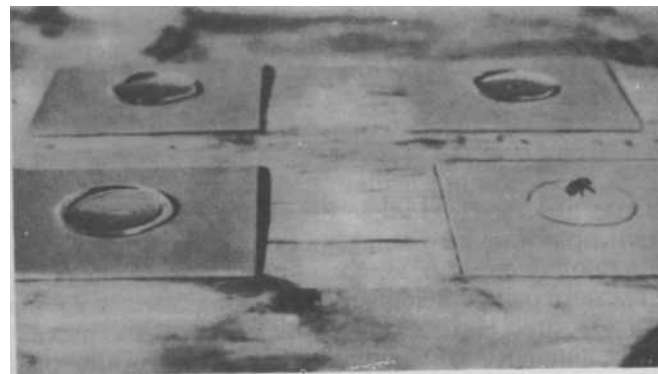
Через некоторое время мы можем убедиться, что дрессировка удалась. Выставим четыре чистых листа с пустыми часовыми стеклами и придадим одному из них дрессировочный запах (мяты), а три других снабдим запахом тимьяна. Пчела ищет корм только на стекле, имеющем запах мяты.

Теперь повторим опыт, предварительно отрезав у пчелы оба усика. Операция как будто бы не производит на нее большого впечатления, так как чувство боли, по-видимому, вообще чуждо насекомым. Пчела в поисках нужной кормушки перелетает с места на место, задерживаясь над каждой из кормушек (рис. 40). Но обнаружить запах мяты пчела уже не в состоянии, и в конце концов она опускается по воле случая на то или другое стекло.

Судя по поведению пчелы, не похоже, чтобы она была сильно травмирована, и с помощью другого опыта можно показать, что в результате ампутации усиков пчела не становится вялой и флегматичной. Будем кормить пчелу на синем листе, поставив рядом пустые чашечки на желтых



**Рис. 40.** Пчела, дрессированная на запах эфирного масла, после ампутации усиков не отличает уже листы картона с привычным запахом от таких же листов с другими запахами. На фотографии видно, как оперированная пчела безуспешно пытается обнюхать один из листов.



**Рис. 41.** Контрольный опыт. Пчела, дрессированная на синий цвет, после ампутации обоих усиков уверенно летит к листу синей бумаги и упрямо старается отыскать на пустом часовом стекле привычный корм, не обращая никакого внимания на стекла, расставленные на трех листках желтой бумаги.

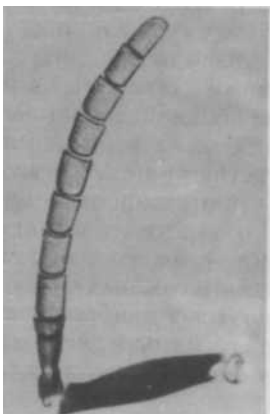
листах, т.е. проведем дрессировку на синий цвет. И если теперь мы повторим предыдущий опыт, ампутировав у пчелы усики, она, несмотря на это, тотчас полетит к синему листу бумаги, опустится на него и начнет искать корм в пустой чашечке (рис. 41). Таким образом, несмотря на ампутацию усиков, она не перестала реагировать на окружающее, а только утратила способность ориентироваться по запаху. Значит, органы обоняния находятся на усиках.

Органы обоняния у пчел устроены иначе, чем наши. У человека они находятся в глубине носовой полости, где в нежной слизистой оболочке лежат бесчисленные обонятельные клетки; на них-то и воздействуют пахучие вещества, попадающие в нос с воздухом при дыхании. У насекомых носа нет. Их дыхательные отверстия (дыхальца) расположены на боках тела и не приспособлены к восприятию запахов. Орган обоняния — один из самых важных, а иногда и ведущий орган чувств, поэтому наиболее целесообразным кажется расположение его на передней части головы. Именно там и находятся у насекомых усики (см. рис. 16 и 17,У).

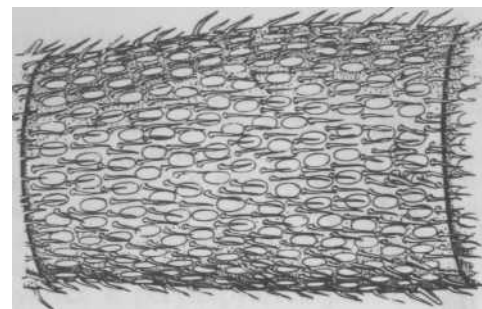
Усики, как и все тело насекомого, покрыты твердым хитиновым панцирем, и для того чтобы пахучие вещества могли проникать к волокнам обонятельного нерва, весь хитиновый покров усиков пронизан тончайшими поровыми канальцами.

На рис. 42 изображен усик пчелы при увеличении примерно в 20 раз, а на рис. 43 — один из его члеников при еще большем увеличении. Овальные светлые участки — «обонятельные поры». На рис. 44 схематически показано, как выглядит при сильном увеличении под микроскопом такая пора на продольном срезе. Хитиновый покров на поверхности среза окрашен в черный цвет. Насколько позволяет увидеть хороший микроскоп, хитин образует над органом обоняния лишь тонкую оболочку. Но только при самом сильном увеличении современного электронного микроскопа можно различить в обрамляющей пору кольцевой бороздке (*К*) тончайшие поровые канальцы (около 3000 на каждой поровой поверхности), через которые молекулы пахучего вещества проникают непосредственно к окончанию нервных клеток (*ЧК*). На усиках трутней, нуждающихся для поисков матки в особенно остром обонянии, таких поровых поверхностей в семь раз больше, чем у рабочих пчел.

Между этими обонятельными порами стоит целый лес мельчайших чувствительных волосков, так что усики



**Рис. 42.** Усик пчелы, увеличенный примерно в 20 раз. Он состоит из 12 подвижно соединенных члеников. (Фото д-ра Лейенбергера.)

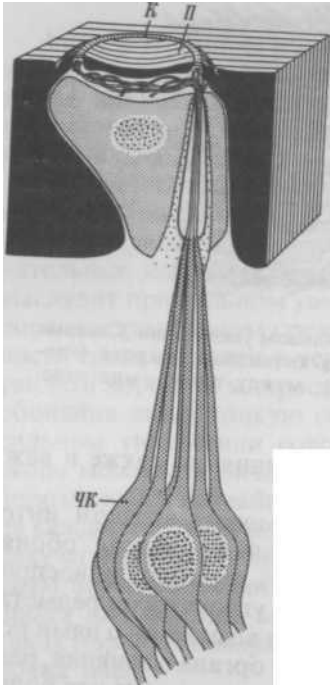


**Рис. 43.** Членик усика пчелы при очень сильном увеличении. Светлые пятна — затянутые пленкой отверстия в хитиновом покрове («поровые поверхности», органы обоняния); между ними — многочисленные осязательные волоски.

пчелы — это не только органы обоняния, но также и важнейшие органы осязания.

Если поразмыслить над этим, можно вывести интересные следствия. При помощи нашего органа обоняния — носа — невозможно определить, исходит ли воспринимаемый запах от круглого или же угловатого предмета. Пахучие вещества поступают в вихре вдыхаемого нами потока воздуха, и когда они достигают органа обоняния, расположенного в глубине носовой полости, то уже нет больше никакой связи между формой издающего запах предмета и тем, каким способом его пахучие вещества достигли чувствительного органа.

У пчелы все иначе. Когда в темноте улья она ощупывает усиками пахнущие воском ячейки сота или развивающихся личинок, ее осязательные и обонятельные ощущения тесно связаны между собой и находятся в прямом соответствии с формой предмета. Результат этого — способность пчелы к «объемному» обонянию. Это можно сравнить с объемностью нашего зрительного восприятия, отчасти обусловленной его привычными связями с осязательным восприятием. Но если мы нюхаем шестиугольную ячейку сота или скатанный из нее восковой шарик, у нас создается одно и то же впечатление — пахнет воском. Для пчелы же, возможно, «шестиугольный запах воска» так же отличается от «круглого запаха воска», как для нас



**Рис. 44.** Отдельный орган обоняния (поровая поверхность) пчелиного усика. Хитиновый покров усика представлен на разрезе черным. *ЧК* — чувствительные клетки, *П* — поровая поверхность, *К* — кольцевая бороздка с поровыми канальцами. (Схематический рисунок Т. Хёлльдоблера.)

вид восковой ячейки от вида воскового шарика. В жизни пчелы, работающей в темноте и ориентирующейся только при помощи осязания и обоняния, совершенство этих чувств играет решающую роль.

Рядом с поровыми поверхностями и осязательными волосками можно обнаружить еще около восьми других видов органов чувств, различающихся по своей тонкой структуре. Методы электрофизиологии только частично позволяют выяснить их значение: если на одну из нервных клеток воздействовать подходящим для нее раздражителем — если, например, какое-то пахучее вещество проникнет к нервной клетке (*ЧК* нарис. 44) через поровую поверхность, — возникнет электрическое возбуждение, которое через нервные волокна передастся в мозг и вызовет определенное ощущение. С помощью тончайших электродов можно отводить эти электрические сигналы от поровой

поверхности, регистрировать их и измерять их силу. Таким образом установили, что на усике пчелы на пахучие вещества реагируют только поровые поверхности, но в зависимости от вида вещества их реакция бывает различной.

Другие микроскопические органы на усиках служат для восприятия *вкуса*, третьи реагируют на *тепло* или *холод*, на *влажность воздуха* или на содержание в нем *углекислоты*. Все эти факторы имеют огромное значение для микроклимата улья и для роста расплода; они постоянно контролируются и регулируются рабочими пчелами.

Итак, тонкие незаметные усики на голове пчелы оказались очень многогранными приспособлениями, которые ставят перед исследователем больше загадок, чем он может разрешить в течение своей жизни.

#### О ВКУСАХ НЕ СПОРЯТ

"De gustibus non est disputandum" («о вкусах не спорят») — гласит старинная поговорка. Если два огородника не могут договориться между собой, кто из них вырастил более крупные огурцы, их спор может разрешить третьей судья. Но когда два человека спорят о том, какой кофе вкуснее — с сахаром или без сахара, никто не сможет переубедить их. В ряде случаев можно с помощью научного эксперимента показать, что одно и то же вещество, обладающее вкусом, действует на язык разных людей по-разному. Учитывая это, вряд ли можно было думать, что между людьми и насекомыми существует согласие в вопросах вкуса. И все же в значительной мере это так.

Сходство между ними прежде всего состоит в разделении «химического чувства» на *обоняние* и *вкус*. Обоняние благодаря чрезвычайной чувствительности соответствующего органа предназначено для обнаружения летучих веществ, частички которых переносятся по воздуху и возбуждают обонятельные нервы. Органы вкуса сравнительно менее чувствительны, и их роль сводится к проверке химического состава пищи при ее приеме. Ограниченность этого чувства у пчелы и у человека проявляется в малом числе определяемых вкусом оттенков: сладкое, кислое, горькое, соленое.

Во всем животном царстве особенно развита и распро-

странена оценка сладости. Однако острота вкуса может быть весьма различной. Маленькая рыбка гольян в состоянии ощутить вкус в 100 раз более разбавленного сахарного раствора, чем это можем мы. У некоторых бабочек органы вкуса, находящиеся на кончиках лапок, более чем в 1000 раз чувствительнее человеческого языка.

Лакомиться — в этом, так сказать, смысл жизни пчел, потому что нектар — это, по существу, сахарный сироп, который пчелы распознают и собирают из-за его сладости. Но тот, кто думает, что пчелы особенно чувствительны к вкусу нектара, глубоко ошибается. Совсем **напротив**: сахарный раствор примерно двухпроцентной концентрации, в котором мы еще очень отчетливо ощущаем сладковатый привкус, пчелы не отличают от простой воды.

Чтобы сделать все наглядным, я сфотографировал бутылку, содержащую литр воды, и рядом с ней — кучки сахара, которые нужно растворить в этом количестве воды, чтобы сладкий вкус раствора смогли ощутить известная своей особой чувствительностью бабочка, гольян, человек и пчела (рис. 45). Бабочка может использовать для своего питания малейшие количества сахара. Но пчелы, собирая нектар, заготавливают корм на зиму. Как хозяйка не станет экономить сахар при варке варенья, потому что иначе оно заплесневеет, так и пчела не будет складывать в свои ячей-

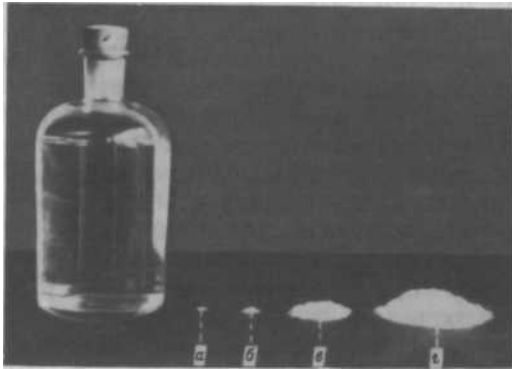


Рис. 45. Бутылка содержит 1 литр воды. Рядом насыпаны кучки сахара, которые нужно растворить в воде, чтобы сладкий вкус смогли почувствовать бабочка (а), рыба (гольян, б), человек (в) и пчела (г).

ки жидкий мед. Природа настолько притупила ее вкус, что пчела даже не пытается действовать биологически нецелесообразно. Но и растения, так сказать, идут навстречу потребности пчел в пригодном для хранения корме. Нектарники их цветков производят сок с удивительно высоким содержанием сахара (в большинстве случаев от 40 до 70%).

Пчел нельзя обмануть, предложив им сахарин или другие заменители, не имеющие питательной ценности, но на наш вкус настолько сходные с сахаром, что их легко с ним спутать.

Чтобы отучить детей от привычки сосать пальцы, их смазывают хинином. Он настолько горек, что это средство воспитания предпочитают всем другим. Пчелы же с заметным удовольствием пьют совершенно несъедобный для нас сахарный сироп, в который добавлен хинин. Гораздо менее, чем мы, чувствительны пчелы и к другим горьким веществам.

Можно было бы перечислить еще некоторые «извращения» их вкуса. Но мы не собираемся составлять поваренную книгу для пчел, и поэтому можно ограничиться сказанным.

#### ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ НАУЧНЫХ ДАННЫХ

Пчеловодство — очень полезное занятие. Современные культурные леса без дуплистых деревьев уже не предоставляют пчелам всех необходимых для жизни условий, а пашни и культурные луга с их обедненной флорой совершенно не гарантируют сбора достаточных запасов корма на зиму. Если бы человек не одомашнил пчел, то бесчисленные центнеры драгоценного сахарного сока цветков терялись бы понапрасну или попадали только в желудки мух и бабочек. Но еще больше, чем мед, ценится косвенная польза, которую приносит пчеловодство. Дело в том, что большинство наших культурных растений опыляется главным образом пчелами, и без них эти растения давали бы незначительный урожай семян и плодов или не плодоносили бы совсем (см. стр. 31 — 34).

Пчеловоды обычно отбирают у пчелиных семей так много меда, что оставшегося в ульях корма на зиму бывает недостаточно. Взамен они осенью скармливают ка-

ждой семье по 3 — 5 килограммов сахара, который подается в улей в виде сиропа. Это выгодно пчеловоду, так как мед ценнее сахара. Однако это все же не так дешево. Для поощрения пчеловодства следовало бы продавать кормовой сахар по сниженной цене. Однако финансовые органы выражают вполне понятное желание, чтобы этот удешевленный сахар действительно пошел на пользу пчелам, а не домашней хозяйке. Нужно было бы как-то «испортить» его, чтобы сделать непригодным для людей.

Было предложено много способов денатурации сахара, но почти все они оказались непригодными. Только точное знание особенностей пчелиного чувства вкуса может привести к разрешению этой старой проблемы. Целесообразнее всего было бы воспользоваться пониженной чувствительностью пчел к горечи. Среди испытанных веществ было одно, которое привлекло внимание тем, что даже малейшие его следы в продукте вызывают у человека ощущение невыносимой горечи, тогда как для пчел оно не имеет вкуса. С точки зрения химии это вещество (которое называется *октоацетилсахарозой*) представляет собой не что иное, как сахар, соединенный с уксусной кислотой. Молекулы уксусной кислоты, связанные с молекулами сахара, делают его горьким для людей. Применению его в качестве денатурирующей добавки к сахару долго препятствовала его высокая стоимость. Однако в конце концов усилия химиков увенчались успехом: им удалось разработать дешевый метод получения этого вещества. Оно получило фирменное название «октозан».

Если к большому количеству сахара примешать ничтожное количество октозана, весь сахар станет непригодным для человека. Пчелы же очень охотно берут приготовленный из него сироп. То, что он не причинит вреда ни самим пчелам, ни расплоду, можно было предвидеть исходя из его химической природы, и это было подтверждено многолетними опытами. Октозан совершенно безвреден и для людей. Это важно потому, что остатки кормового сахара могут попасть в мед, предназначенный для продажи. Конечно, покупатели с возмущением отказались бы от горького меда. Но дело в том, что октозан, попав в мед, снова расщепляется на свои составные части — сахар и небольшое количество уксусной кислоты — и утрачивает та-

ким образом горечь, словно сама природа захотела создать такое вещество, которое удовлетворяло бы требованиям как финансовых органов, так и пчеловодов.

Ввиду безвредности октозана врачи рекомендуют теперь заменять им хинин, когда нужно отучить детей сосать пальцы.

## 9. ГЛАЗА ПЧЕЛ И ИХ СПОСОБНОСТЬ ВИДЕТЬ

### ЦВЕТОВОЕ ЗРЕНИЕ

Если кому приходилось когда-нибудь за завтраком в деревне, на открытом воздухе, есть мед, то, вероятно, к столу являлись и пчелы, привлеченные медовым запахом. В таком случае всегда можно провести простой опыт, для которого потребуются всего только лист красной и два одинаковых листа синей бумаги, а также немного терпения.

Уберем баночку с медом, но положим на стол лист синей бумаги с несколькими каплями меда. Пчелы не замедлят воспользоваться богатым источником взятка. После того как они пару раз слетают домой и вернуться, уберем лист синей бумаги с каплями меда и положим на прежнее место подкормки рядом два других листа — красный и синий, но совершенно чистый. Пчелы теперь совсем не интересуются красным листом, а над синим они кружат и даже опускаются на него, хотя на этот раз ничего не могут там найти: нет даже запаха привлекавшего их меда (рис. 46). Значит, они заметили, что корм был на *синем* листе, и, видимо, в состоянии отличить синий цвет от красного.

Однако из этого нельзя окончательно заключить, что пчелы различают цвета. Нередко встречаются люди, восприятие цвета у которых более или менее ограничено по сравнению с нормальным. Есть даже люди (правда, такие случаи редки), которые вообще не различают цветов. «Цветнослепой» видит мир таким, каким человек с нормальным зрением может увидеть его только на обычных черно-белых фотографиях: все краски представляются ему лишь разными оттенками серого цвета. Он обычно может

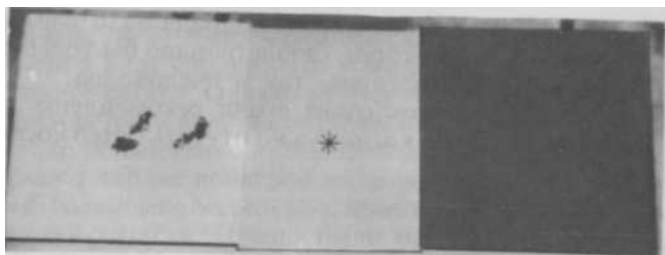


Рис. 46. Пчелы, которых перед этим кормили на синем листе (место кормления обозначено звездочкой), ищут корм на чистом синем листе (слева), оставляя без внимания красный лист бумаги (справа).

отличить красный предмет от синего, но не по цвету, которого для него не существует, а по степени светлоты, так как красное кажется ему очень темным, почти черным, а синее — светло-серым. Таким образом, для него каждому цвету соответствует определенный оттенок серого.

Поэтому нам придется поставить опыт иначе и с помощью подкормки приучить пчел посещать синий лист бумаги, положенный на стол среди листов серой бумаги различного тона, размещенных в случайном порядке. Как и при дрессировке на запахах, чтобы исключить привычку пчел летать на определенное место, нам нужно будет часто менять положение синего листа бумаги. Пчел мы будем подкармливать не медом, а сахарным сиропом, не имеющим запаха. В решающем опыте все листы бумаги заменим новыми, чистыми: на синем листе, так же как и на других, будет находиться пустое, чистое часовое стекло. Оказывается, пчелы и теперь уверенно летят к синему листу и опускаются на него (рис. 47). Значит, они действительно могут различать синий цвет среди всевозможных оттенков серого, и только теперь они доказали нам, что видят его именно как особый цвет.

Пчелы посещают синий лист и в том случае, если все листы бумаги накрыты стеклом. Таким образом, решающим для них действительно является внешний вид синего листа, а не какой-нибудь не воспринимаемый нашим носом запах, который, конечно, нельзя ощутить сквозь стекло.

Аналогичный опыт с желтым листом бумаги удастся

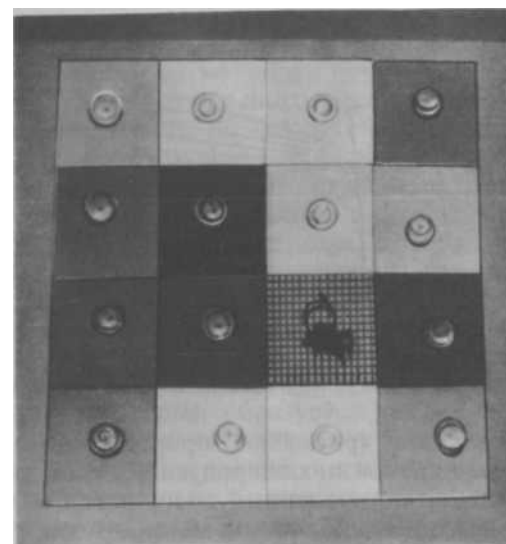


Рис. 47. На синем листе бумаги, так же как и на разложенных вокруг него серых листах различной светлоты, стоят пустые чашечки для корма. Пчелы, дрессированные на синий цвет, собрались на синем листе (на рисунке заштрихован), доказав тем самым, что они отличают синий цвет от всех оттенков серого.

так же хорошо. Но если мы возьмем лист бумаги ярко-красного цвета, то результат окажется неожиданным. После дрессировки на красный цвет пчелы посещают не только красный лист, но и листы черной и темно-серой бумаги. Пчелы путают красный и черный цвета. Красный цвет для них не существует; подобно цветнослепому человеку, они воспринимают его как очень темный серый.

Но в другом отношении пчелиные глаза превосходят нормальные человеческие. Они отлично воспринимают невидимые для нас ультрафиолетовые лучи, то есть лучи, расположенные в спектре за фиолетовыми.

Дело в том, что белый солнечный свет представляет собой смесь световых лучей с различной длиной волны. Если пропустить его через призму, составляющие его лучи будут преломляться по-разному и возникнет разноцветный спектр, в котором цвета будут расположены в соответ-



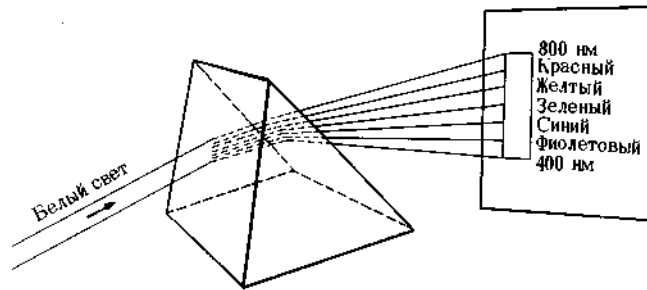


Рис. 48. Образование спектра при пропускании световых лучей через призму.

ствии с длинами волн (рис. 48). В природе такое явление можно увидеть при образовании радуги. Каждой длине волны соответствует определенный воспринимаемый цвет. Лучи с самыми длинными волнами мы видим как красные. По абсолютной величине, конечно, и эти «длинные» световые волны все же настолько малы, что их измеряют нанометрами (нм; это миллионная доля миллиметра). От красных лучей с длиной волны 800 нм цветная полоса спектра доходит до фиолетовых, где видима для нас область заканчивается волнами длиной 400 нм. Однако солнечный луч содержит лучи с еще более короткой волной — ультрафиолетовые. Для пчелиного глаза свет становится невидимым только при длине волны 300 нм. Ультрафиолет представляется пчелам особым цветовым тоном — более того, самым светлым и ярким цветом всего спектра.

Если световые лучи, полученные в результате разложения белого луча, вновь собрать вместе, то мы увидим снова белый свет. Такое же впечатление белого цвета можно получить, выделив из спектра только три «основных» цвета — красный, зеленый и синий — и смешав их в надлежащем соотношении<sup>1</sup>; к этому же приводит аналогичный

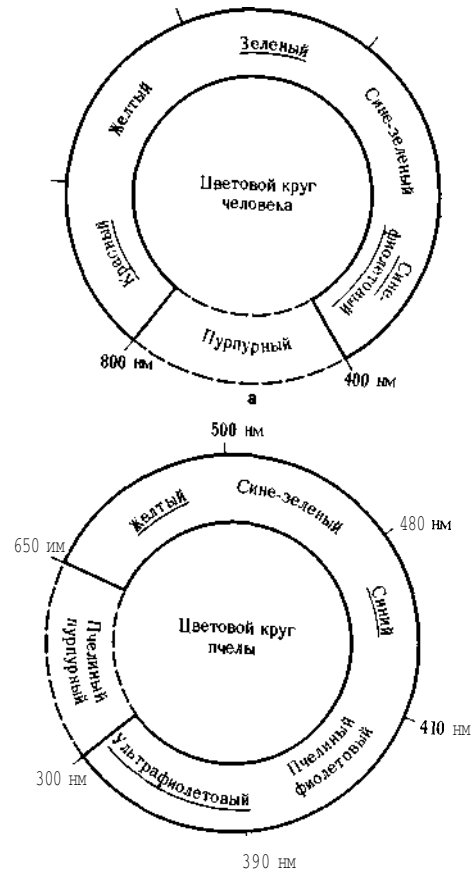
<sup>1</sup> Под смешением здесь имеется в виду одновременное воздействие лучей на сетчатку глаза (называемое *аддитивным* смешением). Если же художник смешивает две краски на палитре, то часть лучей поглощается (*субтрактивное* смешение) и возникает иной цвет, нежели при аддитивном смешении.

опыт с определенными парами цветов (дополнительными цветами, например красным и голубовато-зеленым).

Цвета спектра мягко, почти незаметно переходят один в другой, начиная от красного, через желтый, зеленый, сине-зеленый и синий, до фиолетового. Крайние цвета — красный и фиолетовый — можно также более прямым путем связать переходными ступенями, если смешать в различной пропорции красные и фиолетовые лучи. При этом возникнут пурпурные тона, которых нет в самом спектре, но которыми можно замкнуть цветовой круг (рис. 49,а).

Совершенно аналогичные законы смешения цветов существуют и для пчел, хотя глаза у них устроены совсем не так, как у человека (см. с. 93). Для пчел тоже существует белый цвет, который образуется как из смеси всех видимых пчелами цветов спектра, так и из трех основных для пчел цветов — желтого, синего и ультрафиолетового (или из двух дополнительных для пчел цветов) — и не похож ни на какой другой цвет. Для них возникают также и новые, не содержащиеся в самом спектре цветовые тона при смешении лучей крайних участков пчелиного спектра (желтого и ультрафиолетового): по аналогии с человеческим представлением о цветах можно говорить о «пчелином пурпурном» цвете (рис. 49,б). Оранжево-красный, желтый и зеленый цвета для пчел более сходны между собой, чем для нас. То же самое можно сказать о синем и фиолетовом. С другой же стороны, на границе ультрафиолетовой области для пчел возникает новый, незнакомый нам, резко обособленный цветовой тон {«пчелиный фиолетовый»}.

Возникновение белого и серого цветов и сложных цветовых тонов при смешении трех различных цветов спектра объясняется их восприятием тремя различными видами зрительных клеток. Эта теория, созданная Гельмгольцем для объяснения цветового зрения людей, примерно 100 лет спустя подтвердилась и применительно к пчелиному глазу. Как и в случае с органами осязания (стр. 72), разработанные ныне тончайшие методы электрофизиологических исследований позволили также пронаблюдать и измерить процессы возбуждения в отдельных чувствительных клетках глаза. Фактически существует три различных типа таких клеток — они воспринимают лучи, лежащие или в жел-



**Рис. 49.** Цветовой круг человека (а) и пчелы (б) (схематически). Три основных цвета подчеркнуты. Смешивая их, можно создавать промежуточные цвета. Дополнительные цвета на рисунке помещены друг против друга. (По Даумеру, видоизменено.)

той, или в синей, или в ультрафиолетовой части спектра. Почти одновременно, но при помощи другой методики были получены подобные данные и для человеческого глаза.

Вообще цветовое зрение пчел гораздо более сходно с нашим, чем обычно думают. Главное отличие состоит в невосприимчивости пчелиного глаза к красному цвету и чрезвычайной восприимчивости к ультрафиолетовому. Какими на самом деле кажутся пчелам цвета — об этом мы, конечно, не имеем никакого представления. Ведь мы не можем узнать внутреннего ощущения даже своего ближнего, хотя он называет цвета так же, как и мы сами.

#### ГЛАЗ ПЧЕЛЫ И ОКРАСКА ЦВЕТКОВ

Пусть тот, кто думает, что все великолепие цветов на Земле создано для услады человеческого взора, займется изучением окраски цветочных венчиков и восприятия ее крылатыми посетителями — и он сразу станет гораздо скромнее.

Прежде всего выяснится, что отнюдь не все цветковые растения образуют собственно «цветы». У многих, например у злаков, хвойных деревьев, вязов, тополей и других, цветки очень мелкие, незаметные, не имеют запаха и не выделяют нектара. Насекомые не посещают такие цветки. Пыльцу переносит по воле случая ветер, и опыление обеспечивается только благодаря тому, что в таких цветках образуется огромное количество сухих, легко рассеивающихся пыльцевых зерен. Этим *ветроопыляемым* растениям можно противопоставить *насекомоопыляемые*. Цветки последних выделяют нектар и привлекают к себе крылатых гостей, переносящих пыльцу кратчайшим и надежнейшим способом. Эти цветки сразу обращают на себя внимание либо своим ароматом, либо пестрой окраской венчика, либо тем и другим одновременно — это «цветы» в полном смысле слова.

Возникает мысль о более глубокой взаимозависимости между цветками и насекомыми. Подобно хозяину закуской, который пользуется яркой вывеской, чтобы привлечь внимание прохожего, пестрые флажки цветов еще издали

указывают пчелам место, где их ждет нектар и куда им следовало бы заглянуть для обоюдной пользы хозяина и гостя. Но если окраска цветков рассчитана на восприятие ее глазами опылителей, то можно предположить, что существует определенная зависимость между окраской цветков и цветовым зрением насекомых. Такая зависимость действительно есть и проявляется весьма отчетливо.

Еще задолго до того, как было изучено цветовое зрение пчел, ботаники заметили, что в нашей флоре очень редко встречаются чисто-красные цветки. Но это как раз та единственная окраска, которая не воспринимается пчелами как цвет; такие цветки не приметны для насекомых-опылителей. Большинство так называемых «красных» цветков нашей флоры — вереск, альпийская роза, красный клевер, цикламен и другие — имеют окраску не чисто-красную, о которой здесь идет речь, а с примесью синей, то есть пурпурно-красную. Но, может быть, растениям вообще трудно вырабатывать ярко-красный пигмент? Нет, это не так. У тропических растений, часть которых из-за необычной окраски их цветков охотно разводят в садах и теплицах в качестве декоративных, очень часто встречается именно ярко-красная окраска венчиков. Однако — и это было тоже давно известно ботаникам — как раз эти красные цветки тропиков опыляются не пчелами и вообще не насекомыми, а маленькими птичками — колибри и нектарницами, которые, «зависая» в воздухе перед цветком, погружают в него свои длинные клювы и высасывают обильно выделяющийся нектар (рис. 50). Установлено, что именно тот красный цвет, который не воспринимает пчела, представляется особенно ярким глазу птицы.

Давно известна и многократно обсуждалась (прежде чем нашла объяснение благодаря опытам, проведенным в последние годы) еще одна сторона взаимосвязи между окраской цветков и их посетителями: те немногие цветки нашей местной флоры, окраска которых приближается к чисто-красной, как, например, гвоздики, горицветы и смолевки, опыляются в основном не пчелами, а дневными бабочками, которые с помощью своих длинных хоботков достают нектар со дна особенно глубоких цветочных трубочек. Эти цветки как будто специально приспособ-



Рис. 50. Колибри «зависает» в воздухе перед цветком лианы *Manettia bicolor* и высасывает из него нектар. (По Поршу.)

лены для хоботков бабочек, которые в отличие от пчел и большинства других насекомых воспринимают красный цвет.

Требовать большего действительно не приходится. В окраске цветов как бы отражается способность или неспособность их посетителей к восприятию красного цвета. Следовало ожидать — и это подтвердилось, — что чувствительность глаза пчелы к ультрафиолетовым лучам также найдет отражение в окраске цветков. Однако эту взаимосвязь труднее обнаружить из-за неспособности наших собственных глаз воспринимать ультрафиолетовые лучи.

Первый сюрприз преподнесли нам цветки мака, принадлежащие к тем немногим из наших цветов, окраска которых приближается к чисто-красной. Тем не менее они усердно посещаются пчелами. Дело в том, что лепестки этих цветков, помимо красных лучей, не имеющих для

пчел никакого значения, отражают также ультрафиолетовые лучи. Таким образом, мак для нас красный, а для пчел — «ультрафиолетовый». То же можно сказать и о красных цветках бобов; рассуждения о том, что эти цветы имеют окраску, которая не воспринимается посещающими их насекомыми, оказались безосновательными.

*Белые* цветки тоже кажутся пчелам окрашенными! Вторым удивительным открытием в этой области как раз и было то, что все они — незаметно для нашего глаза — отфильтровывают из солнечного света ультрафиолетовые лучи. Мы не замечаем, содержит ли белый в нашем восприятии световой луч примесь ультрафиолета. Но чувствительному к ультрафиолетовым лучам пчелиному глазу «белый» цвет, из которого изъят ультрафиолет, по законам смешения цветов покажется дополнительным к ультрафиолету, то есть «голубовато-зеленым» цветом. Это имеет большое значение, так как «белый» цвет, образующийся в результате смешения всех воспринимаемых пчелой цветных лучей (включая и ультрафиолет), запоминается пчелами хуже, чем другие цвета.

Дрессировка на такой белый цвет представляет известные трудности, и мы напрасно искали бы такой цвет в растительном мире. Белые звездочки маргариток, которые мы видим на лугу, пчелам кажутся голубовато-зелеными. Белые цветки яблонь, белые колокольчики, белые вьюнки, белые розы — все они имеют цветные «вывески» для разбирающихся в них посетителей.

Если в одном случае цветки обязаны своей пестрой одеждой отсутствию ультрафиолета, то в других случаях причина их чарующей окраски, которая остается скрытой от нас, — в его *добавлении*. Так, например, обстоит дело с желтыми цветками желтушника (*Erysimum helveticum*), рапса (*Brassica napus*) и посевной горчицы (*Sinapis arvensis*), которые для нас едва отличаются друг от друга по окраске и форме. Пчелы могли бы посмеяться над нами! «Желтый» для них только желтушник. Цветки рапса отражают также немного ультрафиолета и имеют поэтому легкий пурпурный оттенок (см. стр. 81). Посевная горчица, у которой лепестки отражают много ультрафиолета, приобретает вследствие этого густой «пурпурно-красный»

цвет. Пчелиный глаз способен легко различать все три вида окраски. На рис. 51 показаны три названных выше цветка, сфотографированные через светофильтры, пропускающие только желтый свет (*слева*) и только ультрафиолетовый (*справа*). Мы видим, что желтый свет одинаково отражается всеми тремя цветками, тогда как ультрафиолет, не воспринимаемый нашим глазом, они отражают в различной степени. Это относится и ко многим другим цветкам, которые кажутся нам одинаково желтыми или голубыми.

Место, где можно найти нектар, нередко выделяется бросающейся в глаза цветной меткой — *нектарным указателем*. Каждому знакомо желтое кольцо в голубом цветке незабудки, в центр которого пчела, чтобы достать нектар, должна ввести свой хоботок; у примулы (рис. 52) светло-желтые цветки имеют темно-желтые нектарные указатели. Таких примеров множество. Если окраска всего цветка играет роль вывески, издали привлекающей посетителя, то нектарные указатели направляют его к «ресторану» более приятным способом, чем наши прозаические надписи со стрелкой.

Цветовая метка очень красноречива благодаря тому, что нектарные указатели почти всегда имеют более сильный, а часто даже совершенно иной запах, чем окружающие их части цветка. Оптический нектарный указатель является для пчел одновременно и «ароматическим указателем». Мы не замечаем этого, так как при втягивании воздуха носом все пахучие вещества перемешиваются. Для пчелы, своими усиками воспринимающей запахи «пространственно» (см. стр. 71), такие ароматические отметины имеют особое значение.

Тот, кто мог бы увидеть мир глазами пчелы, был бы поражен, открыв вдвое больше цветков с великолепными нектарными указателями, чем их в состоянии обнаружить наш глаз, не воспринимающий ультрафиолета. О том, что видит пчела, мы можем получить представление, сфотографировав цветки через три фильтра, светопроницаемость которых соответствует трем основным воспринимаемым пчелами цветам.

На рис. 53 изображены однотонно желтые для нас цветки стелющейся лапчатки (*Potentilla reptans*). Светлая окра-



**Рис. 51** Цветки желтушника (*а*), рапса (*б*) и горчицы посевной (*в*) сфотографированные в желтом свете (*слева*) и в ультрафиолетовых лучах (*справа*). Различная степень отражения ультрафиолета создает для пчелиного глаза различную окраску цветков, которые мы видим одинаково желтыми. (По Дамеру.)

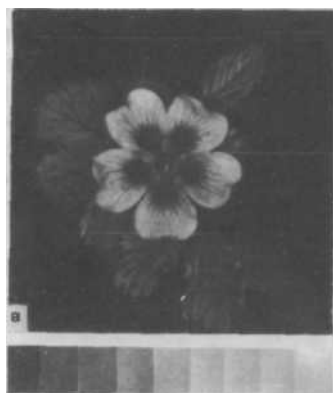
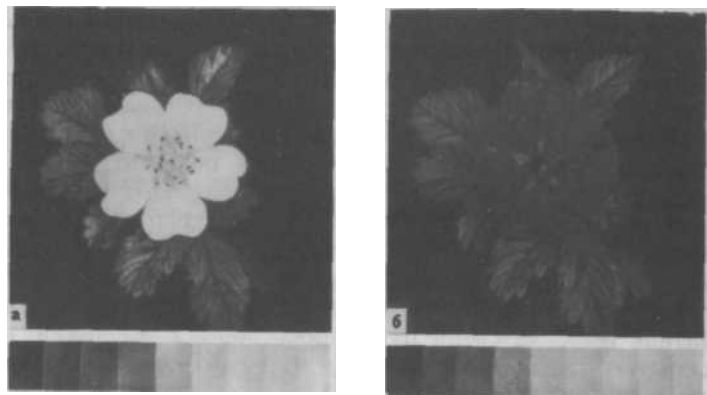


**Рис. 52.** Цветок примулы (*Primula acaulis*) с нектарным указателем.

ска лепестков на снимке, сделанном через желтый фильтр, показывает, что желтые лучи отражаются сильно и равномерно. Их темная окраска на том же рисунке сверху справа (синий фильтр) означает, что синие лучи поглощаются. Фотографирование через ультрафиолетовый фильтр (внизу) открывает поразительную вещь — невидимый нам нектарный указатель. Края лепестков отражают ультрафиолет и поэтому имеют окраску, состоящую из смеси желтого и фиолетового цветов, — «пчелиный пурпурный» цвет. Внутренняя часть цветка поглощает ультрафиолет, так что для пчелиного глаза чисто-желтый нектарный указатель выделяется на пурпурном фоне. В значении этих скрытых от нас признаков можно убедиться, проведя опыты с пчелами.

На рис. 53 можно заметить еще одно обстоятельство, придающее особенно глубокий смысл всему великолепию цветков. Вместе с цветками сфотографированы и зеленые листья. Они отражают лучи трех основных для пчелы цветов довольно равномерно и только в районе желтого — несколько больше. Так же обстоит дело с листьями всех растений; поэтому листву, кажущуюся нам зеленой, пчелы видят почти бесцветной — серой с бледно-желтоватым оттенком. Но тем сильнее на этом блеклом фоне выделяются пестрые цветы.

Любитель природы, конечно, не перестанет радоваться цветам, даже если узнает, что они предназначены вовсе не для его глаз.



**Рис. 53.** Цветки и листья стелющейся лапчатки (*Potentilla reptans*), сфотографированные в желтом (а), синем (б) и ультрафиолетовом (в) свете. Цветки, которые кажутся нам чисто-желтыми, сильно отражают желтые лучи и не отражают синих; только крайние участки лепестков сильно отражают ультрафиолетовые лучи. Так возникает невидимый для нас нектарный указатель — ярко-желтый в «пурпурном» обрамлении. В результате слабого равномерного отражения лучей в трех основных для пчел частях спектра листья кажутся пчелам бесцветными. Помещенная внизу шкала градаций серого цвета служит для фотометрической оценки степени отражения. (По Даумеру.)

### ОБ УСТРОЙСТВЕ ГЛАЗ

Способность глаза различать цвета мы не установим даже при самом тщательном анатомическом исследовании. Но четкое или расплывчатое восприятие глазом формы предметов уже тесно связано с более «грубыми» особенностями его строения: анатом уже по внешним признакам глаза может сказать, что он принадлежал, например, близорукому человеку.

Если мы, однако, вскроем глаз пчелы или какого-нибудь другого насекомого, чтобы попытаться оценить его качество как оптического прибора, то все наши познания относительно человеческого глаза уже не помогут нам. Ибо глаз насекомого устроен совсем иначе. Для естествоиспытателя особенно интересно проследить пути и средства, с помощью которых природа достигает одной и той же цели у таких различных существ, как человек и пчела.

Тонкости строения глаза насекомого гораздо более многообразны, чем у человеческого глаза. Понять их до конца можно только при серьезном изучении, и для этого необходимо привлечь целый ряд соображений из области физики. Вместе с тем главное различие в устройстве глаза человека и насекомых можно объяснить в нескольких словах.

*Глаз человека* можно сравнить с фотоаппаратом. Отверстие в передней стенке камеры соответствует в человеческом глазу зрачок. Так же как фотограф при ярком свете уменьшает диафрагму, чтобы ослабить световой поток, так и радужная оболочка глаза, сжимаясь, уменьшает зрачок и защищает внутренность глаза от чрезмерно яркого света. Линза фотоаппарата соответствует хрусталику человеческого глаза; и форма, и назначение их одинаковы. Когда мы смотрим на отдаленную точку *A* (рис. 54), излучающую свет во всех направлениях, хрусталик собирает падающие на него через зрачок лучи и соединяет их в одной точке на дне глаза (*a*). Лучи от другой точки, *B*, расположенной выше *A*, хрусталик тоже соберет на глазном дне в одном месте, но несколько ниже (*b*), а лучи от третьей точки, *C*, расположенной ниже *A*, соберутся на задней стенке глаза в точке *c*, лежащей выше *a*. Всякий пред-

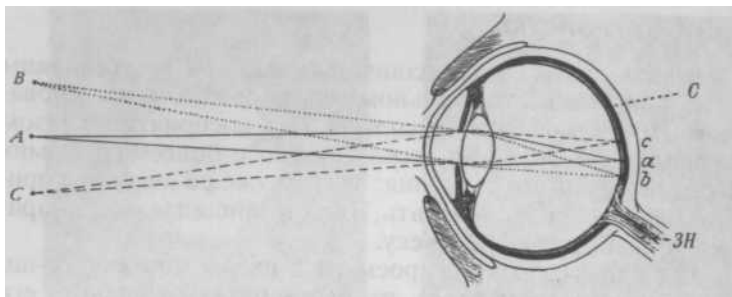


Рис. 54. Глаз человека. С — сетчатка; ЗН — зрительный нерв. (Объяснение в тексте.)

мет, находящийся в поле нашего зрения, мы можем представить себе состоящим из множества отдельных точек (которые сами светятся или отражают падающий на них свет), и к любым из них применимо все то, что мы вывели для наших трех точек А, В и С. Таким образом, хрусталик отбрасывает на заднюю стенку глаза маленькое, перевернутое, но точное изображение рассматриваемого предмета, совершенно так же, как линза фотоаппарата — на фотопластинку.

Существенная разница между фотокамерой и нашим глазом состоит в использовании полученного изображения. В камере на пластинке запечатлевается и как бы консервируется изображение, полученное в данный момент времени. В нашем глазу место фотопластинки занимает *сетчатка*, или сетчатая оболочка, с помощью которой мы воспринимаем изображение со всеми его деталями, причем это изображение непрерывно изменяется.

Значительную часть сетчатки составляет тончайшая мозаика из палочковидных элементов (они настолько малы, что на отрезке в 1 миллиметр поместились бы многие сотни их), и все они связаны нервными волокнами с головным мозгом. В совокупности эти волокна образуют толстый зрительный нерв, идущий от глаза к мозгу. Информация о каждой светящейся точке, изображение которой падает на сетчатку, передается по нервным волокнам в головной мозг, и только там, а не на самой сетчатке, возникает *восприятие*: сигналы от каждой отдельной точки,

вспыхнувшей в ночной темноте, или от бесконечного множества точек, при свете дня заполняющих все поле нашего зрения, взаимодействуют между собой, порождая единый зрительный образ. Иногда задавали вопрос: почему мир не представляется нам вверх ногами, если на нашей сетчатке все отображается в перевернутом виде? Этот вопрос лишен смысла уже потому, что образ видимого осознается у нас не сетчаткой, а головным мозгом, в котором все частицы изображения уже давно успели распределиться по-иному, в соответствии с ходом нервных волокон.

*Глаз пчелы*, так же как и глаза других насекомых, не имеет ни зрачка, ни радужной оболочки, ни хрусталика. Сетчатку на дне глаза можно сравнить с сетчаткой человека, но изображение на ней возникает по-иному. У пчелы очень выпуклые глаза расположены по бокам головы (см. рис. 15). Рассматривая их поверхность через сильную лупу, мы увидим, что она изящнейшим образом разделена на мелкие участки — фасетки, и поэтому такой орган зрения называется *фасеточным глазом* (рис. 55).

Таким образом, уже внешний вид глаза пчелы говорит о несходстве его по внутреннему устройству с человеческим. Более четко его структуру можно уяснить, осторожно вскрыв глаз (рис. 55 и 56). Разделенная на фасетки поверхность глаза состоит из хитина и служит внешним защитным слоем, соответствующим роговой оболочке нашего глаза (хитин, как панцирь, покрывает и все тело пчелы). К каждой фасетке этой роговицы примыкает кристалльно-прозрачное кеглевидное образование — кристаллический (хрустальный) конус (КК на рис. 55 и 56). Он собирает направленные прямо на него световые лучи и проводит их к палочкам сетчатки (/7). Каждая фасетка с примыкающей к ней внутренней трубочкой и соответствующей палочкой сетчатки образует *омматидий*.

Сложный глаз рабочей пчелы состоит примерно из 5000 плотно примыкающих друг к другу омматидиев, причем каждый из них — и это очень важно — расположен под небольшим углом к своим соседям, так что все они смотрят в разных направлениях. Каждая трубочка с боков одета в черную светонепроницаемую оболочку, как нога в чулок.

Еще раз вообразим в поле зрения глаза светящуюся точку (А, рис. 55), от которой идут лучи во всех направле-

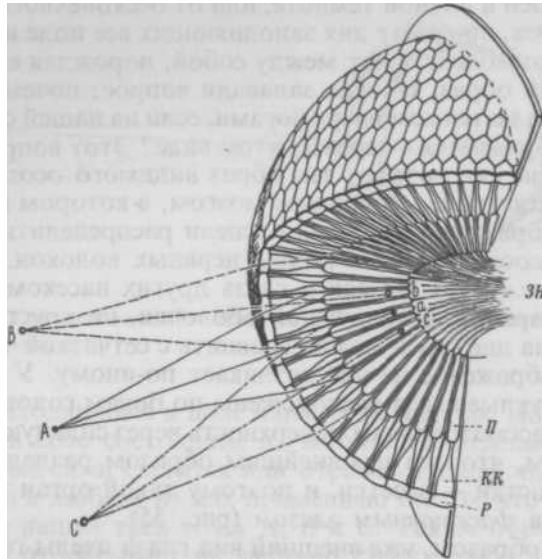


Рис. 55. Глаз пчелы (схема). *P* — роговица; *КК* — кристаллический конус; *П* — палочки сетчатки; *ЗН* — зрительный нерв. Точки *A*, *B* и *C* в поле зрения соответствуют возникающим на сетчатке изображениям точек *a*, *b* и *c*. Изображение прямое.

ниях. Эти лучи попадают на всю поверхность глаза, но только в том омматидии, который прямо направлен на светящуюся точку, луч света попадет через трубочку на палочку (*a*) сетчатки. В остальных омматидиях, на которые свет падает несколько косо, он будет поглощен их черными оболочками, прежде чем достигнет светочувствительных элементов сетчатки. Другая точка, *B*, расположенная выше, лежит по направлению омматидия, лежащего выше, а расположенная ниже точка *C* будет соответственно воспринята омматидием, лежащим ниже (см. рис. 55).

Это относится и к бесчисленным другим точкам, на которые мы можем мысленно разделить предмет. Каждый омматидий как бы выхватывает из всего поля зрения небольшую частицу, лежащую по направлению его оси. Таким образом, как это следует непосредственно из рисунка,

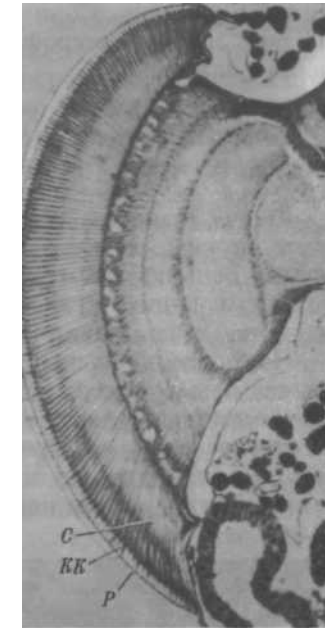


Рис. 56. Срез глаза пчелы. *P* — роговица; *КК* — кристаллический конус; *C* — палочки сетчатки. В верхнем участке глаза при консервировании роговица несколько отслоилась от кристаллического конуса. (Фото А. Лангвальда.)

на сетчатке возникает изображение, но не перевернутое, как в глазу с хрусталиком, а прямое.

Это обстоятельство много раз обсуждалось, но само по себе оно не имеет существенного значения. Оно обусловлено тем, что у пчелы уже на поверхности глаза картина всего поля зрения распадается на мозаику из мельчайших частичек изображения, передающихся через отдельные омматидии палочкам сетчатки и отсюда — в мозг. В нашем же глазу хрусталик отбрасывает на сетчатку единое перевернутое изображение, которое разлагается палочками сетчатки на мозаику и передается в мозг. Соединить отдельные «камешки» мозаичного изображения в единый чувственный образ — это в обоих случаях уже задача мозга.

На рис. 55 создание изображения в фасеточном глазу показано в увеличенном и упрощенном виде. Как изящ-

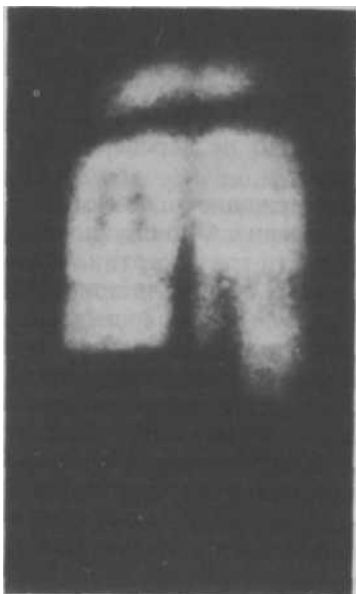


но в действительности примыкают друг к другу омматидии и насколько они многочисленны, можно видеть на рис. 56 — на микрофотографии среза, проходящего через глаз пчелы.

#### ОСТРОТА ЗРЕНИЯ ПЧЕЛЫ И ВОСПРИЯТИЕ ЕЮ ФОРМЫ ПРЕДМЕТОВ

Теперь было бы интересно узнать, насколько четко глаз насекомого может видеть предметы окружающей среды. Ведь по своему строению он значительно отличается от наших органов зрения. Возможны различные подходы к выяснению этого вопроса.

Наиболее наглядный ответ можно получить, просто увидев создающееся в глазу изображение. Нам удалось наблюдать изображение, возникающее на сетчатке глаза светлячка (120-кратное увеличение). Через окно видна церковь, на одном оконном стекле — наклеенная на него буква R из черной бумаги. (По С. Экснеру.)

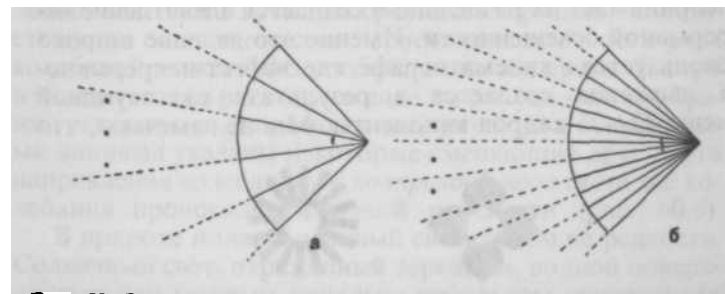


**Рис. 57.** Микрофотография изображения, возникающего на сетчатке глаза светлячка (120-кратное увеличение). Через окно видна церковь, на одном оконном стекле — наклеенная на него буква R из черной бумаги. (По С. Экснеру.)

наклеенную на стекло букву R и даже колокольню вдали — все это мы как бы видим глазами светлячка. Мы взяли для опыта именно это маленькое насекомое, так как у него омматидии своими передними концами прикреплены к хитину и поэтому не смещаются, если глаз срезать очень тонким скальпелем. Так удастся отделить от сетчатой оболочки всю совокупность омматидиев, рассмотреть создаваемое ими изображение через микроскоп и сфотографировать его. По сравнению с нормальным человеческим восприятием оно кажется очень расплывчатым.

К такому же выводу приводит и анатомическое исследование. Понятно, что сетчатка насекомого может зарегистрировать тем больше подробностей (то есть зрение может быть тем острее), чем больше имеется омматидиев. Это можно сравнить с мозаичной картиной, которая будет тем точнее изображать предмет во всех его подробностях, чем больше мозаичных камешков будет использовано для ее создания.

На рис. 58 глаз *a* не может воспринимать отдельно три точки, так как они оказываются в поле одного и того же омматидия, который соответствует одной палочке сетчатки. Глаз *b* может воспринимать их отдельно, так как в этом случае они попадают в поля разных омматидиев. Ясно, что, чем меньше угол зрения каждого отдельного омматидия, тем лучше способность глаза различать детали. Этот угол у глаза пчелы близок к одному градусу. Поэтому две точки, разделенные в поле зрения



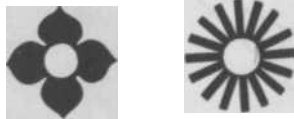
**Рис. 58.** Зависимость остроты зрения от числа омматидиев в глазу насекомого.

каким-то меньшим углом, не воспринимаются отдельно одна от другой. Зоркий человеческий глаз может воспринимать раздельно две точки, лежащие на расстоянии всего лишь одной минуты дуги ( $1/60$  градуса) друг от друга. Таким образом, острота зрения у пчелы должна быть во много раз меньше, чем у человека.

О том, как воспринимают пчелы форму предметов, можно расспросить их самих. Опыты с дрессировкой показали, что пчелы легко обучаются с большой уверенностью различать две формы цветков, изображенные на рис. 59. Однако их восприятие формы резко отлично от нашего. Для них наряду с формой фигуры огромное, даже решающее значение имеет такой признак, как *степень ее расчленения на составные элементы*. Пчелы воспринимают многообразие цветков благодаря сильной расчлененности венчиков.

Это может показаться странным. Но все становится более понятным, если мы вспомним, что органы зрения пчелы неподвижны. Пчела не может поворачивать глаза и направлять взгляд на заинтересовавший ее предмет. Все ее 10 000 глазков (фасеток) прочно фиксированы на голове справа и слева и установлены на все направления (см. рис. 55). В полете впечатления, которые отдельные глазки получают от мелькающих мимо предметов, непрерывно и очень быстро сменяются.

Если в темном помещении в быстрой последовательности производить световые вспышки, то мы увидим мерцающий свет. Но если в течение одной секунды друг за другом следует более 20 вспышек, наш глаз уже не воспринимает их раздельно и создается впечатление непрерывной освещенности. Именно это явление широко используется в кинематографе, где эффект непрерывного движения создается в результате ежесекундной смены 22 — 25 кадров киноленты. Мы не замечаем, что



**Рис. 59.** Фигуры, легко и уверенно различаемые пчелами.

через определенные доли секунды наступает затемнение, во время которого происходит смена изображений.

Если бы в пчелином государстве существовало кино, то проектор должен был бы пропускать более 200 отдельных изображений в секунду, чтобы пчелы не жаловались на «мелькание». Глаз пчелы за одну секунду может воспринять в 10 раз больше раздельных картин, чем глаз человека. Поэтому пчелиный глаз блестяще приспособлен для восприятия движений и быстро сменяющихся впечатлений, когда во время полета перед пчелой мелькают неподвижные сами по себе предметы.

Сравнительно малая способность к *пространственному расчленению деталей* (см. стр. 96) восполняется исключительной способностью к *анализу событий во времени*. Из этого понятно, что пчелы обращают гораздо больше внимания на изменения, возникающие в поле зрения, чем на спокойные формы и замкнутые поверхности, и что в их памяти прежде всего запечатлеваются сильно расчлененные световые и цветовые образы.

#### ВОСПРИЯТИЕ ПОЛЯРИЗОВАННОГО СВЕТА

Большинство людей ничего не знают о «поляризованном свете», они им даже не интересуются. Ведь поляризацию света нельзя обнаружить без специальной аппаратуры.

В школе нас учили, что свет — это волны, которые распространяются с чудовищной быстротой, и что колебания при этом происходят перпендикулярно к направлению светового луча (поперечные колебания). В естественном солнечном свете ориентация плоскости этих колебаний может быть любой, и она все время быстро изменяется. На рис. 60,а в виде точки условно изображен устремленный прямо на нас луч света, а пунктирными линиями указаны некоторые сменяющиеся друг друга направления колебаний. У *поляризованного* света все колебания происходят в одной плоскости (рис. 60,5).

В природе поляризованный свет совсем не редкость. Солнечный свет, отраженный зеркалом, водной поверхностью или мокрым уличным асфальтом, частично (а при некоторых обстоятельствах и полностью) поляри-

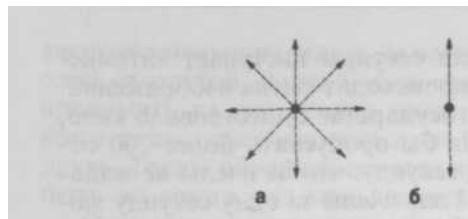


Рис. 60. Схема, поясняющая отличие обычного света (а) от поляризованного (о) (см. текст).

зован. В значительной части поляризован и свет голубого неба. Мы этого не замечаем, так как для нашего глаза нет разницы между обычным и поляризованным светом. Но для глаз насекомых и других членистоногих поляризованный свет представляет собой нечто особое. Они могут даже распознавать направление его колебаний и использовать это для ориентировки в пространстве (см. стр. 121). Это относится и к пчелам; именно у них и была впервые открыта такая способность.

Поляризованный свет можно создавать и искусственно, например с помощью призмы Николя. Изготавливаются также большие прозрачные пластины, которые полностью поляризуют проходящие сквозь них лучи. Благодаря этим вспомогательным средствам нетрудно установить, поляризован ли интересующий нас свет и каково направление его колебаний. Это можно наглядно продемонстрировать (рис. 61). Из поляри-

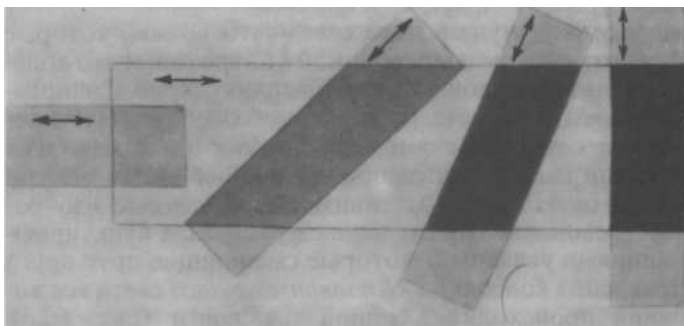


Рис. 61. Поляризаторы (направление пропускаемых колебаний указано двойными стрелками) постепенно поворачивают по отношению к покрывающей их пластинке. Хорошо заметно постепенное угасание

зующего материала вырезаются удлиненные пластины (фильтры, или поляризаторы) так, чтобы направление колебаний проходящего сквозь них света было параллельно длинной стороне прямоугольника. Мы не можем непосредственно увидеть, в каком направлении поляризован свет и поляризован ли он вообще. Мы не заметим ничего необычного и тогда, когда перед первой пластиной поместим в том же положении вторую, так как в этом случае свет, поляризованный первым фильтром, сможет беспрепятственно проходить через вторую. Область взаимного наложения двух пластин покажется только несколько менее прозрачной, поскольку фильтры слегка окрашены и два фильтра, естественно, поглощают больше света, чем один. Если мы теперь будем постепенно поворачивать один фильтр, свет будет все больше затемняться, и когда, наконец, фильтры будут лежать перпендикулярно друг другу, он полностью исчезнет. Перекрещиваясь под прямым углом с первым, второй фильтр становится совершенно непроницаемым для световых колебаний, прошедших через первый фильтр, а при наклонном положении второго фильтра через него будет проходить только часть света. При этом доля проходящего света будет тем меньше, чем больше будет различие в направлении колебаний, пропускаемых двумя фильтрами.

Расположив поляризаторы несколько по-иному, можно приблизительно воспроизвести условия, существующие в глазу насекомого. Вырежем из поляризатора равнобедренные треугольники таким образом, чтобы направление колебаний проходящего через них света

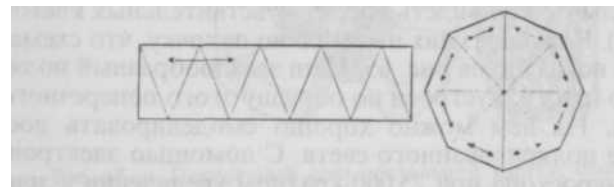


Рис. 62. Слева — способ вырезания треугольников для устройства звездообразного поляризатора. Справа — звездообразный поляризатор. Двойными стрелками показано направление колебаний поляризованного света.

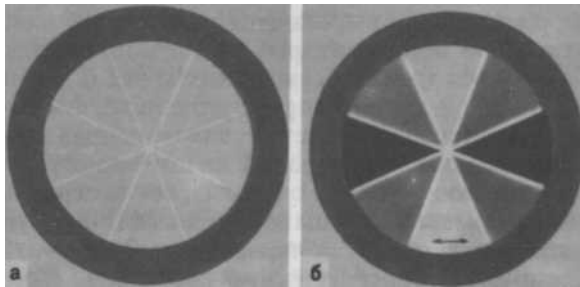


Рис. 63. Вид сквозь поляризатор на освещенную поверхность, отражающую естественный свет (*а*), и на поверхность, отражающую поляризованный свет (*б*), направление колебаний которого показано двойными стрелками.

было параллельно основанию каждого треугольника, и расположим их в форме звезды (рис. 62). Если посмотреть сквозь такой звездообразный поляризатор на поверхность, испускающую естественный свет, то все треугольники покажутся нам одинаково светлыми (рис. 63,*а*). Но если мы посмотрим сквозь тот же фильтр на поверхность, от которой идет поляризованный свет, то мы увидим характерную фигуру (рис. 63,*б*), которая будет изменяться при изменении плоскости колебаний света, падающего на треугольники: возникновение этой фигуры понятно из рис. 61. С помощью такой модели можно определить направление колебаний поляризованного света.

Мы уже говорили (стр. 94) о том, как проводится к сетчатке свет, воспринимаемый отдельным омматидием. При очень сильном увеличении в каждом омматидии пчелы можно видеть восемь чувствительных клеток (рис. 64). Каждая из них имеет свою палочку, что схематически показано на рис. 65. Наш звездообразный поляризатор (рис. 62) устроен по образцу этого поперечного разреза. На нем можно хорошо смоделировать восприятие поляризованного света. С помощью электронного микроскопа при 25 000-кратном увеличении в зрительных палочках насекомых обнаруживается тонкая структура из трубочек, строго параллельных друг другу и перпендикулярных к направлению падающего света

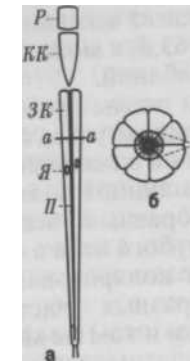


Рис. 64. *а*. Отдельный омматидий сложного глаза пчелы (см. рис. 55), очень сильно **увеличенный**. *б*. Поперечный разрез через омматидий, сделанный по линии *а-а* (еще большее увеличение). *ЗК* — зрительная клетка; *Я* — ядро зрительной клетки; *Я* — зрительная палочка (внутренняя светочувствительная часть зрительной клетки); *КК* — кристаллический конус; *Р* — роговица (хитиновая оболочка).

(рис. 65). В этих трубочках лежат определенным образом ориентированные молекулы светочувствительного пигмента. Именно их специфическое расположение позволяет глазу воспринимать направление колебаний поляризованного света. Наиболее эффективно зрительная клетка поглощает такой поляризованный свет, у которого плоскость колебаний параллельна направлению трубочки, так что при звездообразном расположении

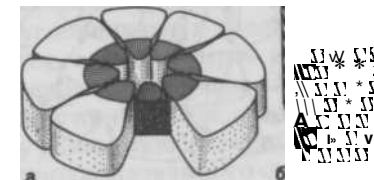
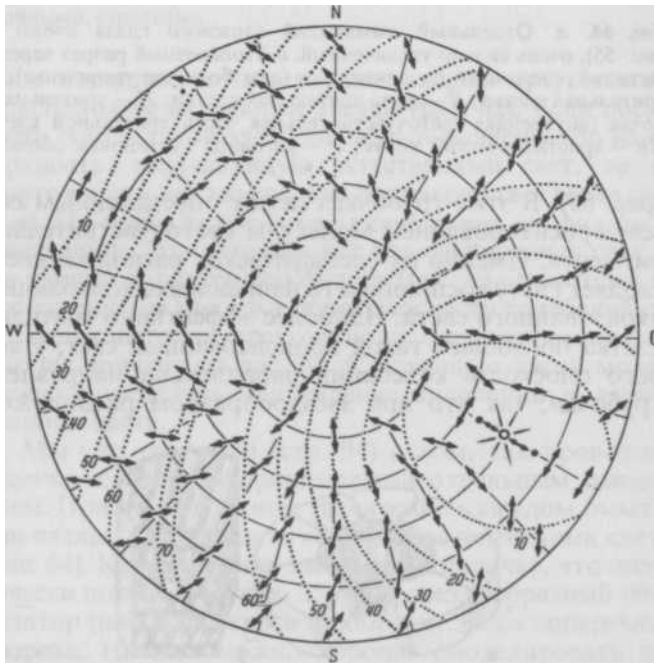


Рис. 65. *а*. Поперечный срез зрительной клетки, соответствующий рис. 64, *б*; показана тонкая структура зрительных палочек; одна из зрительных клеток удалена вплоть до ее зрительной палочки. *б*. Участок палочки при еще большем увеличении (схема, по Голдсмиту и Филпотту.)

зрительных клеток может возникать типичная фигура, изображенная на рис. 63,б, и может осуществляться анализ направления колебаний.

Но в состоянии ли пчелы использовать эту способность? Находясь в темном улье, конечно, нет. Но при полете на воле, когда они видят над собой голубое небо, для их глаз, воспринимающих поляризацию света, должен возникнуть своеобразный, весьма упорядоченный рисунок. Ведь свет голубого неба в большей своей части поляризован. Процент поляризованного света и направление колебаний в разных участках неба различны (рис. 66), и даже в одном и том же месте они изменяются



**Рис. 66.** Направление колебаний поляризованного света (двойные стрелки) голубого неба. Солнце стоит на юго-востоке на высоте 30 над горизонтом. Цифрами указана степень поляризации света в процентах. Пунктирными линиями соединены места с одинаковой степенью поляризации. (По Штокхаммеру.)

в течение дня, так как находятся в определенной зависимости от положения солнца над горизонтом. Если звездообразный поляризатор (рис. 62) смонтировать так, чтобы можно было вращать его и наклонять под разными углами (рис. 67), то, рассматривая через него голубое небо, можно увидеть, как изменяется характер наблюдаемых фигур, соответствующих различным участкам неба в данное время (рис. 68).

Здесь перед нами встают два вопроса. *Во-первых:* действительно ли насекомые воспринимают поляризованный свет и используют его для ориентировки? Следует ответить: *да*, доказать это нетрудно, но чтобы это объяснить, нужно познакомиться с «танцами» пчел, о которых речь пойдет позже (стр. 148). *Во-вторых:* пригодна ли для объяснения механизма восприятия поляризованного света наша модель с восьмиконечным звездообразным поляризатором, с помощью которого *наш* глаз так быстро и уверенно определяет направление световых колебаний в разных участках неба? На этот вопрос приходится ответить отрицательно.

Хотя наша модель дает в принципе верное объяснение, на самом деле все происходит несколько иначе. Дальнейшие исследования показали, что у пчел в каждой паре соседних зрительных клеток тонкие трубочки, содержащие зрительный пигмент, расположены в одном направлении (рис. 69). Следовательно, чтобы служить верной моделью, наш звездообразный поляризатор должен состоять не из восьми, а из четырех треугольников. Так как в противоположащих зрительных клетках направление трубочек одинаково, в модели с восемью треугольниками в анализе участвуют четыре группы трубочек, а при четырех треугольниках только две взаимно перпендикулярные. Мы не будем обсуждать вытекающие из этого следствия, так как в дальнейшем, к общему удивлению, выяснилось, что решающую роль в анализе поляризованного света играют совсем не восемь длинных клеток каждого омматидия, как мы думали раньше. Гораздо большее значение имеет девятая, более скрытая и потому нередко остающаяся незамеченной зрительная клетка. В глубине она начинается вместе с остальными нервными клетками, но очень ко-



Рис. 67. Поляризатор, с устройством, позволяющим поворачивать его в любую сторону и устанавливать под любым углом к горизонту.

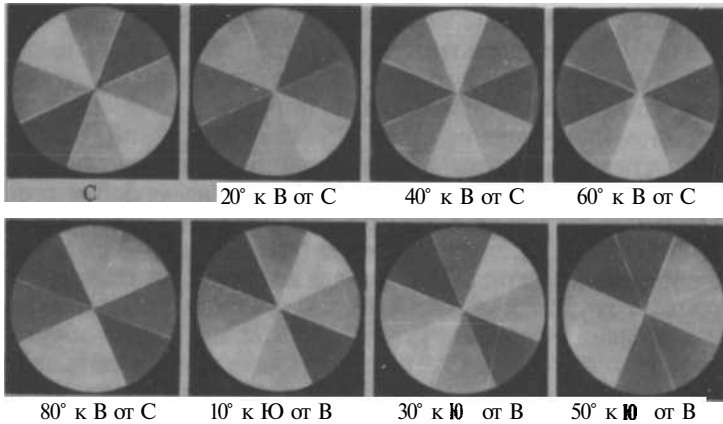


Рис. 68. Фотоснимки голубого неба, сделанные через звездобразный поляризатор (высота над горизонтом  $45^\circ$ ) с поворотами по  $20^\circ$  с севера до  $50^\circ$  на юго-восток. Снимки сделаны под Мюнхеном 11 сентября 1964 года в период с 15 ч 03 мин до 15 ч 11 мин. (Фото М. Реннера.)

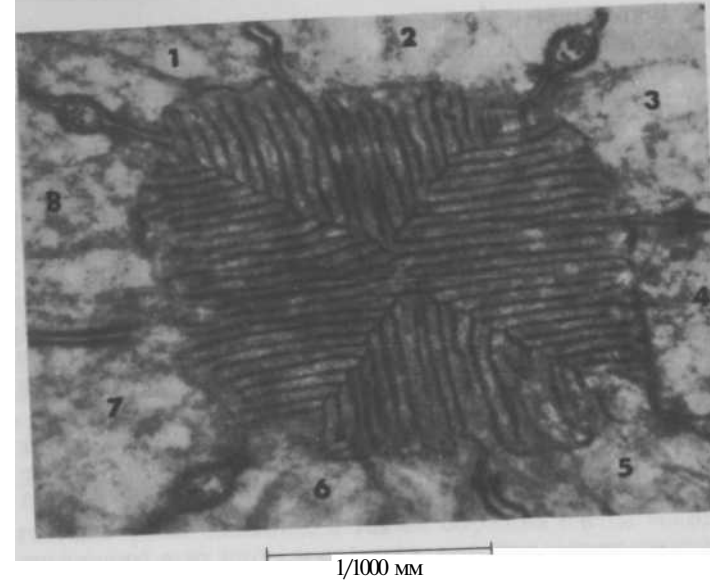


Рис. 69. Поперечный срез через один из омматидиев пчелы. У восьми зрительных клеток (1—8) видны только внутренние части со зрительными палочками. Каждые две соседние палочки слиты одна с другой, их тонкие трубочки (воспринимаемые как штрихи) имеют одно направление. Снимок сделан под электронным микроскопом при 29 000-кратном увеличении. (По Голдсмиту.)

ротка и кончается гораздо раньше других. Все трубочки этой девятой клетки расположены, конечно, в *одном* направлении. Но в соседних омматидиях их направление изменяется строго определенным образом, а именно так, что между ними образуется угол около  $40^\circ$ . Благодаря взаимодействию девятой нервной клетки соседних омматидиев становится возможным более точный анализ направления световых колебаний, чем при помощи взаимно перпендикулярных трубочек. Во всяком случае для того, чтобы объяснить все способности пчел, приходится предположить, что у них есть и другие, вспомогательные способы ориентировки. Сейчас ведутся весьма перспективные исследования по этому вопросу, однако рашающих данных *еще* не получено.

В этой почти неисчерпаемой области интереснейших взаимосвязей большое значение имеет следующее обстоятельство. В пчелином глазу известны три типа цветочувствительных клеток, настроенные на различные длины волн (см. стр. 81). Девятая зрительная клетка — это рецептор *ультрафиолета*. Для распознавания плоскости колебаний поляризованного света пчела использует только ультрафиолетовые лучи: она обращается к самому надежному источнику, имеющемуся в ее распоряжении. Ведь под влиянием местных погодных условий поляризация претерпевает нерегулярные отклонения, наибольшие в красной и желтой частях спектра (10—20%) и наименьшие — в ультрафиолетовой области (всего лишь 1—2%)<sup>1</sup>.

Таким образом, в пчелином глазу выработался изумительно совершенный аппарат для анализа поляризованного света. О его значении для ориентировки пчел речь пойдет впереди (стр. 121).

## 10. СПОСОБЫ ОРИЕНТИРОВКИ

Мы стоим перед большим пчеловодным павильоном. В нем размещены рядом двадцать пчелиных семей, причем все ульи выглядят совершенно одинаково. Тысячи рабочих пчел вылетают за взятком; с быстротой стрелы, жужжа, уносятся они прочь. Возвратившись, они уверенно и без малейшего колебания подлетают к родному улью и исчезают в его летке. Поймаем пчелу, которая как раз стремится попасть домой, пометим ее цветной точкой и, заключив в маленькую коробочку, унесем на расстояние двух километров от улья, где выпустим на волю. Оставшийся возле ульев наблюдатель сообщает нам, что помеченная пчела возвратилась домой через несколько минут после того, как мы вернули ей свободу.

Пытались объяснить это действием какой-то неведомой СИЛЫ, которая даже на дальнем расстоянии уверенно

<sup>1</sup> Sekera, неопубликованные данные.

но направляет пчелу к родному улью. Однако молодая пчела, выполняющая работу кормилицы и никогда еще не покидавшая улья, не найдет своего жилища, даже если мы отнесем ее всего лишь на 50 метров от НЕГО и выпустим на свободу. Сначала ей нужно ознакомиться с местностью, а это происходит, когда она, достигнув 10-дневного возраста, делает свой первый вылет (см. стр. 56). Полет длится около шести минут и совершается исключительно ради ознакомления с положением улья и окружающей его местностью. Пчелы очень проворны. Им требуется всего две минуты, чтобы пролететь один километр. И они очень внимательны во время ориентировочного полета. Если пчел берут после одного-единственного полета и выпускают где-нибудь в той же местности, то многие из них возвращаются домой даже с расстояния нескольких сот метров.

За первым ориентировочным облетом следуют другие, все более дальние, и таким образом пчелы вскоре осваивают всю зону своего лета, которая может простираться на несколько километров во всех направлениях. Но даже старые пчелы-сборщицы, отнесенные в более далекие места за пределы этой зоны, не находят обратной дороги. Значит, пчела должна научиться распознавать положение своего улья, подобно тому как мы, выходя из гостиницы в чужом городе, стараемся хорошенько оглядеться, чтобы найти дорогу обратно.

Есть еще одно обстоятельство, которое хорошо согласуется с нашим собственным опытом: пчелы тоже могут сбиваться с дороги! Насколько часты такие случаи, когда еще плохо ориентирующиеся пчелы вообще не находят своего улья и гибнут на воле,— этого мы не знаем. Но хорошо известно, что в большом павильоне, все ульи которого похожи один на другой, они нередко залетают не в свой, а в чужой улей. Убедиться в этом очень просто. Откроем улей и пометим белыми точками сотню-другую находящихся там пчел. Спустя несколько дней мы увидим, что пчелы с белой меткой вылетают иногда и из соседних ульев и даже из ульев, расположенных совсем в другом конце павильона, и влетают в них обратно.

Пчеловедам это явление знакомо. Оно весьма неже-

лательно, так как пчелы-сторожа не всегда беспрепятственно пропускают в улей чужаков, которых они распознают по запаху. Нередко встреча у летка кончается дракой с применением жала, а это приводит к гибели части пчел или по меньшей мере к потере времени. Каждый пчеловод предпочел бы, чтобы оно было затрачено на сбор меда. Но особенно досадно, если возвратившаяся из брачного полета матка спутает свой улей с чужим. Для нее это верная смерть, а вся ее семья будет обречена на гибель, если только пчелам не удастся быстро вывести другую матку.

Вот почему многие пчеловоды издавна окрашивают передние стенки ульев в различные цвета, чтобы помочь пчелам не путать свое жилище с соседними ульями. Но это может не достичь цели, если человек выберет краски, подходящие для его собственных глаз, но плохо различаемые пчелами. Когда пчеловод помещал рядом желтый, зеленый и оранжевый ульи или красный ставил рядом с черным, то он, конечно, не мог добиться успеха, так как пчелам эти цвета представляются похожими или даже одинаковыми.

#### ЗНАЧЕНИЕ ЦВЕТА И ЗАПАХА КАК ПУТЕВЫХ УКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ПЧЕЛ, ВОЗВРАЩАЮЩИХСЯ ДОМОЙ

В какой мере при правильном выборе окраски пчелы используют этот опознавательный знак своего улья для ориентировки, можно установить с помощью несложных опытов.

Для этой цели подходит большой павильон, ульи которого совершенно одинаковы по внешнему виду. В какой-нибудь части этого павильона поставим рядом несколько пустых ульев. На переднюю стенку одного из них повесим большой синий щит из жести и такую же жестяную пластинку синего цвета положим на прилетную дощечку (рис. 70, а, улей 4). Соседний улей справа (5) снабдим таким же образом желтой передней стенкой, а соседний слева (3) оставим без изменения, то есть таким же белым, как и все остальные ульи в павильоне. Теперь поселим в синий улей семью пчел и выждем несколько дней. Синий, желтый и белый цвета пчелиные

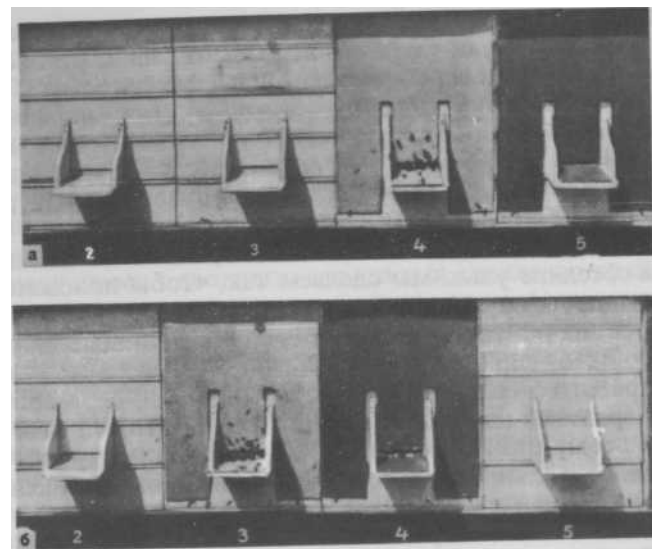


Рис. 70. Опыт, доказывающий, что пчелы используют для ориентировки окраску своего улья. а. Обычное расположение ульев, к которому привыкли пчелы. Улей 4 обитаем и закрыт синим щитом, улей 5 пуст и закрыт желтым щитом, ульи 2 и 3 не закрыты щитами (имеют белую окраску) и тоже пустые. Жестяные щиты с обратной стороны выкрашены: синий – в желтый цвет, а желтый – в синий цвет. б. Изменение окраски. Повернув щит на улье 4, его окраску превращают в желтую; щит с улья 5, тоже перевернув его и превратив в синий, перецветивают на улей 3. Все возвращающиеся домой пчелы летят в незаселенный улей 3, который стал теперь синим.

глаза различают хорошо. Если вылетающие пчелы действительно используют синий цвет для опознания своего жилища, то можно ожидать, что, переменяя местами жестяные щиты, мы заставим пчел залетать не в тот улей.

При этом, однако, необходима следующая предосторожность. На синий жестяной щит обитаемого улья и особенно на маленькую жестяную пластинку на прилетной дощечке в эти дни садилось множество пчел, покидавших улей и возвращавшихся в него. Жестяные листы приобрели запах пчел, который отчетливо может обнаружить и человек. Если бы мы перевесили синие



листы на соседний улей и пчелы после этого полетели бы в пустой синий улей, то было бы не ясно, руководствуются ли они синей окраской улья или запахом. Поэтому обратную сторону синих листов окрасили в желтый цвет, а обратную сторону желтых — в синий. Теперь для того, чтобы изменить окраску улья, не надо менять листы местами — достаточно повернуть их другой стороной.

Так как подлетающие пчелы обращают внимание и на соседние ульи, мы сделаем так, чтобы положение синего цвета по отношению к соседним цветам не изменилось: на обитаемом улье 4 повернем жестяные листы другой стороной и превратим его из синего в желтый, а с правого соседнего улья листы снимем и, перевернув их, перевесим на левый соседний улей, который благодаря этому станет синим. Таким образом, сохранится последовательность цветов, к которой привыкли пчелы: слева от синего улья будет стоять белый, а справа — желтый.

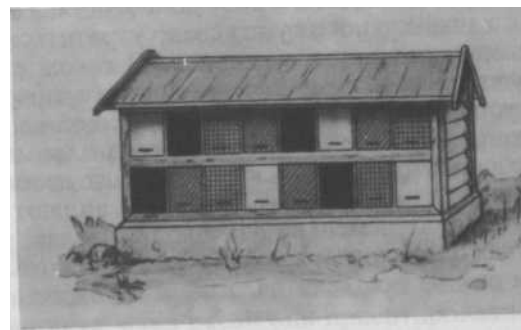
Результат оказывается поразительным: весь поток возвращающихся домой пчел, которые за короткое время, потребовавшееся для перемены жестяных листов, скопились перед павильоном, не колеблясь ни секунды, направляется в пустой улей. Пчел, несомненно, вводит в заблуждение его синяя окраска. Это длится несколько минут (рис. 70,б). Все улетающие пчелы выходят из желтого улья, а возвратившиеся летят в пустой синий улей. Из этого опыта ясно решающее значение окраски ульев для ориентировки пчел на пасеке.

То, что показал этот опыт, подтверждается и повседневной практикой. Если ульи на пасеке окрашены в цвета, хорошо различимые для пчелиных глаз, пчелы ошибаются гораздо реже. Достаточно снова пометить несколько сот пчел из одного улья цветными точками, чтобы убедиться, что в течение многих дней и даже недель они возвращаются только в свой улей.

Легче найти свой улей и матке при возвращении из брачного или из ориентировочных полетов. На большой образцовой пасеке верхнебаварского монастыря св.Оттилии с 1920 года добросовестно ведется книга регистрации всех маток. В 1920 и 1921 годах ульи еще не

были окрашены в разные цвета. За эти два года потерялось 16 молодых маток из 21. В последующие 5 лет после того, как все ульи были выкрашены с учетом особенностей цветового зрения пчел, из 42 молодых маток пропали всего лишь три.

Пчеловод должен учитывать, что пчелы хорошо различают *синий, желтый, черный и белый* цвета, поэтому ими и следует ограничиваться при окраске ульев. При этом нужно позаботиться о том, чтобы в одном ряду между двумя одноцветными ульями стояло по крайней мере два улья, окрашенных в другие цвета. Окраска ульев слева и справа от улья уже встречавшегося ранее цвета не должна повторять предыдущую цветовую комбинацию, так как цвета соседних ульев и их расположение по отношению к родному улью тоже служат ориентирами для пчел (рис. 71). Недостаточно окрашивать только прилетные дощечки, нужно красить всю переднюю стенку улья. Если учесть значение ультрафиолетовых лучей для цветового зрения пчел, то число хорошо различимых ими окрасок можно расширить с 4 до 6. *Свинцовые белила* отражают невидимые для нас ультрафиолетовые лучи и кажутся пчелам белыми, тогда как *цинковые белила* поглощают ультрафиолет точно так же, как белые цветы (стр. 86), поэтому они представ-



**Рис. 71.** Пример целесообразного расположения цветных ульев, облегчающего пчелам отыскание их жилища. Вместо черного цвета можно использовать ярко-красный, который пчелам кажется черным.

ляются пчелам голубовато-зелеными. *Кобальт синий 660* также отражает ультрафиолет и поэтому его можно считать «пчелиным фиолетовым», тогда как *голубая 821 RTLA* и для пчел остается чисто синей. Для окраски улья в желтый цвет можно рекомендовать *чистую желтую 51 PN*. Если используется красная краска, то она должна быть чистой красной, без желтоватого или синеватого оттенка. Красную краску можно использовать для окраски ульев вместо черной, но *не наряду* с черной, потому что для пчел черный и красный цвета выглядят одинаково. Тот, кто придерживается этих правил, облегчает пчелам возвращение в их жилища настолько, насколько это позволяют наши познания.

Цвет — не единственное средство ориентировки для пчел. Если ульи не окрашены, пчелы ориентируются по расстоянию от их жилища до ближайшего угла павильона или по другим зрительным приметам. Но прежде всего они руководствуются запахом собственного улья. Большое значение имеет также запах, распространяющийся от пахучего органа рабочей пчелы [о его значении для передачи информации о месте богатого источника взятка будет сказано позже (стр. 139)]. Пчелы удивительным образом пользуются этим органом у своего улья, если возникает особая необходимость отметить жилище, например в первые теплые дни ранней весны, когда представление о положении родного улья за период долгого зимнего покоя уже успело утратиться, или после поселения роя в новом жилище. В таком случае пчелы *сидят* в летке и на прилетной дощечке, повернув головы в сторону летка и подняв вверх брюшко. Они выпячивают пахучую железу и, вибрируя крыльями, направляют распространяющийся от нее запах навстречу прилетающим товаркам (рис. 72). «Пчелы виляют хвостиками» — говорят немецкие пчеловоды. Издаваемый при этом запах одинаков у различных семей, поэтому он как бы говорит «здесь есть пчелы», а не «здесь твоя семья».

Безусловно, в естественных условиях, когда пчелы селились в дуплах деревьев, **пчелиный** запах был пчелам нужнее, чем на наших пасеках, где их жилища противо-



Рис. 72. Пчелы, «виляющие хвостиками». Сидящие поблизости от летка пчелы отмечают это место с помощью запаха, выделяемого их пахучими железами. Вибрацией своих крыльев они создают воздушный поток, который гонит запах навстречу возвращающимся домой подругам. (Фото Э. Шумахера.)

естественно сосредоточены в одном месте, как квартиры в домах большого города. Таким образом, независимо от зрительных ориентиров пчелы могут убедиться хотя и по более слабому, но зато знакомому запаху своего улья, что находятся у ворот родного дома. Этот запах улья в зависимости от видов приносимого в него нектара, пыльцы и многих других, пока еще мало изученных компонентов, имеет свой особый характер, так же как для людей с тонким обонянием — запах каждого человеческого жилища.

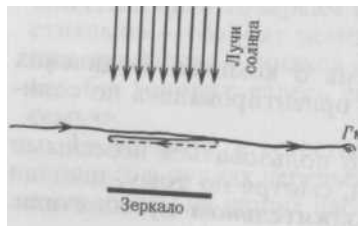
#### НЕБЕСНЫЙ КОМПАС

Викинги не имели понятия о компасе. В дальних странствиях через океан они ориентировались по солнцу, луне и звездам.

При ориентировке можно пользоваться небесными светилами двояким образом, смотря по тому, идет ли речь о коротком или продолжительном путешествии.

Предположим, что мы приехали погостить в уединенный сельский домик в незнакомой нам местности и хотим отыскать другой дом, который находится на расстоянии четверти часа ходьбы от нашего, но не виден из-за пересеченного, неровного ландшафта. Нам указывают направление. Чтобы не потерять его во время своего небольшого путешествия, мы должны сохранять одно и то же положение относительно солнца — тогда мы будем двигаться по прямой. Этот способ часто применяют животные. Впервые его наблюдали у некоторых муравьев. Если муравей отправляется из своего гнезда в разведку, он движется под определенным углом к солнцу и, следовательно, по прямой линии. Возвращаясь обратно, он идет так, чтобы солнце оказывалось как бы в зеркальном отображении. То, что муравьи действительно ориентируются на местности по положению небесных светил, можно доказать с помощью простого, но убедительного опыта. Если возвращающегося домой муравья отгородить от солнца ширмой и одновременно с другой стороны поставить зеркало, отражающее солнце, то он тотчас же начнет двигаться в противоположном направлении (рис. 73).

При более длинных путешествиях пользоваться таким способом ориентировки нельзя, так как солнце, луна и звезды меняют свое положение над горизонтом. Если бы викинги не знали, что солнце утром видно на востоке, в полдень — на юге, а вечером — на западе, то в открытом море они плавали бы по кругу. Поистине удивительно, что и пчелы могут пользоваться солнцем как надежным компасом, причем они обращают внимание на его положение на небосводе и вместе с тем учитывают время дня. Хотя у них нет часов, они обла-



**Рис. 73.** Опыт с зеркалом доказывает, что муравьи ориентируются по солнцу. Пунктирная линия — путь муравья, когда он видит отражение солнца в зеркале. Гн - гнездо. (По Санчи.)

дают чувством времени, к эффективности которого мы еще вернемся (стр. 167).

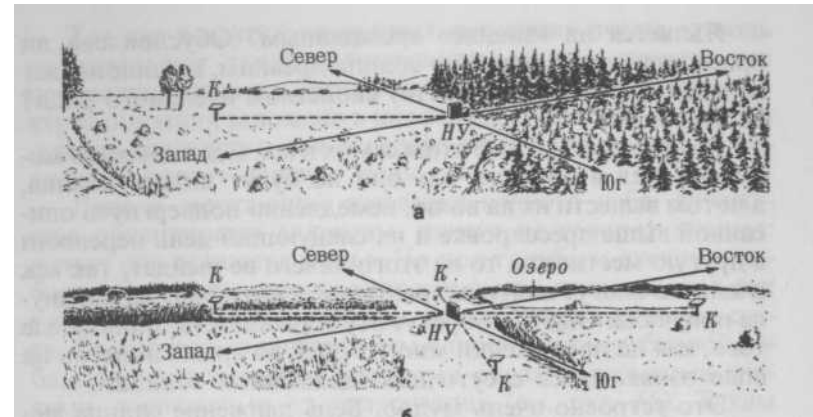
Следующий опыт убедительно показывает, что пчелы действительно ориентируются по солнцу. Установим кормушку в пункте, удаленном на 200 метров к западу от наблюдательного улья и будем там с утра до вечера кормить сахарным сиропом две-три дюжины помеченных краской пчел. Подставке, на которой стоит кормушка, придается слабый запах (например, лавандового масла). Спустя несколько дней ранним утром перенесем улей в местность с совсем другим ландшафтом, удаленную на много километров от первой. Установим в четырех пунктах, находящихся от улья в 200 метрах к западу, востоку, северу и югу, четыре одинаковые кормушки с сиропом, имеющие запах лаванды. Около каждой из них должен быть наблюдатель, который немедленно ловит каждую опустившуюся на кормушку пчелу.

В новой местности глаз не находит никаких примет, которые он смог бы использовать для привычного определения стран света (сравните рис. 74а и 74б). Улей тоже не может служить отправным пунктом для этого, так как он ориентирован теперь совсем по-другому: леток, обращенный ранее на восток, повернут теперь на юг. И несмотря на это, довольно скоро некоторые из наших меченых пчел появляются на кормушке, расположенной к западу от улья, а затем постепенно сюда слетаются и большинство из них; только немногие попадают на другие кормушки, расставленные в направлении трех других стран света. Итак, пчелы даже в новой для них местности оказались в состоянии ориентироваться по солнцу, когда они в поисках уже знакомой «закусочной» полетели в привычном направлении. Но при последних полетах пчел за взятком накануне вечером солнце находилось на западе, а во время завершающего опыта оно было на востоке. Значит, пчелы принимают в расчет время суток.

Для того чтобы такой опыт удался, нет необходимости целый день приучать пчел к месту кормления. В прекрасный солнечный день мы поставили на землю наблюдательный улей и только в полдень открыли леток. С 3 до 4 часов дня на кормушке, расположенной в 180



**Рис. 74а.** Местность, в которой сначала находился наблюдательный улей (НУ), опыте с его перестановкой. Вид на восток от кормового столика (К), расположенного к западу от улья. Улей стоит за деревьями и домами, большая липа в середине фотоснимка находится на полпути между ульем и кормушкой.



**Рис. 75.** Другой опыт с перемещением улья. *а.* Наблюдательный улей (НУ) перед перемещением; К — кормушка, расположенная в 180 метрах от улья. *б.* Наблюдательный улей после перемещения. Четыре кормовых столика расставлены во всех четырех направлениях.

метрах к северо-западу от улья, были помечены 42 пчелы, которые посещали кормушку до 8 часов вечера (рис. 75,а). Когда на следующее утро эта семья пчел пробудилась для новых полетов, она оказалась в 23 километрах от места своей прежней стоянки, в районе с совсем другим ландшафтом, на берегу озера Баггерзее. И все же пчелы, помеченные нами и получавшие накануне корм в *последополуденные* часы, теперь уже *до полудня* появились на кормушках, из них 15 — на западной и только по две — на северной и южной; на восточную кормушку не прилетело ни одной пчелы (рис. 75,б). Большинство пчел появилось рано утром, между 7 и 8 часами.

Итак, пчелам не нужно было предварительно узнавать, что при полете к западной кормушке они должны держаться такого направления, чтобы утром солнце было позади, а вечером — впереди. Они так хорошо «знают» положение солнца над горизонтом в каждый час дня, что могут утром, когда оно находится совсем в другом месте, лететь к кормушке по тому же направлению, которое они определили по небесному компасу накануне вечером.



**Рис. 74б.** Местность, в которую был перенесен улей в ходе опыта. Вид со стороны западного кормового столика (К) по направлению к улью после его перемещения. Он стоит посередине широкого луга, позади двух людей, которые на фотографии видны справа и выделяются на фоне темного леса.

Является ли «знание» врожденным? Обусловлена ли ориентация по положению солнца древним, миллионы лет передающимся по наследству свойством пчелиного рода? И нет, и да.

Можно спросить об этом самих пчел. Если держать молодых пчел в подвале, где они не будут видеть солнца, а потом вынести их на волю, немедленно подвергнуть описанной выше дрессировке и на следующий день перенести в другую местность, то из этого ничего не выйдет, так как пчелы не смогут найти направление, к которому их накануне приучали. Они приобретут эту способность лишь после того, как на протяжении многих дней во время полетов на воле ознакомятся с суточным движением солнца.

Это устроено очень мудро. Ведь движение солнца меняется в зависимости от времени года; оно неодинаково и на различных географических широтах. Крылатые существа могут относительно быстро расселяться по земному шару. Поэтому застывшая, наследственно закрепленная схема, пригодная только для *одного* места на Земле, оказалась бы для них невыгодной. Стоило бы перевезти производительниц меда из одной части земного шара в другую, как неизбежно возникла бы страшная путаница. Пчеловод тоже должен быть доволен тем, что каждой пчеле приходится в ранний период жизни знакомиться с суточным движением солнца в условиях данной местности.

Поразительно, что маленькие астрономы при этом обнаруживают исключительную одаренность и выдерживают следующий трудный экзамен. Пчелиную семью содержат до полудня в подвале и в течение многих дней пчелам дают возможность летать на воле только во вторую половину дня. Молодые пчелы могут наблюдать только послеполуденное движение солнца. Затем в незнакомой для них местности их, также после полудня, дрессируют летать в одном направлении, а на следующее утро еще раз переносят в местность с незнакомым ландшафтом. Пчелы летят в том направлении, в котором их дрессировали. Они оказались в состоянии только по послеполуденному перемещению солнца восстановить весь его дневной путь над горизонтом.

Так как в других жизненных ситуациях пчелы отнюдь не проявляют такой находчивости, можно думать, что predisположение к восприятию этого жизненно важного курса обучения заложено в них самой природой — и в этом смысле наследственная передача от предшествующих поколений играет важную роль.

Луна и сверкающие созвездия ночного неба, служившие ориентирами викингам, ничего не говорят пчелам: ночью они остаются в улье. Но под голубым дневным небом пчелы превосходят штурмана-человека, так как глаза их способны определять плоскость поляризации света. То, что представляется нам однородной голубишной небом, для них испещрено местными опознавательными знаками, зависящими от поляризации (см. рис. 66). Таким образом, летящие пчелы определяют положение солнца не одним-единственным участком сложного глаза, направленным прямо на него, но одновременно тысячами омматидиев, воспринимающих поляризационный «узор» дневного неба, который связан с положением солнца. Они оптически ориентируются по обширному участку неба, одновременно регистрируя с помощью множества приборов малейшее отклонение от нужного направления полета. При этом в мозгу пчелы вряд ли откладываются разобщенные восприятия отдельных омматидиев. Подобно тому как в нашем сознании восприятия, исходящие от сетчатки *обоих* глаз, сливаются в цельное стереоскопическое изображение, так, вероятно, и отдельные картины, воспринятые глазами пчелы, перерабатываются в ее мозгу в единое общее впечатление, о котором мы, конечно, не можем ничего сказать.

Если солнце скрыто за горой или уже зашло за горизонт, пчелы могут так же хорошо ориентироваться по поляризованному свету голубого неба, как и по солнцу. Когда небо покрыто облаками, им достаточно небольшого голубого просвета, чтобы определить направление по своему «компасу». Только при сплошной облачности они лишены возможности воспользоваться явлением поляризации, так как свет, прошедший через облака, не поляризован. Но и в этом случае они превосходят нас, так как при увеличивающейся облачности пчелы видят солнце гораздо дольше, чем мы. В этом им может позавидовать любой ка-

питан. Только тяжелые дождевые тучи препятствуют ориентировке пчел по небу, но в такую погоду пчелы, как правило, остаются дома.

#### ОТНОСИТЕЛЬНАЯ РОЛЬ НЕБЕСНЫХ И ЗЕМНЫХ ОРИЕНТИРОВ

Так как пчелы ориентируются не только по солнцу и зависящей от него поляризации небесного света, но и по земным указателям, то хотелось бы знать, какое из этих двух средств ориентировки имеет для них большее значение. Это можно выяснить, создав противоречие между земными и небесными ориентирами, что нетрудно сделать там, где есть подходящий ландшафт.

Пчелиную семью помещают, например, на опушке леса, рядом с большим лугом, и группу меченых пчел приучают летать от улья вдоль леса в южном направлении к кормушке с сиропом (рис. 76,а). На следующее утро семью перевозят в незнакомую ей отдаленную местность и ставят на очень похожей на прежнюю опушке леса, граница которого на этот раз идет с запада на восток (рис. 76,б и 77). Куда полетят теперь пчелы — в открытое поле, на юг, согласно указаниям небесного компаса, или же на запад вдоль опушки леса, пользуясь ею как направляющей линией, которая во время их полетов к кормушке накануне была у них все время с правой стороны? В опыте большинство пчел полетели вдоль опушки. На рис. 76,б представлено расположение столиков с кормушками и указано число меченых пчел, пойманных на различных кормушках.

Таким же результатом закончился второй опыт, в котором линия полета пчел от улья к кормушке проходила параллельно опушке леса на расстоянии 60 метров от нее. Но в третьем опыте лес находился в 210 метрах от улья; с этого расстояния деревья были видны под углом 3—4 градуса (рис. 78), и роль леса как ориентира оказалась незначительной. Он не выдержал конкуренции с небесным компасом, и после перестановки улья пчелы летели в открытое поле, на юг.

Таким образом, можно создать условия, в которых различные наземные ориентиры окажутся в конфликте с положением солнца; и в зависимости от того, какие из этих

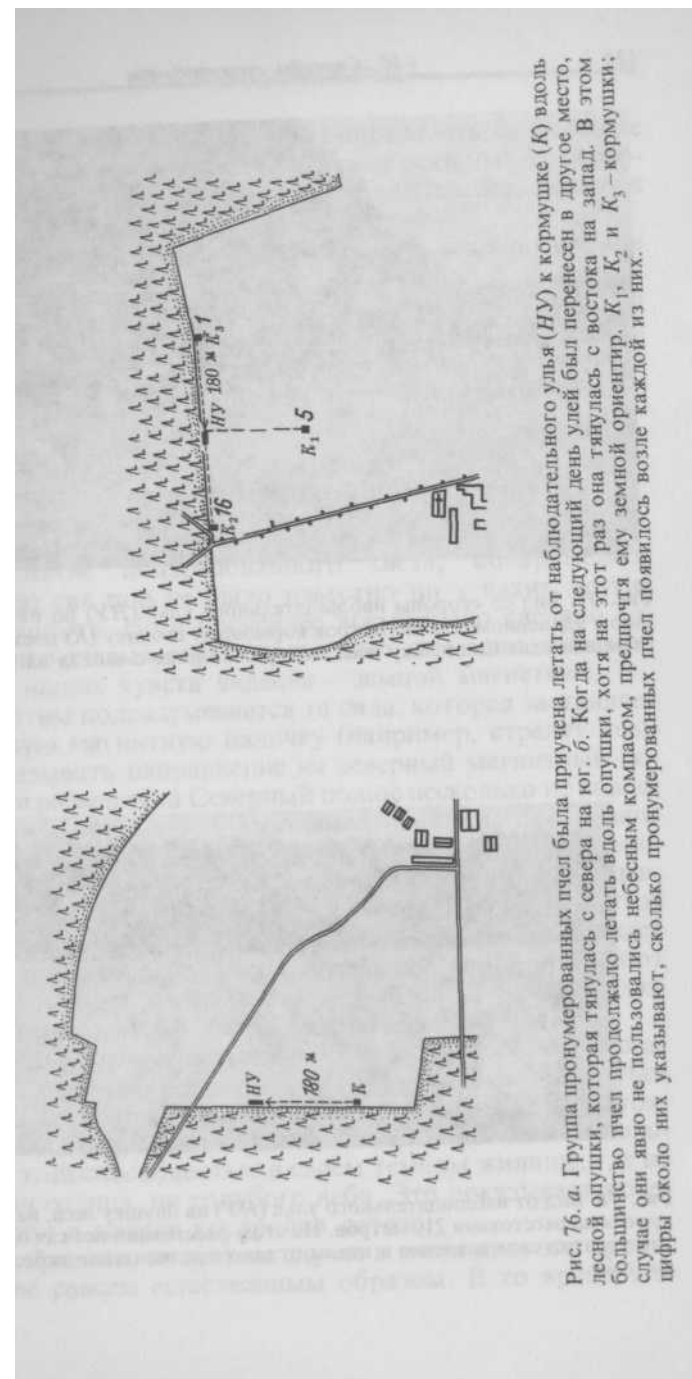


Рис. 76. а. Группа пронумерованных пчел была приучена летать от наблюдательного улья (НУ) к кормушке (К) вдоль лесной опушки, которая тянулась с севера на юг. б. Когда на следующий день улей был перенесен в другое место, большинство пчел продолжало летать вдоль опушки, хотя на этот раз она тянулась с востока на запад. В этом случае они явно не пользовались небесным компасом, предпочтя ему земной ориентир. К<sub>1</sub>, К<sub>2</sub> и К<sub>3</sub> — кормушки; цифры около них указывают, сколько пронумерованных пчел появилось возле каждой из них.



Рис. 77. Вид со стороны наблюдательного улья (НУ) по направлению к удаленному на 180 метров кормовому столику (К) после перестановки улья на опушку леса, которая тянется с запада на восток.



Рис. 78. Вид от наблюдательного улья (НУ) на опушку леса, находящегося на расстоянии 210 метров. На этом расстоянии лес как ориентир утратил свое значение и пчелы отдают предпочтение небесному компасу.

примет одержат победу, нетрудно определить их значение для пчел. Близкий лес, улица или берег реки имеют перво-степенное значение, тогда как отдельно стоящее дерево не может спорить с небесным ориентиром.

Разнообразные варианты подобных опытов позволили бы гораздо точнее определить значение для пчел наземных ориентиров. Трудность их проведения связана с тем, что они требуют больших затрат времени, так как нельзя искусственно создать нужную декорацию, а приходится отыскивать подходящие природные ландшафты.

### ОРИЕНТИРОВКА ПО МАГНИТНОМУ ПОЛЮ ЗЕМЛИ

Восприятие поляризованного света, обнаруженное у пчел, до сих пор не было известно ни у каких других живых существ. Но в последнее время было сделано открытие, что пчелы могут использовать еще одно недоступное для наших чувств явление — земной магнетизм.

Под этим подразумевается та сила, которая заставляет подвижную магнитную палочку (например, стрелку компаса) указывать направление на северный магнитный полюс. Географический Северный полюс несколько не совпадает с магнитным, и связанное с этим отклонение магнитной стрелки называется *магнитным склонением*. Кроме того, стрелка, свободно подвешенная в своем центре тяжести, имеет определенный угол наклона к центру Земли (*магнитное склонение*). Магнитное поле обладает определенной *интенсивностью*. Эти величины позволяют точно охарактеризовать действие магнитного поля в любом участке земного шара в данное время.

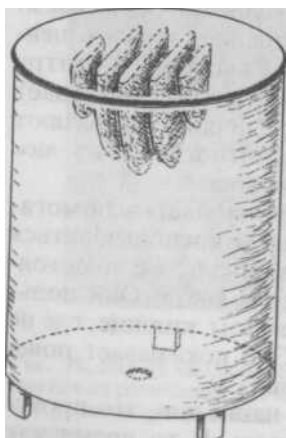
В виде земного магнетизма природа дает вспомогательный ориентир, которым мы можем воспользоваться лишь косвенно, при помощи компаса. Пчелы же в состоянии сами определять направление стран света. Они пользуются этой способностью в своем темном жилище, где не видят ни солнца, ни голубого неба. Это показывает поведение роя в начале постройки сотов.

Как правило, во всяком случае в наши дни, это происходит не совсем естественным образом. В то время как

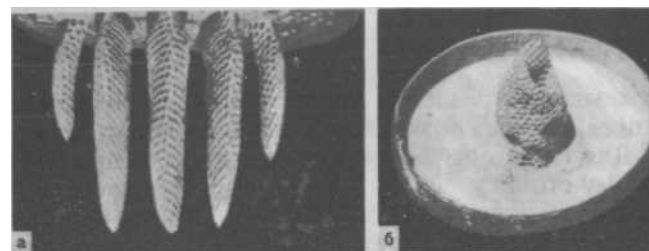
пчелиный рой еще висит на ветке (см. рис. 32) и разведчицы находятся в пути, отыскивая подходящее убежище (стр. 163), пчеловод сгребает рой и сажает его в улей. Теперь пчелам не остается ничего иного, как строить соты в подвешенных в улье деревянных рамках (см. рис. 5).

В прежние времена пчелы вселялись в естественные жилища — в расщелину скалы или в дупло дерева (это случается и теперь, когда рой улетает с пасеки нерадивого пчеловода). Здесь пчелы-строительницы тотчас принимаются за работу и в первый же день создают несколько вертикально висящих параллельных друг другу сотов. Их вертикальное положение понятно, так как каждая пчела имеет хорошо развитые органы равновесия (стр. 22 — 23) и воспринимает направление вниз. Но каким образом многие сотни пчел, работая одновременно в разных местах, «договариваются» об ориентировке их общего творения по странам света? Не находят ли они какой-то исходный пункт для этого во внутренней форме дупла?

Чтобы исключить такую возможность, пчелиный рой был посажен в картонный цилиндр. Леток находился в центре дна (рис. 79). Пчелы никаким образом не могли воспользоваться небесным ориентиром. И все же рой начал отстраивать точно сориентированные соты (рис. 80,а). К удивлению наблюдателей, рой придал сотам в предоста-



**Рис. 79.** Картонный цилиндр как жилище пчел. Леток находится в центре дна. Для расположения сотов нет никаких ориентиров. (По М. Г. Эмке.)



**Рис. 80.** а. Соты, отстроенные в картонном цилиндре. Они имеют то же направление, что и в материнской семье. б. Эти соты были построены в десятикратно усиленном магнитном поле с радиальными силовыми линиями. Вопреки обычаю пчелы отстраивали соты снизу вверх. (Фото М. Г. Эмке.)

вленном ему помещении такую же ориентацию, какая была в материнской семье. Для этого не потребовалось никаких дополнительных указаний. Следовательно, пчелы могут воспринимать направление стран света.

Затем рой пересадили в другой картонный цилиндр. Направление магнитного поля в месте расположения цилиндра было искусственно смещено на  $40^\circ$ . Пчелы начали строить свои новые соты также под углом  $40^\circ$  к направлению прежних сотов. Этим они ясно показали свою способность ориентироваться по магнитному полю. В десятикратно усиленном радиальном магнитном поле они, в соответствии с такой прямо-таки сумасшедшей ситуацией, начали строить цилиндрические соты (рис. 80,б).

Уже давно высказывались предположения, что перелетные птицы воспринимают магнитные силовые линии. Эти предположения долго подвергались сомнению, но в последние годы они были подкреплены экспериментами. Пока еще нет никаких указаний на то, что пчелы *и в полете* ориентируются по магнитному полю Земли. Однако в связи с вопросом совсем иного порядка, а именно при рассмотрении чувства времени у пчел, мы еще раз коснемся этой темы (стр. 173).

Относительно физиологических основ восприятия земного магнетизма сейчас имеются лишь умозрительные предположения.

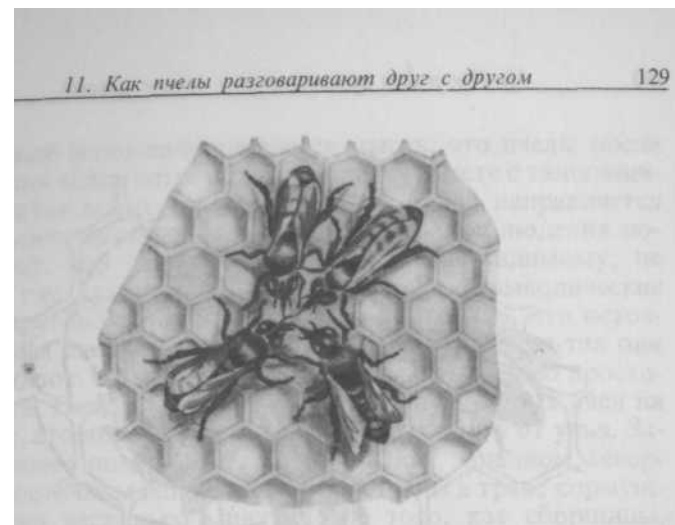


## 11. КАК ПЧЕЛЫ РАЗГОВАРИВАЮТ ДРУГ С ДРУГОМ

В предыдущих разделах много говорилось о «дрессировке» пчел, которая позволяет судить о работе их органов чувств. Для таких опытов нужно, чтобы пчелы прилетали к опытному столику. Чтобы привлечь к нему пчел, положим на него несколько листов бумаги, смазанных медом. В большинстве случаев проходит несколько часов, а иногда и дней, пока одна из снующих повсюду в поисках корма разведчиц обнаружит мед и вдоволь полакомится им. Теперь можно считать игру выигранной и начать подготовку к опытам с уверенностью, что вскоре не только вернется та же самая пчела, но у столика окажутся десятки и даже сотни других пчел. Проследив, откуда прилетают эти пчелы, мы увидим, что все они почти без исключения принадлежат к той же семье, что и первая разведчица. Создается впечатление, что пчела каким-то образом сообщила у себя дома, в улье, о богатой находке и привела к ней других пчел. Как она могла это сделать?

Чтобы выяснить это, нужно посмотреть, что делает возвратившаяся домой пчела и как ведут себя по отношению к ней другие пчелы. В обычном улье этого не увидишь, надо воспользоваться наблюдательным ульем (стр. 54).

Выставим рядом с ульем кормушку. Пометим первую прилетевшую к ней пчелу, чтобы потом ее можно было узнать среди других пчел в улье. Вот она входит в леток, бежит вверх по сотам и вскоре оказывается где-нибудь среди своих ульевых подруг. Она отпрыгивает из зобика собранный ею мед, появляющийся из ее рта в виде блестящей капли, которую тотчас всасывают две или три пчелы, протягивающие к ней хоботки (рис. 81). Они и берут на себя заботу о его дальнейшем использовании: если нужно, кормят им своих голодных сограждан или заполняют медом ячейки — одним словом, **занимаются внутренними делами**, в которые сама сборщица не вникает. А между тем на соте разыгрывается представление, достойное пера великих поэтов, прославлявших пчел. Но им оно еще не было известно, поэтому читателю придется удовольствоваться его прозаическим описанием.



**Рис. 81.** Возвратившаяся домой сборщица (на рисунке внизу слева) раздает нектар трем другим пчелам.

### КРУГОВОЙ ТАНЕЦ КАК СРЕДСТВО ВЗАИМОПОНИМАНИЯ

Освободившись от груза, сборщица начинает так называемый *круговой танец*. Она бежит быстрыми, семенящими шагами по тому месту сота, где только что находилась, и, стремительно поворачиваясь то вправо, то влево и постоянно меняя таким образом направление, описывает каждый раз один или два круга.

Этот танец происходит в самой гуще пчел и особенно интересен тем, что в него вовлекаются и окружающие пчелы. Те из них, которые находятся ближе других к танцовщице, семенят за ней и, вытянув усики, стараются коснуться ими ее брюшка. Они повторяют все повороты танцовщицы, так что она в своих стремительных движениях как бы тащит за собой целый хвост других пчел (рис. 82).

Это кружение может продолжаться несколько секунд, полминуты или целую минуту. Затем танцовщица внезапно перестает кружиться, освобождается от свиты, часто еще во втором и третьем месте отпрыгивает капельку меда — и снова начинает такой же танец. Закончив его, она спешит к летку и снова летит к кормушке, чтобы принести

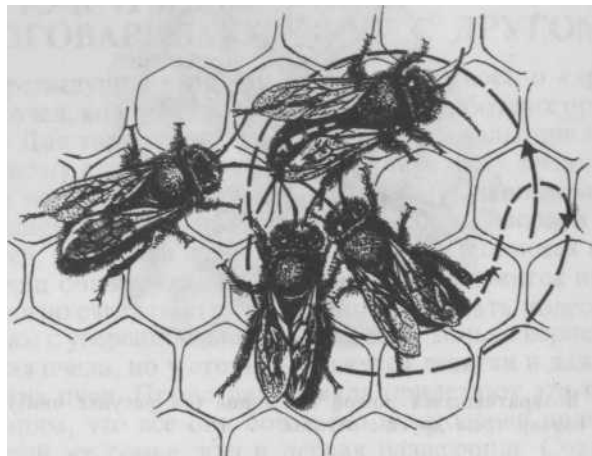


Рис. 82. Круговой танец сборщицы нектара на соте. За танцовщицей семенят три пчелы, которые принимают информацию.

новую ношу. При каждом возвращении домой представление на сотах повторяется.

В обычных условиях пчела танцует в темноте пчелиного улья. Следовательно, видеть танцовщицу ее товарищи по улью не могут. И если они замечают ее движения и повторяют за ней все повороты, то руководствуются при этом только осязательными и обонятельными восприятиями.

Что должен означать этот круговой танец? Очевидно, он сильно возбуждает ближайших к танцовщице пчел. Наблюдая за той или иной пчелой из свиты танцовщицы, можно увидеть, как она начинает готовиться к полету, слегка чистится, а затем пробирается к летку и покидает улей. Спустя некоторое время вслед за первой пчелой на кормушке появляются новые пчелы. Вернувшись домой нагруженными, они тоже танцуют, и чем больше танцовщиц, тем больше новичков прилетает к месту кормления. Без сомнения, танец в улье оповещает пчел о том, что обнаружен богатый взяток. Но как находят пчелы *то место*, куда нужно лететь за ним?

Прежде всего напрашивается мысль, что пчелы после окончания танца устремляются к летку вместе с танцовщицей и летят вслед за ней, когда она снова направляется к источнику корма. Однако тщательные наблюдения показывают, что это *не так*. Новички, по-видимому, не знают, где находится цель их поисков. Символические жесты кругового танца указывают им только, что источник корма следует искать вокруг улья, и именно так они и поступают. В этом можно убедиться с помощью простого опыта. Покормим небольшую группу меченых пчел на столике, стоящем примерно в 10 метрах к югу от улья. Затем немного подальше от улья в южном, западном, северном и восточном направлениях расставим в траве кормушки. Через несколько минут после того, как сборщицы, возвратившиеся с южной кормушки, начали танцевать, новички из нашего улья появляются на *всех* кормушках.

Если спрятать корм от собирающих его пчел, они будут вести себя точно так же, как если бы из-за неблагоприятной погоды прервался естественный взяток и обычные цветы перестали выделять нектар: пчелы остаются дома, танцы прекращаются. Теперь расставленные вокруг улья кормушки с медом могут часами и даже днями стоять в траве, не обнаруженные ни одной пчелой.

Это может показаться странным, так как небольшое число пчел, помеченных на кормушке.— это ведь далеко не единственные сборщицы семьи. В то время как они летали к чашечке с сахарным сиропом, сотни их подруг посещали различные цветы, собирая с них пыльцу и нектар. Когда мы прекращаем кормление пчел на искусственной кормушке, остальные пчелы продолжают сбор нектара. Почему же, вернувшись с цветочного взятка, они при помощи танца не посылают своих подруг на его поиски во всех направлениях, а также и к кормушке? На это можно дать такой **ответ**: конечно, они посылали других пчел, если находили богатый источник взятка, но не к чашечке с сахарным сиропом, а к тем цветкам, которые они сами успешно использовали!

### БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЦВЕТОЧНОГО ЗАПАХА В НОВОМ АСПЕКТЕ

Не часовые стекла, а цветы — естественные сосуды с кормом для пчел. Мы будем действовать сообразно с природой, если на выбранном месте кормления вместо наполненного сиропом часового стекла выставим небольшой букет цветов, например альпийских фиалок. Для того чтобы иметь возможность использовать любые цветы и не зависеть от количества выделяемого ими в данный момент нектара, нанесем на каждый цветок по капле сиропа, который будем добавлять по мере выбора его пчелами. Чтобы пчелы находили пищу в цветках и не могли собираться со стола случайно упавшие на него капли сиропа, поставим вазу с цветами в большое блюдо, наполненное водой (рис. 83). Помеченные пчелы, нашедшие богатый взятки в альпийских фиалках, танцуют на сотах.

Поставим где-нибудь в стороне в траву чашку с альпийскими фиалками, не обрызганными сахарным сиропом, а рядом — чашку с другими цветами, например с флоксами (рис. 84). Сигнал танцовщиц действует безотказно, и вскоре повсюду появляются пчелы, мечущиеся в поисках по всему лугу. Они подлетают также и к чашкам с цветами, опускаются на альпийские фиалки и упорно копошатся в них, как будто не сомневаясь в том, что здесь-то они и найдут что-нибудь подходящее. А мимо чашки с флоксами они пролетают, не проявляя к ним никакого интереса.

Теперь удалим с места кормления альпийские фиалки



Рис. 83. Альпийские фиалки, использованные в качестве кормушки для группы меченых пчел.

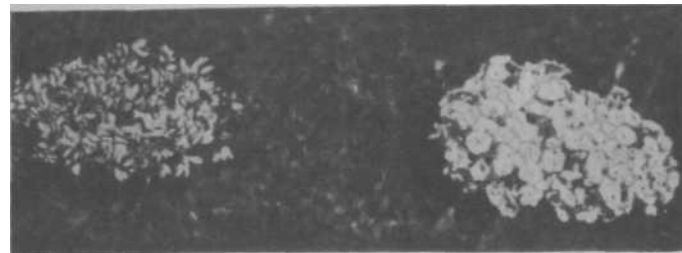


Рис. 84. Чашка с альпийскими фиалками и чашка с флоксами на лугу неподалеку от кормушки, изображенной на рис. 83. Прилетевшие новички интересуются только альпийскими фиалками.

и заменим их флоксами, которые тоже обильно обрызгаем сахарным сиропом. Сборщицами оказываются те же самые пчелы, что и прежде, но они берут взятку уже не с альпийских фиалок, а с цветков флокса (рис. 85). На лугу все остается по-прежнему. Но уже через несколько минут картина меняется. Интерес к альпийским фиалкам ослабевает, и вновь прибывающие пчелы летят только на флоксы; более того, везде в соседних садах, где только есть флоксы, мы видим пчел, усердно посещающих их цветки, — любопытное зрелище для каждого, кто знает, что глубокие трубочки венчика у этого растения доступны лишь длинному хоботку бабочек и что пчелы совершенно не в состоянии достать спрятанный в их глубине нектар: именно поэтому их редко видишь на флоксах<sup>1</sup>. Совершенно ясно, что разыскивающим взятку пчелам танцовщицы сообщили, что нужно искать и какие именно виды цветков дают богатый взятку! Успех этого опыта не зависит от того, используем ли мы в качестве источника корма цветки альпийской фиалки или флокса, горечавки или вики, чертополоха или лютика, бобов или иммортелей.

Целесообразность такого поведения пчел становится очевидной, как только мы представим себе естественные условия. Если пчелы-разведчицы находят какие-нибудь

<sup>1</sup> Пчелы часто добывают нектар из цветков флокса, прокусывая их трубочки, подобно тому как поступают шмели короткохоботных видов, забирая нектар из глубоких цветков красного клевера. — Прим. ред.



Рис. 85. Кормление меченых пчел на цветках флокса.

вновь зацветшие растения, они сообщают о своей находке, танцуя в улье. Мобилизованные ими пчелы устремляются именно к *таким* цветкам, которые обильным выделением нектара вызвали танец, и не тратят время на бесполезные поиски цветков без нектара. Объяснимо ли все это? Ведь невозможно допустить, чтобы в языке пчел имелись названия всех видов цветков.

И все же это так. «Язык цветов» раскрывается здесь необычайно просто, целесообразно и восхитительно. В то время, когда сборщица высасывает сладкий сок из цветка, ее тело пропитывается его ароматом. Возвратившись домой, она все еще благоухает ароматом этих цветков, когда кружится в танце. Пчелы, бегущие за ней и так оживленно обследующие ее усиками (органами обоняния), во время танца воспринимают этот запах, запоминают его и руководствуются им, когда разыскивают взятку в окружающей местности.

Это станет еще более очевидным, если вместо цветков использовать эфирные масла или искусственные ароматические вещества. Накормим меченых пчел сиропом из чайного стекла, лежащего на бумаге с запахом мяты. Возбужденные танцами, вылетевшие из улья новички вьются вокруг всех попадающихся им на глаза предметов, получивших этот запах после нанесения на них капельки мятного масла. На другие запахи они не обращают внимания. Но стоит только переменить ароматическое вещество в месте кормления, как изменится и цель пчелиных поисков.

В первоначальном варианте опыта пчел кормили на чайной чашечке без какого бы то ни было запаха. В этом случае сви-

та танцовщица не может обнаружить какого-либо исходящего от нее специфического аромата. И пчелы вылетают из улья, зная, что все душистые цветы, встречающиеся на пути, не заслуживают внимания и не стоит терять время на их посещение.

Прежде ботаники видели в запахе цветов только средство для привлечения насекомых, разыскивающих пищу. Но для пчел запах, кроме того, служит опознавательным знаком, позволяющим им с уверенностью отличать цветки, на которых они уже побывали, от других, имеющих сходную окраску. Эта способность пчел — необходимая предпосылка их «цветочного постоянства» (стр. 62). Однако значение запаха состоит не только в этом. Подобно точным выражениям словесного языка, принесенный домой специфический запах просто и ясно сообщает пчелам в улье цель их поисковых полетов, к которым их побуждает танец.

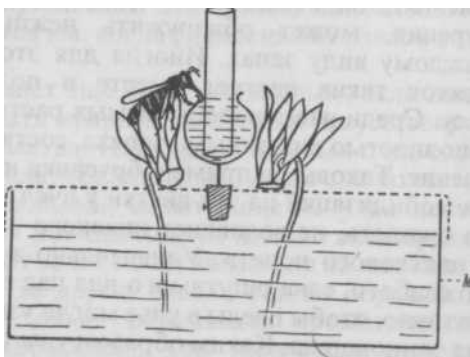
#### КАК ПЧЕЛЫ ПРИНОСЯТ ДОМОЙ ЗАПАХ ЦВЕТОВ

На первый взгляд может показаться, что многие цветки не имеют запаха. Еще издали бросается в глаза яркая окраска желтого лютика, голубого ластовника, красных бобов, но букеты из этих цветов не наполняют комнату ароматом. И все же тот, чье обоняние не притупилось от чрезмерного курения, может обнаружить нежный, свойственный каждому виду запах. Иногда для этого нужно собрать десяток таких цветков вместе и поднести их к самому носу. Среди насекомоопыляемых растений виды с цветками, полностью лишенными запаха, составляют редкое исключение. Таковы, например, брусника и дикий виноград. При мобилизации на эти цветки у пчел в улье, как и следовало ожидать, не возникнет никакого представления о цели поискового полета. Удивительно только, что даже самого слабого, едва ощутимого для нас цветочного запаха достаточно, чтобы пчелы в улье могли узнать, откуда прилетела танцовщица. Каким образом удается танцовщице доносить до дома тонкий запах цветков, на которых она побывала?

Отчасти это можно объяснить тем, что ароматические

вещества очень стойко удерживаются на теле пчелы. Ее внешний покров, по-видимому, приспособлен природой к тому, чтобы впитывать ароматы цветов. Но к этому нужно добавить, что выделяющийся у основания цветка нектар (см. рис. 13) хранится в его душистом венчике и в результате приобретает специфический запах цветка. Взвзвешивая его сборщица несет домой в своем медовом зобике вместе с нектаром и пробу аромата, с которым она знакомит других пчел, скармливая им принесенную каплю. Среди этих пчел есть и такие, которые при танце следуют за ней и, получив из ее рта душистый пароль, вылетают на поиски.

Было бы очень интересно узнать, какой запах действительнее — тот, которым «надушена» пчела, или принесенный в медовом зобике? Это можно узнать, если поставить оба запаха в условия конкуренции. Нанесем на цветки флокса капли сахарного сиропа и оставим их примерно на час, чтобы они пропитались запахом цветка. Затем дадим возможность нескольким пчелам, находящимся на цветках цикламена, через узкую щель брать из стеклянного сосудика сахарный сироп с запахом флокса (рис. 86). Во время танцев в улье от их внешнего покрова будет исходить запах цикламена, а от раздаваемого ими сиропа — запах флокса.



**Рис. 86.** Через узкую щель пчела набирает в медовый зобик сироп с запахом флокса, в то время как ее тело пропитывается запахом цикламена. *М* — миска с водой, закрытая сеткой.

Чтобы увидеть результат, понаблюдаем за чашечками с цветками флокса и цикламена, поставленными в траве поблизости от кормушки (см. рис. 84). Новички посещают обе чашки. Но запах, принесенный в зобике, берет верх в тех случаях, когда источник корма находится на значительном расстоянии от улья: при дальних полетах тело пчелы проветривается сильнее и сохраняемый внешним покровом запах заметно теряет свою интенсивность. Вот почему мобилизованные новички руководствуются в своих поисках почти исключительно цветочным запахом нектара, доставленного в медовом зобике.

Теперь мы знаем, какое биологическое значение имеет нектар с цветочным запахом, приносимый пчелами в улей в медовых зобиках, как в хорошо закупоренных флакончиках.

#### РЕГУЛИРОВАНИЕ СПРОСА И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Биологический смысл пчелиных танцев полностью раскрывается только в условиях обильного взятка. При слабом взятке большая мобилизация пчел не выгодна для семьи, и танцев не происходит.

Если срезать несколько цветущих веток, например акации, поставить их в сосуд с водой и защитить от насекомых, то за несколько часов в цветках скопится много нектара. Предложим такой букет группе пчел, которые для этого летали за сахарным сиропом на кормушку. Как только пчелы-сборщицы начнут использовать богатый естественный источник взятка, они быстро получат подкрепление в результате мобилизующих танцев.

Но вскоре пчел оказывается так много, что они собирают и уносят нектар быстрее, чем он снова накапливается в цветочных чашечках. Из-за избытка пчел взятки становятся более скудными. И, хотя сбор продолжается с прежним упорством, танцы прекращаются и группа пчел-сборщиц не получает нового пополнения из родного улья.

Наряду с количеством выделяемого нектара важное значение для продуктивности взятка имеет также степень его сладости. Густой нектар некоторых цветков представляет собой насыщенный раствор сахара. Его, конечно, стоит набирать как можно больше — сколько может войти

в зобик — и мобилизовать на эту работу все силы семьи.

В цветках других растений в это же время образуется жидкий, менее сахаристый нектар. При равной загрузке зобиков пчелы доставляют домой гораздо меньше сахара. Мобилизовать сборщиц для использования этой находки так же энергично, как и в первом случае, было бы нецелесообразно, и этого действительно не происходит. Для того чтобы танцы пчел были оживленными и продолжительными, сахарный раствор должен не только выделяться в изобилии, но и быть очень сладким. Чем он менее сладок, тем более вялыми будут танцы, тем меньше будет их мобилизующая сила. Если содержание сахара в нектаре снизится до определенного уровня, танцы прекратятся даже в том случае, если нектара выделяется много.

Таким несложным способом регулируется мобилизация пчел-сборщиц в соответствии с продуктивностью источника взятка.

При одновременном цветении многих видов растений больше всего посещаются те из них, у которых цветки производят нектар в большем количестве и более сладкий. Пчелы, разыскавшие такие цветки, танцуют оживленнее, чем те, которые в это же время нашли менее богатые источники взятка.

Специфический запах, принесенный домой пчелами-танцовщицами, определяет, в каком направлении мобилизуются силы семьи. С предельной ясностью, например, дается понять, что сегодня, судя по запаху, больше всего нектара можно будет добыть в цветках сливы. Таким образом, в медовые кладовые пчел вливается нектарный поток в основном из источников, больше всего заслуживающих внимания в данное время. При этом цветки, выделяющие наибольшее количество более сладкого нектара, лучше других посещаются пчелами и тем самым обеспечивают себе лучшее опыление и наиболее полное завязывание семян.

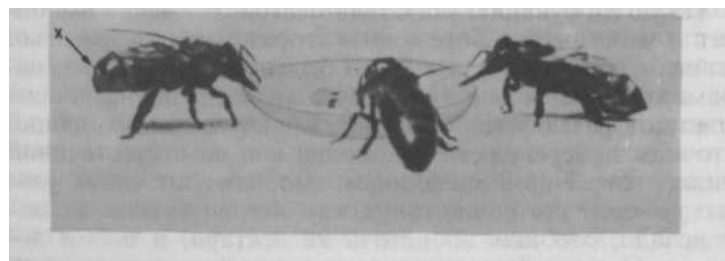
#### «ФЛАКОНЧИКИ С ДУХАМИ» НА ТЕЛЕ ПЧЕЛЫ

Каждая рабочая пчела имеет при себе готовый к употреблению «флакончик с духами» — собственно говоря,

даже маленькую парфюмерную фабрику. Она находится недалеко от кончика брюшка, в кожной складке, которая обычно загнута внутрь и поэтому не видна, но может произвольно выпячиваться в виде влажно поблескивающего валика (рис. 87). Тогда в воздухе распространяется пахучее вещество, выделяемое крошечными железами, расположенными в этом кожном кармане. Его аромат, напоминающий запах мелиссы, ощутим и для нас; пчелам он кажется более интенсивным, воспринимается ими за несколько метров и привлекает их к себе.

Мы уже говорили о том, как при «вилянии хвостиком» с помощью этого запаха одни пчелы указывают другим путь к летку (стр. 114). Сборщицы используют пахучий орган также и при посещении цветков, если взятка достаточно хорош и к нему желательно привлечь дополнительные силы. Выделяя привлекающий запах, пчелы помогают отыскивать цель своим товаркам, которых они мобилизовали танцами и заставили вылететь из улья.

В этом можно убедиться с помощью впечатляющего опыта. Поставим вблизи наблюдательного улья два стеклышка с сахарным сиропом и на каждом из них позволим собраться по десятку пчел. Они прилетают из одного и того же улья, но каждая группа «знает» только *свое* стекло. Предложим теперь на одном стекле «хороший взяток» (сахарный сироп в изобилии), а на другой — «скудный взяток» (промокательная бумага, смоченная сахарным сиропом таким образом, чтобы его можно было собрать лишь



**Рис. 87.** Три пчелы у кормушки: пчела слева выпятила пахучую железу, которая в виде узкого блестящего валика заметна недалеко от кончика брюшка (указана крестиком). У пчелы справа пахучая железа закрыта.

с трудом). Сборщицы, использующие богатый взяток, танцуют, другие — нет. К первой группе за одно и то же время присоединяется в десять раз больше новичков, чем ко второй. Это очень целесообразно, но как это получается? Пчелы, находящиеся на соте, не могут знать, откуда прилетели танцовщицы, потому что ни одной из двух кормушек не было придано цветочного запаха; пчелы обыскивают местность, не имея определенной цели. Но если они приблизятся к богатому источнику корма, то их привлечет к нему запах ранее прилетевших сюда сборщиц; в то же время они будут часто пролетать мимо кормушки, скудно снабженной сиропом, не замечая ее, так как привлекающего запаха здесь нет.

Что это действительно так, показывает контрольный опыт: можно как бы закупорить пчелиный флакончик с духами, заклеив кожный мешочек, в котором он находится, тонким слоем шеллачной пленки. Теперь пчелы уже не смогут раскрыть пахучую складку. Это не мешает пчелам-сборщицам в их работе; при богатом взятке они танцуют так же оживленно, как и прежде. Выставим на этот раз два стеклышка, наполненных сахарным сиропом. Обе группы пчел оживленно танцуют. Но группа тех пчел, которые не могут издавать привлекающий запах, получает пополнение вдесятеро меньшее, чем вторая группа.

Ту же роль, что и на кормушках, пахучий орган играет и при посещении пчелами цветков. Здесь он тоже действует только в том случае, если *обильно* выделяется *достаточно сладкий* нектар.

Такую же функцию указателя местонахождения выполняет этот орган при сборе *воды*, которая бывает временами крайне необходима в довольно большом количестве, например для охлаждения улья. И в этом случае на поиски вылетают разведчицы, которые, обнаружив подходящий источник на берегу реки, у колодца или на искусственной поилке, устроенной пчеловодом, мобилизуют своих ульевых подруг с помощью танца, как они, возможно, недавно делали, сообщая об источнике нектара, и всеми доступными им средствами направляют новичков к цели.

Насколько точно пчелы могут сообщать координаты полезной для них находки, будет показано дальше.

#### ВИЛЯЮЩИЙ ТАНЕЦ СООБЩАЕТ РАССТОЯНИЕ ДО ИСТОЧНИКА КОРМА

В течение многих лет опыты с кормушкой мы проводили только в непосредственной близости от улья. В районе улья новички быстро ориентировались и были многочисленны. Если контрольные часовые стекла выставлялись на большем расстоянии, в то время как кормушка оставалась вблизи улья, то новички прилетали на них тем позже и в тем меньшем числе, чем больше было расстояние. Это не казалось странным. Совершенно ясно, что мобилизованные пчелы прежде всего ищут корм поблизости от улья и только тогда, когда они ничего здесь не находят, радиус их полетов все больше увеличивается.

Но однажды, когда кормушка была установлена на расстоянии многих сот метров от улья, рядом с ульем ее искали только немногие новички, тогда как район далеко отставленной кормушки посещался значительной группой пчел. У нас возникло подозрение, что танец указывает также, далеко ли следует лететь.

Если организовать опыт так, чтобы пронумерованные пчелы из наблюдательного улья собирали корм вблизи него и одновременно другие меченые пчелы из той же семьи — на удаленной кормушке, то на сотах мы увидим поразительную картину: все пчелы, посещающие ближние кормушки, танцуют *круговой танец* (см. рис. 82) а пчелы, прилетающие с дальних кормушек, танцуют *виляющий танец*. При этом танце пчела пробегает некоторое расстояние по прямой, затем возвращается, делая полукруг, к исходной точке, потом снова бежит по прямой и описывает полукруг в другую сторону. Такой танец может продолжаться несколько минут на одном и том же участке (рис. 88).

Виляющий танец заметно отличается от кругового быстрыми боковыми движениями брюшка во время прямолинейного пробега (виляющий пробег). Одновременно танцовщица производит шорох, который можно услышать, если вставить один конец пластмассового стетоскопа в ухо, а другой поднести к танцующей пчеле. Эти звуки можно зарегистрировать при помощи микрофона. Колебания будут воспроизводиться как повторяющиеся, очень короткие «вспышки» вибраций (рис. 89). Каждая отдель-

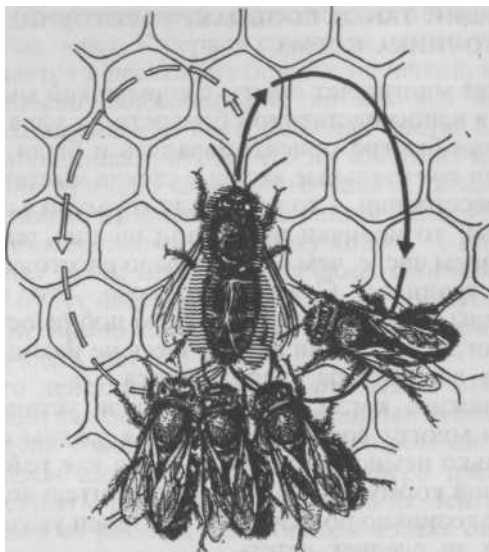


Рис. 88. Вильяющий танец.

ная вспышка длится ничтожную долю секунды ( $15/1000$  секунды), такая же короткая пауза отделяет ее от следующей. Частота вибраций составляет около 250 герц, что соответствует частоте колебаний крыльев. Значит, эти свистящие шорохи производятся летательной мускулатурой, хотя и не сопровождаются настоящими ударами крыльев. Примерно в течение секунды следуют одна за другой 30 та-

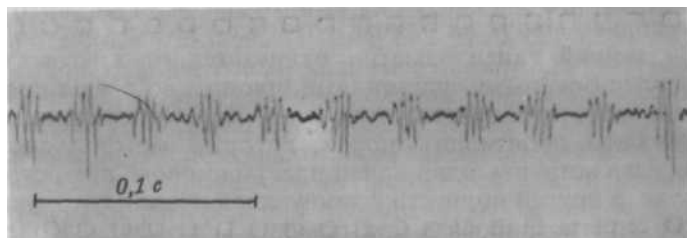


Рис. 89. Вибрации во время вильяющего пробега, записанные акустическим методом. (По Г. Эшу.)

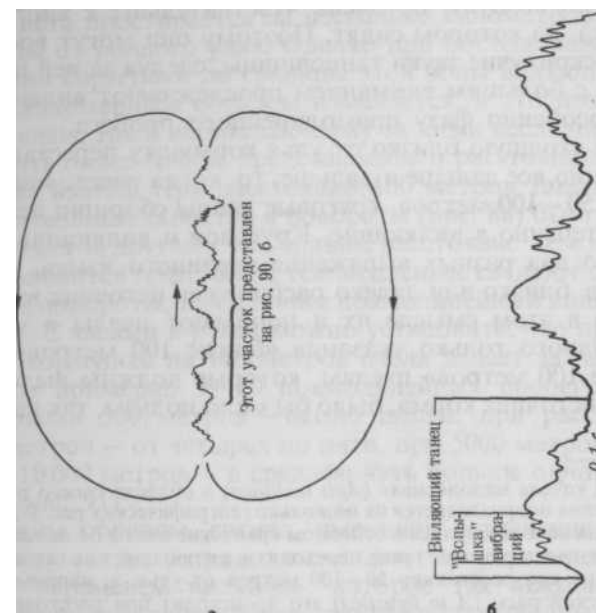


Рис. 90. Электромагнитная запись вильяющих движений с наложенными на них вибрациями. Движения, представленные слева (а), воспроизведены справа (б) в увеличенном виде. (По Г. Эшу.)

ких вибрационных вспышек. Эта частота воспринимается нашим слухом как скрипучий шум.

Приклеив к спинной стороне брюшка танцовщицы миниатюрный магнитик, можно записать эти колебания на магнитную ленту; вместе с ними записываются и вильяющие движения брюшка (рис. 90). На рисунке видно, что короткие вспышки вибраций независимы от вильяющих движений и накладываются на них: они не связаны с определенной фазой вильяющего движения. Однако общая продолжительность звучания точно соответствует продолжительности прямого пробега, так что этот пробег акцентируется не только вильяющим движением, но и издаваемым одновременно звуком. Мы уже упоминали (стр. 52), что пчелы хотя и не «слышат» колебания, переда-



ваемые по воздуху, но очень чувствительны к вибрации предмета, на котором сидят. Поэтому они могут воспринимать скрипучие звуки танцовщицы, следуя за ней по соуту. Они с большим вниманием прослеживают виляющий танец, особенно фазу прямолинейного пробега.

Если стоящую близко от улья кормушку переставлять постепенно все дальше и дальше, то, когда расстояние достигает 50—100 метров, круговые танцы сборщиц переходят постепенно в виляющие. Круговой и виляющий танцы — это два разных выражения пчелиного языка, сообщающие, близко или далеко расположен источник взятка. Именно в этом смысле их и понимают пчелы в улье<sup>1</sup>.

От одного только указания «ближе 100 метров» или «дальше 100 метров» пчелам, которые должны вылететь и найти источник корма, было бы мало пользы, так как зо-

<sup>1</sup> Вид «пчела медоносная» (*Apis mellifica*) в области своей распространения подразделяется на несколько географических рас. В наших опытах использовались в основном краинские пчелы (*A. m. carnica*). У «тих пчел круговой танец переходит в виляющий, как сказано выше, лишь при расстоянии 50—100 метров от улья, а, например, у итальянской расы (*A. m. ligustica*) это происходит при расстоянии 10—20 метров. В этом, как и в других отношениях, существуют породные варианты, так сказать, диалекты пчел иного языка. Если создать смешанную семью из краинских и итальянских пчел, то у мобилизованных на взятки новичков возникнут недоразумения по поводу сообщаемого им расстояния. Однако мы не можем здесь вдаваться в такие тонкости и поэтому ограничимся рассказом о наиболее подробно изученных краинских пчелах.

Разные расы пчел отличаются друг от друга и в друг их отношениях: по окраске, по особенностям экстерьера, по усердию в сборе корма, по возбудимости, злобности и друг им признакам. Африканская раса *A. m. adansonii* из-за своей выдающейся способности к сбору корма была ввезена в Южную Америку, но так как она отличается большой агрессивностью, ее скрестили с миролюбивой местной породой и получили помеси. К сожалению, в 1957 году 26 чистопородных семей африканских пчел, завезенных в Южную Америку, улетели с пасеки и стали жить в диком состоянии. Отличаясь большой ройливостью, они очень скоро размножились и распространились почти по всей Южной Америке. Они снискали всеобщую неприязнь, так как эти разбойницы грабят пчелиные семьи на пасеках, убивают их маток и занимают ульи, что ввиду их злобности крайне нежелательно для пчеловодов. В заголовках газетных статей их заклеивали как «пчел-убийц». Это несколько преувеличено, но все же в США внимательно следят за приближением тропических пришельцев и надеются, что из-за климатических условий они не пересекут границу.

на их лёта простирается на несколько километров во все стороны от родного улья. Однако при постепенном перемещении кормушки до границы этой зоны виляющий танец закономерным образом изменяется, и это позволяет как пчелам, так и наблюдающему за ними исследователю получить более точное представление о расстоянии до источника взятка. При расстоянии 100 метров танец носит стремительный характер и повороты (рис. 88) быстро следуют один за другим. Чем больше расстояние, тем умереннее становится темп танца, тем медленнее следуют один за другим повороты, тем длиннее прямолинейный виляющий пробег. С часами в руках можно установить, что при удалении кормушки на 100 метров пчела делает за четверть минуты примерно 9—10 прямолинейных пробегов, при расстоянии 500 метров — около шести, при расстоянии 1000 метров — от четырех до пяти, при 5000 метров — два и при 10000 метров — в среднем чуть больше одного пробега (рис. 91)<sup>1</sup>.

Таким образом, сигнал, имеющий отношение к расстоянию, связан с продолжительностью виляющего пробега — «временем виляния», которое так выразительно подчеркивается движениями брюшка и производимым звуком. Пчелы должны обладать тонким чувством времени, благодаря которому танцовщица, двигаясь в соответствующем ритме, способна информировать своих подруг так, чтобы те могли правильно понять и оценить эту информацию.

Действительно ли они способны к этому? Насколько точно придерживаются новички, вылетающие из улья, расстояния, указанного виляющим танцем? Чтобы узнать это, на определенном расстоянии от улья покормим нескольких пронумерованных пчел сахарным сиропом, установив кормушку на подставке, имеющей слабый запах апельсинового масла. Разложим такие же душистые приманки, но только без корма на разных расстояниях от улья. Пчелы-сборщицы танцуют на сотах и посылают своих подруг на поиски «закусочной» с запахом апельсино-

<sup>1</sup> На столь удаленные участки пчелы летят только в том случае, если что-то их там очень сильно привлекает и если ближе к улью они не могут найти ничего подходящего.

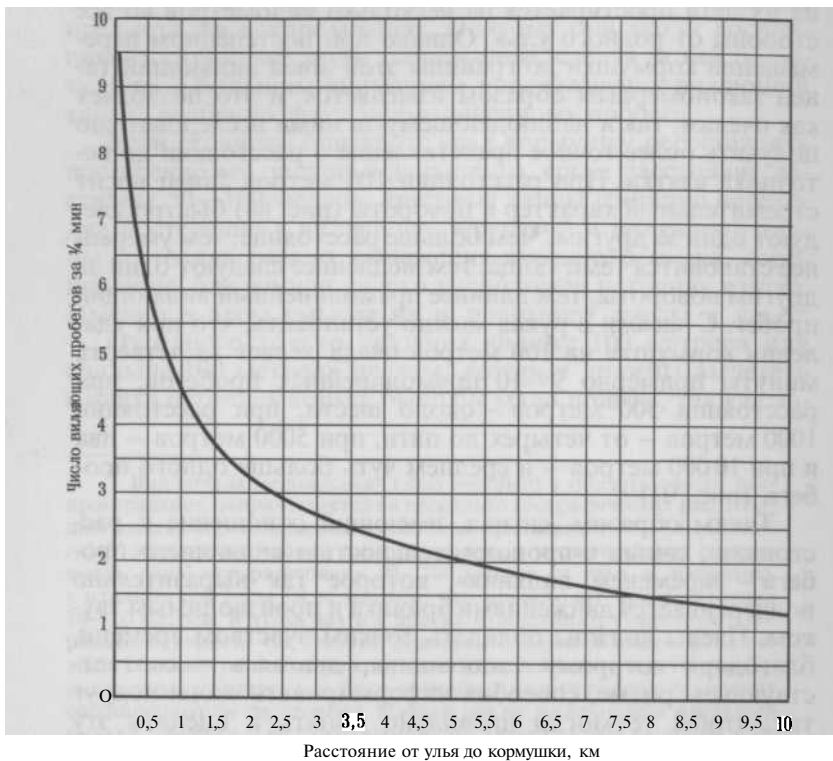


Рис. 91. Эта кривая наглядно показывает, как замедляется темп танца с увеличением расстояния до источника взятка.

вого масла. В одном таком опыте кормушка была установлена в 450 метрах от улья, а ароматизированные приманки разложены в том же направлении на расстояниях 100, 250, 400, 500, 650, 900 и 1200 метров от улья. Возле каждой из них находился наблюдатель, отмечавший в течение двух часов каждую прилетающую пчелу.

На рис. 92,а приведено число новичков, которые появились на разных приманках, а вычерченная кривая делает результат опыта более наглядным. В другом опыте кормушка находилась в 2000 м от улья, ароматические приманки (лавандовое масло) располагались на расстоянии

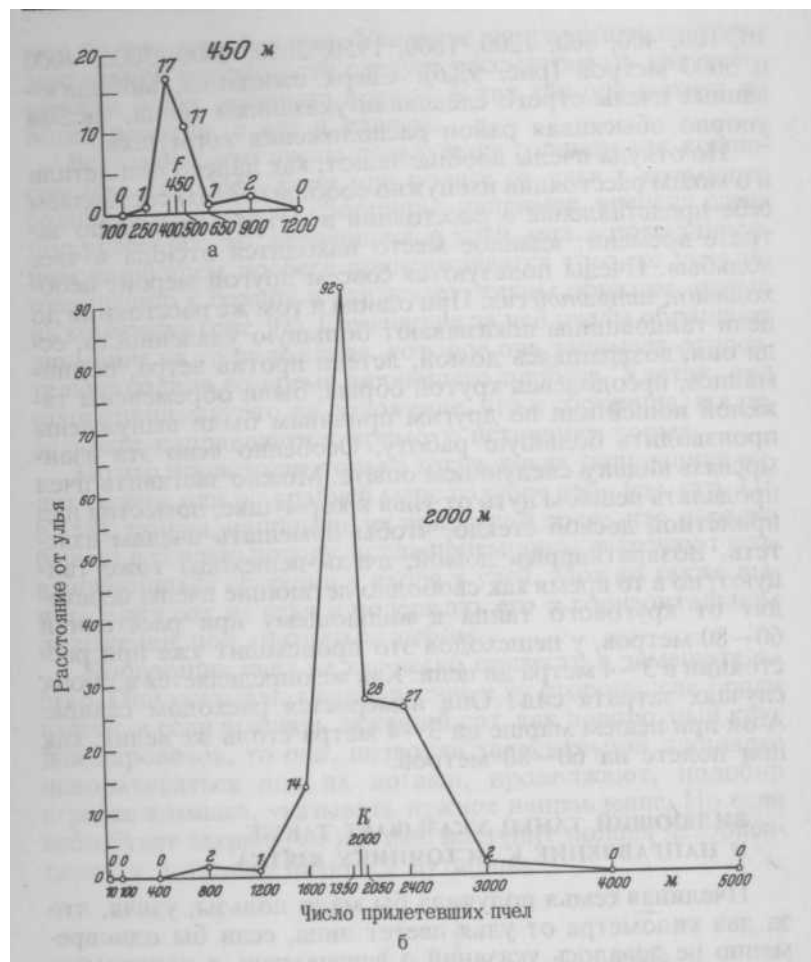


Рис. 92. Результат двух «ступенчатых» опытов. В первом опыте (в) кормушка (К) с несколькими пронумерованными пчелами находилась в 450 метрах от улья; во втором опыте (б) - в 2 километрах. Цифрами на кривых указано число новичков, появившихся на соответствующих наблюдательных пунктах.

10, 100, 400, 800, 1200, 1600, 1950, 2050, 2400, 3000, 4000 и 5000 метров (рис. 92,б). Сверх ожидания, мобилизованные пчелы строго следовали указаниям танца, часами упорно обыскивая район расположения кормушки.

Но откуда пчелы вообще знают, как далеко они летали и о каком расстоянии им нужно сообщить? Мы составляем себе представление о расстоянии в метрах, иногда по затрате времени: «данное место находится отсюда в часе ходьбы». Пчелы пользуются совсем другой мерой: необходимой *затратой сил*. При одном и том же расстоянии до цели танцующая пчелка показывает большую удаленность, если они, возвращаясь домой, летели против ветра, поднимались, преодолевая крутой обрыв, были обременены тяжелой ношей или по другим причинам были вынуждены производить большую работу. Особенно ясно эта взаимосвязь видна в следующем опыте. Можно заставить пчел проделать пешком путь от улья к кормушке, поместив над прилетной доской стекло, чтобы помешать пчелам взлететь. Возвратившись домой, пчелы-пешеходы тоже танцуют, но в то время как свободно летающие пчелы переходят от кругового танца к виляющему при расстоянии 60—80 метров, у пешеходов это происходит уже при расстоянии в 3—4 метра до цели. Как же определяется в обоих случаях затрата сил? Она измеряется расходом сахара. А он при пешем марше на 3—4 метра столь же велик, как при полете на 60—80 метров.

#### ВИЛЯЮЩИЙ ТАНЕЦ УКАЗЫВАЕТ ТАКЖЕ И НАПРАВЛЕНИЕ К ИСТОЧНИКУ ВЗЯТКА

Пчелиная семья получила бы мало пользы, узнав, что за два километра от улья цветет липа, если бы одновременно не давалось указаний о *направлении*, в котором ее нужно искать. Оказывается, виляющий танец доставляет и такую информацию. Она содержится в фигуре танца, а именно в направлении прямолинейного виляющего пробега.

Сообщая направление, пчелы пользуются двумя различными способами в зависимости от того, танцуют ли они, как обычно, на *вертикальной* поверхности сота в улье или на какой-нибудь *горизонтальной* поверхности, напри-

мер на прилетной доске. Указание направления на горизонтальной поверхности следует рассматривать как исторически более древнюю форму. А так как она к тому же более понятна, с нее и начнем.

Вспомним, что пчелы пользуются солнцем как компасом (см. стр. 115). Если при полете от улья к кормушке солнце находилось от сборщицы, например, впереди слева под углом  $40^\circ$ , то, вернувшись в улей, она в прямолинейном виляющем пробеге придерживается того же угла по отношению к солнцу и указывает, таким образом, прямо на кормушку (рис. 93). Семенящие за ней пчелы обращают внимание на то положение, которое она занимает относительно солнца во время виляющего пробега. Улетая, они сами принимают то же положение, что и сборщица, и в результате направляются прямо к источнику корма.

Но это происходит только тогда, когда танцующая видит солнце или по крайней мере голубое небо (см. стр. 116 и 158), танцую, например, на прилетной доске, что нередко бывает в теплую погоду, когда приемщицы встречают возвращающихся сборщиц у входа в улей. Можно также вынуть один сот из улья и поддержать его в горизонтальном положении под открытым небом.

Танцующих пчел не так легко привести в замешательство. Они указывают направление в ту сторону, где брали взяток, и если вращать лежащий сот, как поворотный круг для паровозов, то они, позволяя танцевальной площадке поворачиваться под их ногами, продолжают, подобно стрелке компаса, указывать нужное направление. Но если небо будет закрыто от их глаз, наступит полная дезориентация и в танцах начнется путаница.

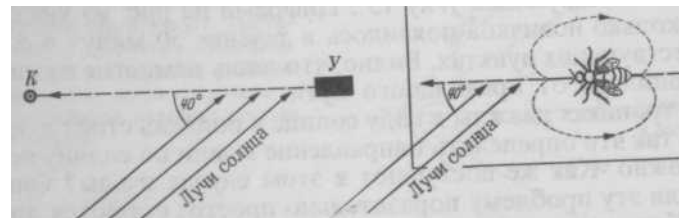


Рис. 93. Указание направления по солнцу при танце на горизонтальной поверхности. У — наблюдательный улей; К — кормушка; — направление полета к месту взятка. Справа — виляющий танец.

Внутри улья темно, неба не видно, а соты расположены вертикально. Все это не позволяет указывать направление способом, с которым мы только что познакомились. В этих условиях пчелы пользуются вторым, весьма примечательным способом. Принимая за основу угол между направлением, в котором они летели к кормушке, и прямой линией к солнцу, они сохраняют его в танце, используя в качестве одной из сторон этого угла направление силы тяжести.

При этом виляющий пробег вверх означает, что кормушка расположена от улья прямо по направлению к солнцу; виляющий пробег вниз говорит о противоположном направлении; если же пробег идет, например, под углом  $60^\circ$  влево от прямого направления вверх, то это означает, что кормушка находится влево под углом  $60^\circ$  от прямого направления от улья к солнцу (рис. 94), и так далее. То, что новички благодаря тонкому восприятию направления силы тяжести узнают таким образом в темном улье, они используют после вылета при ориентировке по солнцу.

Подобно тому как при изучении передачи пчелами данных о расстоянии мы проделали «ступенчатый опыт», проведем теперь «веерный опыт», чтобы узнать, действительно ли мобилизованные пчелы летят в указанном им направлении. На рис. 95 в качестве примера приведен результат одного такого опыта. Пронумерованные пчелы получали сироп на кормушке *К*, установленной на ароматизированном поддоне в 600 метрах от улья. В 550 метрах от улья были веерообразно размещены приманки с тем же запахом, но без корма, на равных расстояниях друг от друга, соответствующих углу  $15^\circ$ . Цифрами на рис. 95 указано, сколько новичков появилось в течение 50 минут в соответствующих пунктах. Видно, что лишь немногие из них отклонились от правильного пути.

В тропиках дважды в году солнце в полдень стоит в зените, так что определить направление к цели по солнцу невозможно. Как же поступают в этом случае пчелы? Они решили эту проблему поразительно просто: остаются дома. Как только солнце приблизится к зениту, пчелы устраивают себе обеденный перерыв — даже в те дни, когда тропическая жара в полдень не настолько велика, чтобы

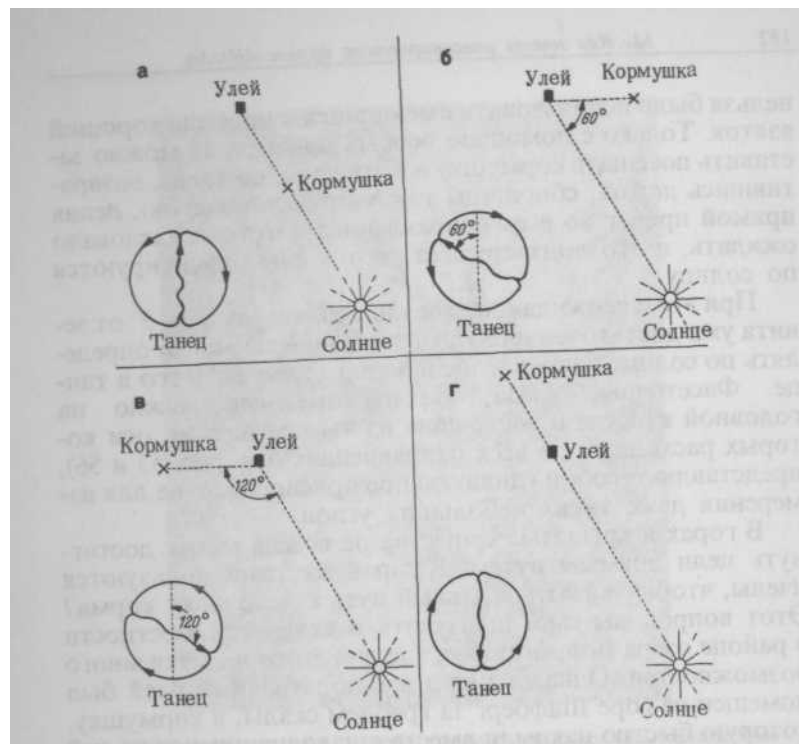
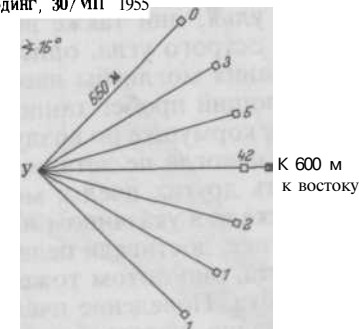


Рис. 94. Указание направления по солнцу при танце на вертикальной поверхности сота. Внизу слева в каждом случае показана ориентировка виляющего танца при данном положении кормушки.

Рис. 95. Результат «веерного» опыта. У — улей; К — кормушка. Маленькие квадратики обозначают выставленные душистые приманки без корма. Цифрами указано число посетивших их новичков в течение 50 минут с начала опыта.

Эрдинг, 30/МП 1955



нельзя было использовать имеющийся в природе хороший взяток. Только с помощью особых приемов их можно заставить посещать кормушку и в эти часы, но тогда, возвратившись домой, сборщицы танцуют беспорядочно, делая прямой пробег во всех направлениях. Этого и следовало ожидать, и это подтверждает, что пчелы ориентируются по солнцу.

При этом неожиданно выяснилось, что угол  $2 - 3^\circ$  от зенита уже достаточен для того, чтобы пчелы могли определять по солнцу направление и верно передавать его в танце. Фасеточные глаза, укрепленные неподвижно на головной капсуле и состоящие из тысяч глазков, оси которых расходятся во всех направлениях (см. рис. 55 и 56), представляют собой удивительное приспособление для измерения даже таких небольших углов.

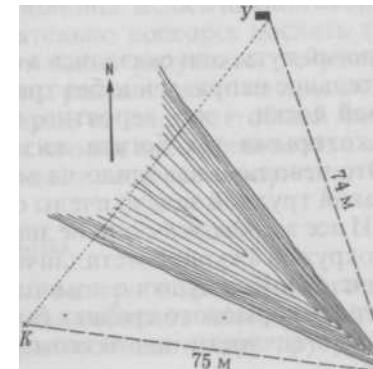
В горах и крылатые существа не всегда могут достигнуть цели прямым путем. Какими жестами пользуются пчелы, чтобы указать окольный путь к источнику корма? Этот вопрос мы смогли изучить в скалистой местности в районе озера Вольфгангзее, где для этого имеется много возможностей. Однажды наш наблюдательный улей был помещен на горе Шафберг за гребнем скалы, а кормушку, которую быстро накрыли вместе с находившимися на ней мечеными пчелами, перенесли вокруг края обрыва к месту, обозначенному на рис. 96 крестиком. На рис. 97 приведен схематический план местности, где проводился опыт. Сборщицы летали туда и обратно круглым путем, изображенным на чертеже в виде острого угла, но в танцах они не указывали направления, в котором фактически летели от улья; они также не принимали в расчет вторую сторону острого угла, описанного ими при полете, — оба эти указания могли бы ввести в заблуждение их подруг.

Влияющий пробег танцовщиц показывал направление от улья к кормушке по воздушной прямой линии, по которой они никогда не летали. Только так могли они верно направить других пчел к месту взятка. Мобилизованные пчелы искали в указанном направлении и, перелетев через препятствие, достигали цели. Познакомившись с источником взятка, они потом тоже нашли более легкий путь вокруг хребта. Поведение пчел, указывающих направление, было вполне целесообразным. Но то, что, проделав



Рис. 96. Местность у горы Шафберг, где проводился опыт с полетом пчел вокруг препятствия; крестиком слева указано местонахождение кормушки. Наблюдательный улей стоял по другую сторону гребня скалы, приблизительно на той же высоте.

Рис. 97. План местности, где проводился опыт на горе Шафберг. У — улей; К — кормушка; ———— круглый путь, которым летали пчелы; ..... прямой воздушный путь к кормушке.



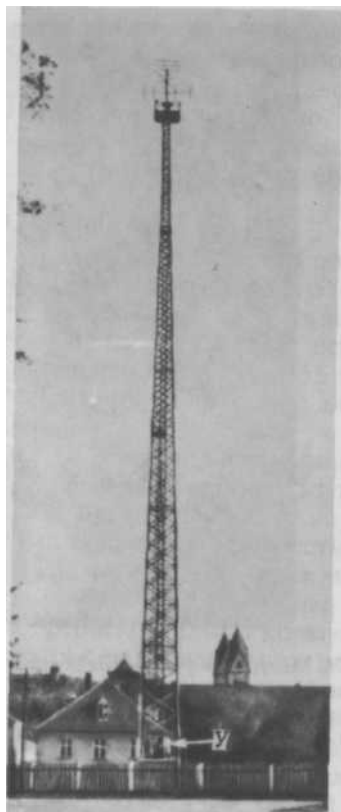


Рис. 98. Опыт с указанием направления вверх. У — наблюдательный улей внутри радиобашни. Кормушка установлена на платформе на вершущке башни.

окольный путь, они оказались в состоянии определить действительное направление без транспортира, линейки и чертежной доски,— это, вероятно, самое удивительное из чудес, которыми так богата жизнь пчел.

Это невольно наводило на мысль, что для каждой, даже такой трудной задачи пчелы обязательно находят решение. И все же *однажды* они не знали, как помочь себе. Улей был окружен ажурной металлической решеткой радиобашни (рис. 98). Кормушка с помощью лебедки и привязанного к тросу кормового столика была помещена на вершущку башни, в точности над летком родного улья. Выражение

для понятия «вверх» пчелиным лексиконом не предусмотрено, так как в облаках цветы не растут.

Сборщицы, побывавшие на вершущке башни, не знали, как сообщить о направлении, и исполняли круговой танец, мобилизовавший их подруг на поиски взятка на земле, на лугах, окружавших башню, и ни одна из них не взлетела к источнику взятка, находившемуся наверху. Когда кормушка была перенесена на луг на расстояние, соответствующее высоте башни, система, указывающая направление, стала функционировать безупречно.

Виляющий танец с его прямолинейным поступательным пробегом и круговой танец с его круговыми пробегами, по-видимому, с изумительной символической выразительностью призывают к действию: один — направляя вдаль, а другой — к поискам вокруг родного улья. Благодаря хорошо отрегулированной системе те пчелы, которым предстоит лететь на далекое расстояние, получают точные указания о цели путешествия.

Но когда мобилизуются и следуют указаниям танца сотни новичков, среди них обычно находятся отдельные пчелы, которые действуют по-иному. Некоторые пчелы, наблюдавшие круговой танец, ищут взятков вдаль, а наблюдавшие за виляющим танцем — вблизи улья (см., например, рис. 85) или в неверном направлении от него. Разве они не поняли пчелиного языка? Или это упрямыцы, желающие сами выбирать дорогу?

Каковы бы ни были причины такого «неправильного» образа действий, в целом следует сделать вывод, что подобные диссиденты весьма полезны. Если в южной стороне цветет рапс, то хотя и желательно поскорее послать туда множество пчел, не мешает также разузнать, не раскрылись ли в это же время бутоны рапса и где-то на другом поле. Этим оригиналам, которые не следуют общей схеме, пчелиная семья обязана тем, что все источники взятка в зоне ее лёта быстро разыскиваются и используются.

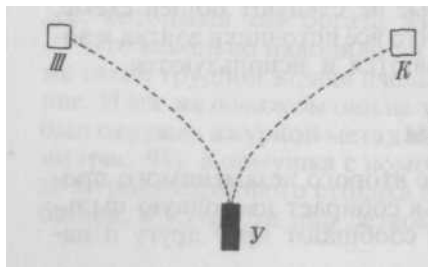
#### ТАНЦЫ СБОРЩИЦ ПЫЛЬЦЫ

Наряду с медом в качестве второго незаменимого продукта питания пчелиная семья собирает цветочную пыльцу. Сборщицы пыльцы тоже сообщают друг другу о на-

ходках обильного взятка, и делают они это тем же способом, что и сборщицы нектара. Они точно так же используют круговые танцы при близком и виляющие танцы при удаленном источнике взятка, чтобы передать сообщение о расстоянии и направлении.

Однако небольшое отличие все же есть. У сборщиц нектара точное представление о цветках, которые нужно искать, передается при помощи цветочного запаха, сохранившегося на теле и принесенного в медовом зобике (стр. 135). Сборщицы пыльцы не приносят домой душистого нектара, но зато они доставляют небольшую частицу посещенных ими цветков — цветочную пыльцу. Она имеет специфический запах, заметно отличающийся от запаха лепестков и свой у каждого вида растений. Таким образом, душистыми посланиями служат здесь пыльцевые штанишки.

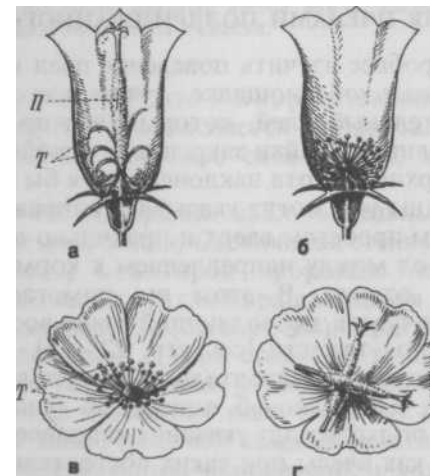
Это доказывается следующим опытом. Подготовим для сборщиц пыльцы два места кормления (рис. 99). На одном из них (*Ш*) группа меченых пчел собирает пыльцу с шиповника, а на другом (*К*) — вторая группа ведет сбор этого корма с крупных цветков колокольчика. Уберем цветки в обоих пунктах и устроим перерыв в кормлении. Спустя некоторое время сборщицы, не находя пыльцы, будут оставаться дома, и только одна будет время от времени вылетать на разведку, чтобы посмотреть, не появилось ли здесь опять что-нибудь пригодное для сбора. Выставим на месте, где стояли колокольчики, свежий букет этих же цветов. Разведчица тотчас соберет обножку, полетит домой и начнет танцевать. Первыми после перерыва обратят внимание на ее танец пчелы, уже раньше собиравшие пыльцу с колокольчиков, так как знакомый запах как



**Рис. 99.** У — улей с пчелами; Ш — чашка с цветками шиповника; К — чашка с цветками колокольчика. (Объяснение в тексте.)

бы говорит им, что цветки снова выделяют пыльцу. Немедленно поспешат они к цветкам колокольчика, на которых вскоре благодаря продолжительным танцам появятся новички. Но сборщицы пыльцы с шиповника останутся в улье, так как запах цветков колокольчика им незнаком.

Этого еще недостаточно, чтобы выяснить, что же имеет решающее значение — запах лепестков или запах пыльцы. Проведем опыт несколько иначе. Устроим еще раз на обоих местах кормления перерыв, после которого на том же месте снова предложим пчелам колокольчики, предварительно заменив их собственные пыльники пыльниками шиповника (рис. 100, б). Прилетевшая пчела-разведчица находит на привычном месте знакомые ей цветки колокольчика и собирает в них обножку. Таким образом, одна из пчел, посещавших раньше цветки колокольчика, на прежнем месте и в тех же цветках колокольчика собирает обножку из пыльцы шиповника. Прилетев домой, она танцует, но все ее



**Рис. 100.** а. Цветок колокольчика (*Campanula medium*), часть венчика удалена, чтобы показать внутренность цветка; большая часть пыльцы с загнутых вниз пыльников прилипла к пестику. б. Цветок колокольчика, в котором все части, несущие пыльцу, удалены и заменены пыльниками шиповника. в. Цветок шиповника. г. Цветок шиповника с удаленными пыльниками; внутрь цветка помещены два пестика с прилипшей к ним пыльцой, взятые из цветков колокольчика. Т — тычинки; П — пестик.

подруги, которые целыми часами и днями собирали вместе с ней пыльцу на цветках колокольчиков, не обращают ни малейшего внимания на ее оживленный виляющий танец. Напротив, совершенно «чужие» для нее сборщицы пыльцы с шиповника спешат к ней, обнюхивают ее обножку и летят туда, где они привыкли собирать пыльцу с шиповника и где теперь напрасно ищут его цветки. Таким образом, пчелы дали себя одурачить, но благодаря этому мы теперь знаем, что не запах цветков колокольчика, в которых копошилась пчела, а запах принесенной ею пыльцы шиповника играет решающую роль.

Обратный опыт (рис. 100, з) дает аналогичный результат. Разведчица, собиравшая в цветках шиповника пыльцу колокольчика, мобилизует своим танцем сборщиц пыльцы с колокольчика.

#### ОБ ОПРОКИНУТОМ УЛЬЕ И О ДОКАЗАТЕЛЬСТВАХ ВОСПРИЯТИЯ ПЧЕЛАМИ ПОЛЯРИЗОВАННОГО СВЕТА

Чтобы подробнее изучить поведение пчел на горизонтальной танцевальной площадке, лучше всего использовать наблюдательный улей, который можно наклонять и при помощи винта и гайки закреплять в любом положении. Если поверхность сота наклонена хотя бы на  $15^\circ$  (рис. 101), танцовщицы уже могут указывать направление к солнцу виляющим пробегом вверх и правильно воспроизводить любой угол между направлением к кормушке и направлением к солнцу. В этом им помогает хорошо развитый орган чувств, позволяющий точно воспринимать направление силы тяжести (см. стр. 22 — 23).

Но если сот лежит горизонтально, бежать вверх по нему невозможно. Тогда способ, описанный выше (стр. 151, рис. 94), уже не подходит для указания направления. Забавно наблюдать, как пчелы при таких обстоятельствах с неизменным усердием продолжают танцевать, но без какой-либо ориентировки виляющего пробега (так как небо для них невидимо). Направление пробега в этом случае совершенно беспорядочно изменяется. Но как только танцовщица увидит солнце или кусочек голубого неба, танцы становятся ориентированными и прямо указывают направление к кормушке (см. стр. 149).

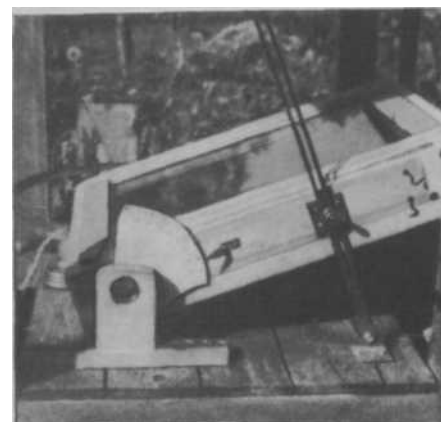


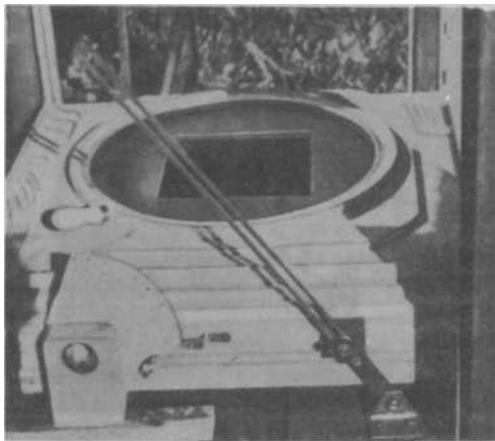
Рис. 101. Наблюдательный улей в наклонном положении. Даже при таком незначительном наклоне пчелы могут танцевать, руководствуясь направлением силы тяжести.

Мы уже говорили, что эта поразительная ориентировка по голубому небу объясняется поляризацией небесного света. Добавим несколько слов о том, как это можно доказать.

На рис. 102 изображен наблюдательный улей в горизонтальном положении. Стеклопанель над сотами закрыта доской, в которой прорезано четырехугольное окошко. Над ним, в круглой вращающейся раме размещен большой поляризатор (см. стр. 100). При проведении опыта улей закрывают с трех сторон и танцующие на соте пчелы видят через окошко в доске ограниченный участок голубого неба. Небесный свет частично поляризован, и, как мы уже знаем (рис. 66), каждый участок неба характеризуется определенным направлением колебаний.

Поляризатор изменяет картину, пропуская лучи только с какой-то одной плоскостью колебаний. Установим этот поляризатор над танцующей пчелой так, чтобы проходящие через него световые лучи сохраняли плоскость колебаний, которую они имели на видимом участке неба. Пчелы продолжают танцевать правильно и указывают верное направление к кормушке. Но стоит только повернуть поля-

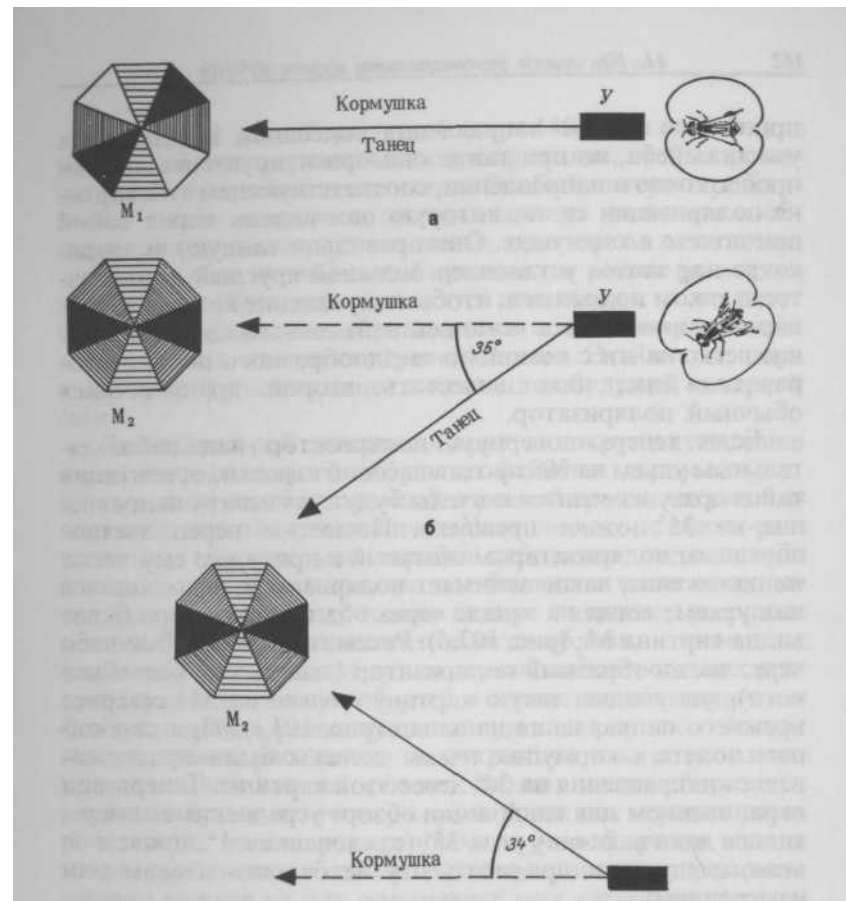




**Рис. 102.** Наблюдательный улей в горизонтальном положении, закрытый сверху поляризатором, который можно поворачивать.

ризатор, изменив тем самым направление колебаний, как танцующие пчелы отклонятся в сторону поворота и покажут неверное направление.

Чтобы точнее исследовать эту взаимосвязь, воспользуемся звездообразным поляризатором (рис. 67). Рассматривая через него голубое небо, мы очень быстро и четко определим направление колебаний поляризованного света в различных участках неба (рис. 68). Принцип опыта можно пояснить на следующем примере. Для лучшего понимания изберем наипростейшее из возможных условий: расположим кормушку на расстоянии 200 метров к западу от улья. Танцовщицы через окно видят голубое небо на западе, то есть в направлении к кормушке. Рядом с наблюдательным ульем поместим звездообразный поляризатор, направленный под углом  $45^\circ$  вверх на западную часть неба, как ее видят пчелы через окно. Через поляризатор видна картина типа  $M_1$  (рис. 103). Ни при каком другом положении поляризатора мы не увидим через него эту картину. Значит, на пути к источнику корма пчелы воспринимали направление колебаний поляризованного света, соответствующее этой картине. Одновременно они, конечно, вос-



**Рис. 103.** Пример опыта, доказывающего ориентировку пчел по поляризованному свету голубого неба. *а.* При полете от улья к расположенной на западе кормушке пчелы видят перед собой поляризованный свет, который соответствует видимой через поляризатор картине  $M$ . Танцуя на горизонтальном соте, они могут видеть только западный участок неба и указывают точно это направление. *б.* С помощью поляризатора, помещенного над сотом, направление световых колебаний заменяется для танцовщицы таким, которое соответствует картине  $M$  звездообразного поляризатора; в результате направление танца отклоняется на  $35^\circ$  влево. *в.* Эта картина при обзоре неба через звездообразный поляризатор появляется только на  $34^\circ$  севернее направления на запад. Когда танцовщица предьявляет соответствующее направление колебаний на западе, она указывает на  $35^\circ$  южнее западного направления, то есть с ошибкой всего лишь в 1 по сравнению с изменившимся направлением колебаний.

принимали другие направления колебаний в остальных участках неба, но при танце они ориентируют виляющий пробег точно в направлении, соответствующем той картине поляризации света, которую они видели перед собой при полете к кормушке. Они правильно танцуют и тогда, когда над сотом установлен большой круглый поляризатор в таком положении, чтобы направление колебаний поляризованного света осталось неизменным. Это положение легко найти с помощью звездообразного поляризатора, если над ним поместить второй вращающийся обычный поляризатор.

Если теперь повернуть поляризатор над наблюдательным ульем на  $30^\circ$  против часовой стрелки, ориентация танца сразу изменится и пчелы будут указывать направление на  $35^\circ$  южнее прежнего. Поместим перед звездообразным поляризатором обычный и придадим ему такое же положение, какое занимает поляризатор, находящийся над ульем; тогда на западе через оба поляризатора будет видна картина  $M_2$  (рис. 103,б). Рассматривая голубое небо через звездообразный поляризатор (теперь уже без обычного), мы увидим такую картину *только* на  $34^\circ$  севернее прежнего направления на запад (рис. 103,в). При свободном полете к кормушке пчелы должны были придерживаться направления на  $34^\circ$  левее этой картины. Теперь при ограниченном для танцовщиц обзоре усредненные замеры танцев дали величину угла  $35^\circ$  (отклонение в  $1^\circ$ ; причем не ясно, следует ли приписать эту неточность пчелам или измерениям).

Таким образом, искусственно смещая картины поляризации света на небосводе, можно соответственно изменять направление, которое будут указывать пчелы. После того как примерно в сотне всевозможных вариантов такого опыта результаты в основном оказались одинаковыми, уже не оставалось сомнений в том, что пчелы могут ориентироваться по поляризованному свету.

#### ТАНЦЫ НА РОЕ

С помощью танцев пчелы могут сообщать сведения не только об источниках нектара и пыльцы, но и о других целях своих полетов, например о том, где находятся лужи

с пригодной для сбора водой (стр. 140), или о том, где можно собрать с древесных почек прополис, чтобы промазать улей и заделать в нем щели. Особый интерес представляют танцы разведчиц, подыскивающих жилище и сообщающих пчелиному рою о месте, пригодном для гнезда.

Как только весной семья приходит в роевое «настроенное», пчелы-сборщицы становятся ленивыми и часто сидят без дела, а некоторые обращаются к необычному для себя занятию: они становятся *разведчицами*. Эти пчелы ищут в окрестности подходящее жилище для будущей дочерней семьи.

Вышедший рой сначала собирается вокруг матки, чаще всего на ветке какого-нибудь из ближних деревьев (рис. 32), и вскоре на образовавшейся роевой грозди можно бывает заметить танцующих пчел. Частично это те пчелы-разведчицы, которые уже заранее заботливо подыскивали жилище, но скоро к ним во все большем числе подключаются другие пчелы, только теперь начавшие усердные поиски. В различных местах, иногда вблизи, а иногда за километры они находят дупло дерева, полость в стене, расщелину скалы или пустой улей и тотчас же обследуют их. Возвратившись, разведчицы танцуют на рое и сообщают направление и расстояние до открытого ими возможного приюта точно так же, как это делают пчелы-сборщицы, указывая путь к источнику корма. А так как нередко успех сопутствует *многим* разведчицам, на роевой грозди иногда можно наблюдать больше 20 танцовщиц одновременно, причем каждая из них показывает *свое направление и расстояние*, соответствующее открытому ею жилищу. Здесь, как правило, вмешивается пчеловод — он сажает рой в улей, установленный на пасеке. Но если предоставить делу идти естественным путем, то происходит нечто удивительное: пчелы проверяют, какой из предложенных приютов им больше подходит. Это продолжается многие часы, иногда даже дни, пока пчелы не придут к «единому мнению». Тогда гроздь рассыпается и весь рой летит прямо к своей новой квартире. Каким образом достигается такое согласие? Когда пчелы мобилизуют других на различные *источники пищи*, танцы происходят тем оживленнее и привлекают тем больше пчел, чем лучше предложение корма (см. стр. 137). У пчел-квартирьеров дело

обстоит несколько иначе: из многих жилищ нужно выбрать *единственное* — наилучшее. Здесь действуют другие критерии, чем при поисках **пищи**: вход должен быть защищен от ветра, внутри жилища не должно быть сквозняка, размеры помещения должны соответствовать величине **роя**; если внутри ощущается запах, то он должен быть приятен для пчел; нужно, чтобы расстояние от старого жилища было не очень большим, иначе матка чересчур утомится в полете, но и не слишком малым — из-за пищевой конкуренции. Поистине достойно удивления, что разведчицы-квартиреры, оказывается, обращают большое внимание на эти — а также и на другие — условия при своих инспекционных полетах и с помощью какого-то врожденного оценочного ключа выражают оживленностью своих танцев общую оценку качества жилища.

Танцы могут быть стремительно вихревыми, начинаться снова и снова, длиться минутами и вовлекать все больше и больше пчел, которые следуют указаниям танцовщиц и отыскивают выбранное ими место. После того как они, так сказать, собственными глазами убедились в достоинствах нового жилища, они летят домой и ведут за него «пропаганду». Другие разведчицы, нашедшие менее удачные места, танцуют соответственно менее оживленно или совсем вяло и кратко. Но они очень хорошо замечают поведение других танцовщиц. Некоторые из них втягиваются в вихревые движения вокруг наиболее удачливых подруг, следуют за ними, позволяя «перубедить» себя, и летят осматривать предложенное ими жилище, чтобы затем и самим направлять к нему других пчел. Иные — из тех, которые не могут энергично отстаивать свое открытие, — просто перестают танцевать. Таким образом достигается общее согласие — все танцуют в едином ритме и указывают одно и то же направление. Как только это произойдет, роевая гроздь распадается и пчелы летят туда, где находится цель, признанная наилучшей. Решающая роль в этом принадлежит пчелам-разведчицам, которые своими танцами различной интенсивности правильно оценили предложенные возможности.

#### ЗНАЧЕНИЕ ПЧЕЛИНЫХ ТАНЦЕВ ДЛЯ ПЧЕЛОВОДСТВА И СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Тот, кто едет за границу, владея соответствующим языком, получит от поездки больше удовольствия и пользы, чем его спутник, не знающий иностранного языка. Примерно так же обстоит дело и с пчеловодом в его отношениях с пчелами. Зная их «язык», он получает возможность заставить пчел лучше служить своим целям.

Летом, когда время главного взятка миновало, кое-какие растения продолжают еще цвести. Однако их нектарные роднички уже не так обильны, как несколько недель назад. Опытный пчеловод знает, что на многих лугах цветки осота, простирающиеся теперь к небу сотни тысяч своих высоких, окруженных зелеными чашелистиками цветочных головок, могли бы дать ему еще несколько килограммов меда.

Но у пчел нет больше настоящей тяги к собирательной деятельности. На головках осота можно обнаружить главным образом шмелей. Они имеют преимущество перед пчелами благодаря своим более длинным хоботкам, а нектара в цветках этих растений не так уж много, чтобы танцы могли заметно усилить их посещение пчелами. Пчеловоду хочется сказать своим пчелам, что им не следует сидеть дома без дела и стоило бы достать из головок осота то, что там еще есть.

Он *может* сделать это, если будет знать пчелиный язык. Ему достаточно привлечь всего лишь несколько пчел из семей своей пасеки с помощью меда или сахарного сиропа на букет осота и покормить их на его цветках, обрызганных таким сиропом. Вернувшись домой, эти пчелы будут танцевать, и принесенный ими запах сообщит о том, какое растение служит источником взятка. Вскоре их подруги начнут вылетать из улья и искать запах осота. Посещение головок осота увеличится во много раз.

На практике этот прием различным образом изменяли и упрощали. Вместо того чтобы кормить пчел на цветках **осота**, можно давать им сахарный сироп с ароматом этих цветков в улье. Для этого несколько часов настаивают чистый **сахарный** сироп на цветках осота. Цветки других растений, которые после погружения в сахарный сироп из-

меняют свой запах, кладут в кормушку сухими и, налив в нее немного сахарного сиропа, ставят перед летком улья. Таким образом передовые пчеловоды могут без больших усилий получать значительные сборы меда с осота и с других медоносов в такие периоды, когда на соседних пасеках пчелы ничего не собирают.

Нередко требуется направить пчел на определенные растения, чтобы улучшить их опыление и повысить образование семян. Так обстоит дело, например, с получением столь необходимых семян одного из наших важнейших кормовых растений — красного клевера. Опыление его цветков — дело трудное и ненадежное. Пчелам нелегко дотянуться своими короткими хоботками до основания цветочной трубочки, чтобы добыть нектар из этих шмелиных цветков. Там, где на больших площадях выращивают красный клевер, шмелей оказывается недостаточно, чтобы опылить миллионы отдельных цветков, а пчелы не проявляют особой склонности посещать поля этого растения — они охотнее обращаются к более надежным источникам взятка. Лишь в отдельные, редкие годы, когда красный клевер выделяет много нектара, пчелы активнее посещают его. Обычно же урожаи семян клевера низки.

Этому горю, однако, легко помочь. На краю клеверного поля ставят ульи с пчелами. Затем описанным выше способом, при помощи сиропа с запахом цветков красного клевера, мобилизуют пчел, добиваясь таким путем большей посещаемости его. Этот прием повышает урожай семян в среднем на 40%. Благодаря надежным урожаям прием «управления летной деятельностью пчел с помощью запаха» (дрессировка) быстро привлек внимание селекционеров<sup>1</sup>. Применяемый пока лишь в некоторых мест-

<sup>1</sup> Метод дрессировки пчел на красный клевер с целью опыления его цветков был впервые разработан и применен в Советском Союзе в середине 30-х годов проф. А.Ф. Губиным и Н.П. Смарагдовой. При помощи этого метода стало возможным повышать только за счет дополнительного опыления пчелами урожай семян красного клевера и других сельскохозяйственных культур в 1,5-2 раза. Так как в результате дрессировки число пчел-сборщиц на цветках возрастает в 10 и более раз, оказалось возможным использовать на опылении значительно меньше пчелиных семей, чем без дрессировки.

А.Ф. Губин, Н. П. Смарагдова и другие советские исследователи показали, что, применяя дрессировку, можно с равным успехом ис-

ностях, он, безусловно, скоро получит широкое распространение в районах интенсивного земледелия. Ведь для того, чтобы направить пчел на работу, пользуясь их собственным «языком», не требуется особых усилий, а между тем этот прием помогает пчеловоду наполнять ведра медом и дает большой прирост урожая сельскому хозяйству.

## 12. ПАМЯТЬ НА ВРЕМЯ У ПЧЕЛ

Каждый из нас по собственному опыту знает, что такое чувство времени. Есть оно и у животных. Собака или попугай хорошо запоминают час радостных для них событий, если эти события регулярно повторяются. Чтобы выяснить, возможно ли нечто подобное у насекомых, приманим пчел к опытному столику, установленному на воле, устроив им искусственный взятки в чашечке с сиропом.

### ДРЕССИРОВКА НА ВРЕМЯ КОРМЛЕНИЯ

Будем несколько дней кормить группу пронумерованных пчел (см. стр. 54) сиропом только в определенное время, например после полудня от 4 до 6 часов. Затем проведем следующий опыт: пусть кормушка целый день остается пустой и пусть с 6 часов утра до 8 часов вечера возле нее неотлучно дежурит наблюдатель, который будет регистрировать каждую пчелу, прилетающую к кормушке. Это очень скучная работа; например, в нашем опыте из шести пчел, которые в предыдущие дни посещали чашечку, за весь период с 6 часов утра до половины четвертого дня появилась, чтобы проверить кормушку, только одна пчела № 11. Она прилетела между семью и половиной восьмого утра и вскоре явилась еще раз. В остальное время на кормушке царил абсолютное спокойствие.

Но как только наступило время обычного кормления, дело пошло живее. За два часа между 4 и 6 часами дня у ча-

пользовать для опыления красного клевера как более длиннохоботных кавказских, так и обычных среднерусских пчел. Об использовании пчел для опыления красного клевера подробно говорится в книге А. Ф. Губина «Медоносные пчелы и опыление красного клевера», 1947- *Прим. перев.*

щечки было зарегистрировано 38 посещений, сделанных пятью из шести помеченных пчел. Хотя их прилет был напрасным, они вскоре снова возвращались и до десяти раз в течение получаса обследовали пустую кормушку, делая это так настойчиво, как будто они непременно *должны были* там что-то найти. К концу обычного периода кормления посещаемость кормушки быстро снизилась, и вскоре на этом месте снова стало спокойно.

Таким образом, опыт, вопреки ожиданиям, удался. Его результаты наглядно представлены на диаграмме (рис. 104). На нижней горизонтальной линии обозначена время с 6 часов утра до 8 часов вечера. Период дрессировки (с 4 до 6 часов в дни, предшествовавшие опыту) выделен рамкой. Весь отрезок времени подразделен на получасовые

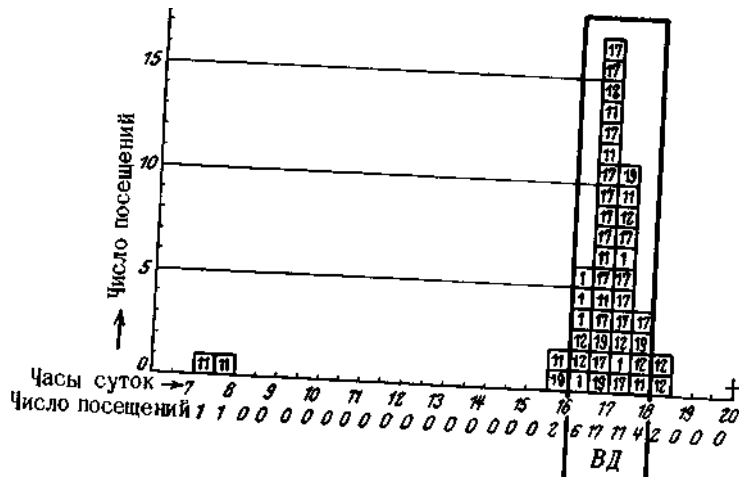


Рис. 104. Проверка способности пчел запоминать время. Пронумерованные пчелы ежедневно получали сахарный сироп на кормушке с 6 до 8 часов. В день контрольного опыта (20 июля 1927 года) кормушка целые сутки, даже в обычное для дрессировки время, была пуста. На нижней горизонтальной линии отмечены часы дня *ВД* — время дрессировки. Над каждым получасовым отрезком указаны (в квадратах) номера пчел, прилетавших в данный период к кормушке. Помещенные друг над другом квадратики с одинаковыми номерами означают, что за этот период одна и та же пчела прилетала несколько раз. (По Ингеборг Беллинг.)

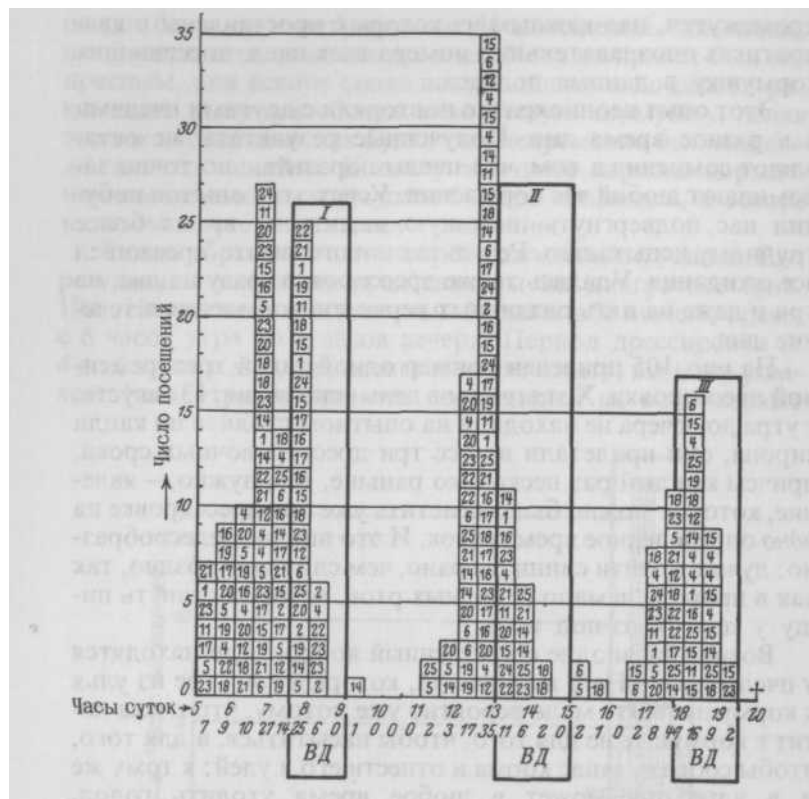
промежутки, над каждым из которых проставлены в квадратах опознавательные номера всех пчел, посещавших кормушку в данные полчаса.

Этот опыт неоднократно повторяли с другими пчелами и в разное время дня. Полученные результаты не оставляют сомнения в том, что пчелы поразительно точно запоминают любой час кормления. Успех этих опытов побудил нас подвергнуть пчелиную память на время более трудному испытанию. Результат нового опыта превзошел все ожидания. Удалась также дрессировка сразу на два, на три и даже на пять различных периодов кормления в течение дня.

На рис. 105 приведен пример одной такой трехвременной дрессировки. Хотя пчелы в день испытания, 13 августа, с утра до вечера не находили на опытном столике ни капли сиропа, они прилетали во все три дрессировочных срока, причем каждый раз несколько раньше, чем нужно, — явление, которое можно было заметить уже при дрессировке на *одно* определенное время суток. И это вполне целесообразно: лучше прийти слишком рано, чем слишком поздно, так как в природе немало голодных ртов, готовых стянуть пищу у других из-под носа.

Возникает вполне естественный вопрос: где находятся у пчелы часы? Не в желудке ли, который гонит ее из улья к кормушке? Это мало вероятно уже потому, что пчела летит к кормушке не для того, чтобы насытиться, а для того, чтобы собрать запас корма и отнести его в улей; к тому же и в улье она может в любое время утолить голод.

Предложение о роли голода полностью опровергается и следующим опытом: мы предлагаем группе пчел в течение многих дней с утра до вечера брать сахарный сироп, который в определенные часы дня более сладок или предоставляется в большем количестве, чем в остальное время. Пчелы собирают его без перерыва, их желудок никогда не остается пустым, и все же в дни наблюдений в привычное «наилучшее время сбора» они с огромным усердием прилетают к пустым теперь кормушкам. Но может быть, пчела, подобно путешественнику, наблюдает за положением солнца? Это мы может проверить с помощью нового опыта.



**Рис. 105.** Результат дрессировки на три периода кормления. Продолжительность дрессировки — шесть дней. (ВД — время дрессировки). В день контрольного опыта (13 августа 1928 года), несмотря на то, что кормушки весь день оставались пустыми, из 19 пронумерованных пчел прилетали все, и именно в периоды, примерно соответствующие дрессировке. (По Ингеборг Белинг.)

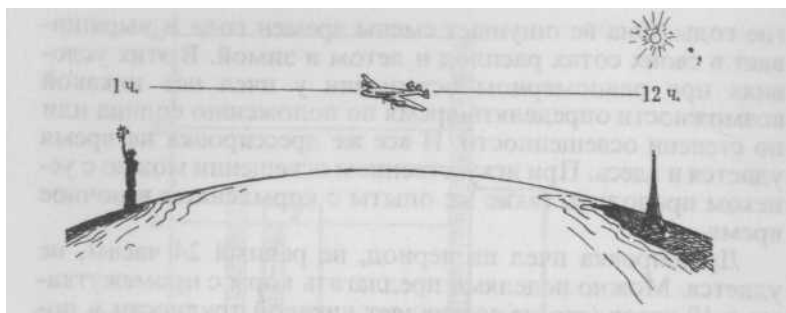
Можно перенести семью в темное помещение, чтобы район полета пчел был ограничен его четырьмя стенами. Если в этом изоляторе постоянно поддерживать температуру от 25 до 28 градусов Цельсия, освещать его электролампами и в изобилии снабжать пчел кормом на искусственной кормушке, то маленькая семейка даже в таких противоестественных условиях может здравствовать дол-

гие годы. Она не ощущает смены времен года и выращивает в своих сотах расплод и летом и зимой. В этих условиях при равномерном освещении у пчел нет никакой возможности определять время по положению солнца или по степени освещенности. И все же дрессировка на время удается и здесь. При искусственном освещении можно с успехом проводить такие же опыты с кормлением в ночное время.

Дрессировка пчел на период, не равный 24 часам, не удается. Можно неделями предлагать корм с промежутками в 19 часов (это не составляет никакой трудности в постоянно освещенной камере) — такой промежуток времени пчелы не усваивают. В другом опыте пчел длительное время кормили каждые 48 часов. После этого в течение двух суток они прилетали за сиропом каждые 24 часа.

Очевидно, есть две возможности: или пчелы руководствуются суточными периодическими воздействиями, недоступными нашему восприятию, или они имеют «внутренние часы», связанные с обменом веществ в их организме. Если это так, то все неудачи дрессировки на 19- или 48-часовой ритм можно объяснить только тем, что пчелы по своему образу жизни тесно связаны с суточным циклом и поэтому не переключаются на другую периодичность.

Четкое разъяснение дал *трансокеанский опыт*. В Мюнхене сделали две совершенно одинаковые разборные темные камеры и одну из них переправили в Париж, а другую — в Нью-Йорк. Когда в Париже полдень и солнце находится в самом высоком положении, у жителей Нью-Йорка еще только 7 часов утра и они видят утреннее солнце (рис. 106). Если пчелы руководствуются местным положением солнца, которое они воспринимают даже в темной камере благодаря какому-то проникающему излучению или иным неведомым образом, то после дрессировки на какое-то определенное время в Париже и быстрой перевозки через океан в Нью-Йорк они должны были бы лететь на кормушку по нью-йоркскому времени. Но результат оказался иным. Приученные в парижской темной камере посещать кормушку в определенное время и перевезенные на самолете в Нью-Йорк, маленькие путешественницы и там прилетали к кормушке по парижскому



**Рис. 106.** Трансокеанский опыт для проверки способности пчел определять время суток. После дрессировки в Париже на посещение кормушки в определенные часы пчелы были доставлены на самолете в Нью-Йорк и там подвергнуты испытанию. (По М. Реннеру.)

времени. Значит, пчелы действительно определяют время суток по каким-то «внутренним часам».

Очень впечатляюще демонстрируют они нам эту способность и иным образом. Пчелы-разведчицы семьи, находящейся в роевом состоянии, разыскав подходящее жилище, сообщают другим пчелам о его местонахождении с помощью танцев (стр. 149), причем направление к цели полета они указывают по положению солнца (стр. 149). Иногда они в течение многих часов остаются дома и, повторяя танцы, снова и снова обращают внимание пчел на возможность организовать новое гнездо. Находясь в улье, они не могут видеть, что солнце тем временем переместилось на небе. Несмотря на это, в своих продолжительных танцах они меняют угол по отношению к направлению силы тяжести в точном соответствии с тем, как изменяется за это время угол между направлением к объекту их полета и направлением к солнцу. Они делали это даже тогда, когда их в закрытом улье перенесли в подвал, откуда не было видно ни солнца, ни неба. Так пчелы еще раз подтверждают, что у них есть «внутренние часы», и вместе с тем доказывают, что они хорошо знакомы с суточным движением солнца. Однако благодаря новейшим открытиям наличие у пчел «внутренних часов» оказалось под вопросом. Кто бы мог подумать, что для пчелиного чувства времени существенное значение имеет такой внешний фактор, как земной магнетизм!

### ЧУВСТВО ВРЕМЕНИ И ЗЕМНОЙ МАГНЕТИЗМ

Основные параметры магнитного поля Земли — магнитное склонение, наклонение и интенсивность (см. стр. 125) — подвержены небольшим суточным колебаниям. Как показали многолетние точные наблюдения, они настолько регулярны, что могут служить для некоторых живых существ указателем времени, если только эти существа способны такие колебания воспринимать. Руководствуются ли пчелы, у которых эти предпосылки, очевидно, имеются, только колебаниями общей интенсивности или же они отдельно учитывают колебания магнитного склонения и наклонения, пока неизвестно. Но *воздействие* на них земного магнетизма подтверждается опытами.

Пчелиную семью дрессировали на время 14—16 часов в закрытой камере при постоянном искусственном освещении. Температура и относительная влажность воздуха тоже были постоянными. Мы уже знаем, что дрессировка на время при таких условиях удается (см. стр. 170). В один из дней колебания магнитного поля Земли были по возможности искусственно скомпенсированы. Пчелы появились в этот день на пустой чашечке уже с 6 часов утра и искали там корм; позднее посещение кормушки временами усиливалось, а после 16 часов пошло на убыль. Таким образом, эффект дрессировки был сильно нарушен, но не исчез совсем. Нужно отметить, что в этом опыте не удалось полностью исключить суточные колебания магнитного поля.

Значение земного магнетизма совершенно очевидно проявилось в другом варианте опыта. Группа пчел в условиях постоянного освещения была успешно приучена получать корм в период с 10 до 12 часов (рис. 107, верхняя диаграмма). В один из последующих дней магнитное поле в том месте, где находился улей, было искусственно усилено вдвое и была нарушена его периодичность. Как показывает нижняя диаграмма на рис. 107, прилеты дрессированных пчел распределились на все 24 часа.

Случается, хотя и редко, что сама природа создает «беспорядок» в магнитном поле. В этом случае говорят о *магнитных бурях*. Пока не удавалось наблюдать влияние таких бурь в опытах с дрессировкой на время. Однако имеются четыре опыта, в которых более сильные отклоне-

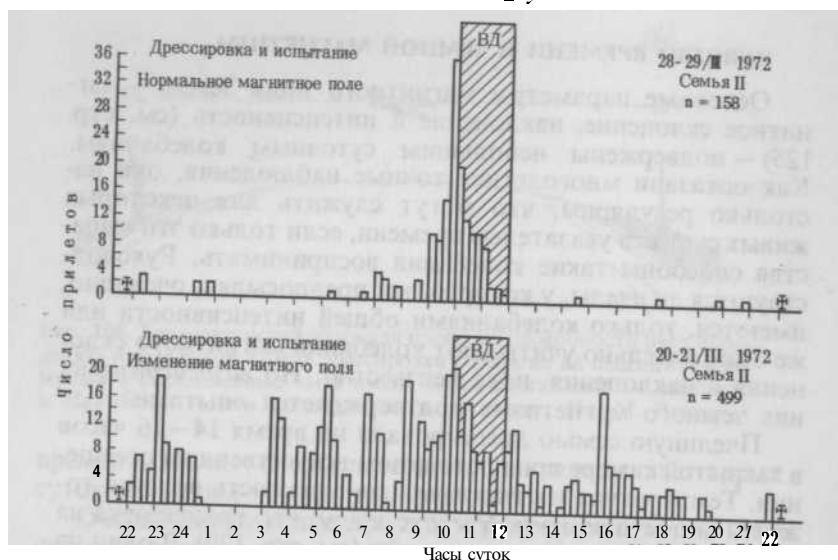


Рис. 107. Результат дрессировки пчел на время в непрерывно и равномерно освещаемом закрытом помещении. *Вверху*: опыт в нормальном магнитном поле. *Внизу*: в день контрольного опыта магнитное поле было усилено и его периодичность нарушена. Высота столбиков соответствует числу прилетов дрессированных пчел на кормушку. *ВД* — время дрессировки. В день контрольного опыта кормушка была пуста. (По М. Линдауэру.)

ния в результатах такой дрессировки совпадают с аномальными колебаниями магнитного поля в течение всего дня<sup>1</sup>.

Эти данные указывают на то, что суточные колебания земного магнитного поля служат для пчелы индикатором времени, чего ранее не предполагали. Это было изящно продемонстрировано также и в дальнейших опытах, в которых не было ни искусственных, ни естественных аномалий магнитного поля.

Дрессированные на время кормления пчелы после перевозки их из Парижа в Нью-Йорк продолжали летать к кормушке по парижскому времени, как бы по своим внутренним часам (см. стр. 171). Но при перемещении с востока

<sup>1</sup> Личное сообщение М. Линдауэра.

на запад силы земного магнетизма остаются неизменными, поэтому они могут и на новом месте служить точным указателем времени. Когда же пчелиную семью после соответствующей дрессировки на время в Вюрцбурге перевезли на 16° к северу, в зону полярного круга, параметры земного магнетизма для пчел существенно изменились, дрессировка на время нарушилась и пчел пришлось обучать заново; для этого потребовалось 14 дней. Возвращение семьи в Вюрцбург снова расстроило все дело. Однако для переучивания на этот раз понадобилось только 10 дней. До сих пор было проведено по 3 серии опытов с перевозкой в том и в другом направлении, одна из них в закрытой климатической камере. И в этой камере результат был в сущности тот же; дневной свет не играл решающей роли в нарушении результатов дрессировки<sup>1</sup>.

Мы еще не знаем, нужно ли, несмотря на новые данные, по-прежнему предполагать также существование «внутренних часов». Однако такая двойная страховка не была бы удивительной, так как способность пчел реагировать на время — свойство, имеющее для них огромное значение.

#### БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЧУВСТВА ВРЕМЕНИ

Дрессировка пчел на кормушку, наполняемую в определенные часы сиропом, совсем не такой противостественный опыт, как это могло бы показаться. Многие цветы дают пыльцу или нектар лишь в определенное время суток: утром, перед полуднем или только после полудня. В иных случаях выделение нектара хотя и продолжается целый день, но в некоторые часы оно более обильно. Это «лучшее время» у разных видов растений приходится на разные часы дня. При большом «цветочном постоянстве» пчел сборщицы в определенные часы работают очень напряженно, а в другое время бездействуют. *Биологически целесообразно, чтобы незанятые пчелы оставались дома*, потому что снаружи их подстерегает много опасностей.

Пчелы-сборщицы и в самом деле обычно остаются в улье, когда источники, с которых они берут взятку, временно перестают его давать. Вылетают только отдельные

<sup>1</sup> Личное сообщение М. Линдауэра.



разведчицы, и, если они находят, что взятка возобновился, они танцуют на сотах точно так же, как при впервые найденном новом источнике взятка (стр. 128), и снова призывают сборщиц на луг. Если время взятка строго ограничено, разведчицы тоже скоро прекращают свои вылеты в те часы, когда это совершенно бесполезно. Тогда вся группа сборщиц обычно выбирается из беспокойной сутолоки «танцевальной площадки» и дремлет в каком-нибудь укромном уголке на краю сота. Пометив членов этой группы красными пятнышками, чтобы их можно было узнать, наблюдатель при приближении часа кормежки увидит увлекательное зрелище. Идут ли «внутренние часы» своим ходом или же пчел встряхнуло магнитное поле, но жизнь, казалось бы, заснувшего общества пробуждается как от звонка будильника. Со всех сторон сползаются помеченные краской пчелы к тому участку сота, где происходят танцы. Если они не устремляются к летку сразу по собственному побуждению, то вскоре их мобилизуют подруги, уже успешно взявшиеся за работу.

Так внимательный взор наблюдателя прослеживает в пчелиной семье процессы, полные значения и регулируемые к ее выгоде по «часам». Чувство времени особенно важно для внеульевой деятельности пчел, так как только благодаря знанию времени суток пчелы в состоянии в любой час использовать солнце как компас.

### 13. ВРАГИ И БОЛЕЗНИ ПЧЕЛ

Благосостояние пчелиной семьи влечет за собой и опасности, возбуждая алчность различных лакомок. Пчелиные семьи уже давно исчезли бы с лица земли, если бы они не защищали свои сладкие зимние запасы при помощи ядовитого оружия. На родине их предков, в древних лесах, с незапамятных времен самыми большими лакомками были медведи, разорявшие много пчелиных семей.

Когда медведей стало меньше, человек сам основательно занялся грабежом меда. Современный избыток сахара, добываемого из свеклы, которая растет на отечественных землях, — достижение сравнительно недавнее. Прежде это сладкое вещество получали из сахарного тростника и при-

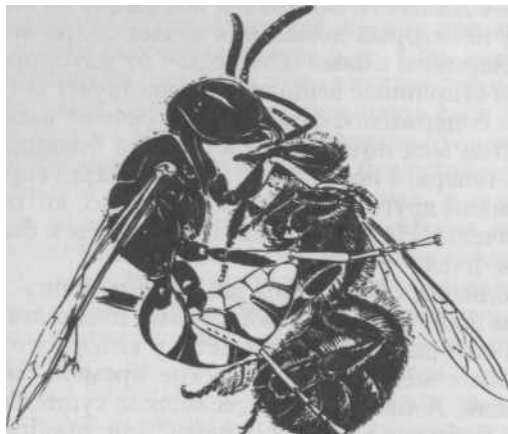
возили к нам с Дальнего Востока, а позднее — из Америки. До сих пор у некоторых домашних хозяек сохранились серебряные сахарницы с замочком, ключ от которого давно потерян. Эти старинные вещи свидетельствуют о том, как дорого было содержимое сахарниц во времена наших прабабушек. Тогда мед потребляли в гораздо больших количествах, чем теперь, а несколько столетий назад европейцы вообще не знали другого сахара, кроме того, который собирали им пчелы. Не удивительно, что человек был злейшим врагом пчел.

Потом, однако, обстоятельства переменялись. Теперь пчелы стали для человека любимыми домашними животными, за которыми он ухаживает и у которых отбирает только избыток меда. Романтические времена медведей тоже миновали. А охочие до меда мелкие существа — муравьи, осы, бабочка мертвая голова или пробравшаяся в улей мышка — хотя подчас и докучают пчелам, но вряд ли могут причинить им серьезный вред.

Но было бы неверно считать, что мир и покой пчелиной семьи теперь никем не нарушается. У пчел осталось еще так много врагов, что только о них можно было бы написать целую книгу. Такие книги уже есть. Пусть пчеловод обращается к ним, чтобы научиться распознавать врагов пчел и вести с ними борьбу. Здесь же нам хочется немного поговорить о тех из них, которые в какой-то мере интересны сами по себе.

Возьмем, например, *пчелиного волка*. На самом деле это совсем не волк, а роющая одиночная оса (филант), получившая такое название за свои разбойничьи наклонности. Роющие осы близки к общественным осам, но живут в одиночку, охотясь на различных насекомых, которыми кормят своих личинок, причем каждый вид роющих ос охотится за определенной добычей и мастерски умеет ее выслеживать и одолевать.

Пчелиный волк избрал своей жертвой хорошо вооруженную медоносную пчелу. Чуть крупнее пчелы, но значительно более ловкий, чем она, филант нападает на пчелу, когда она работает на цветке, вонзает жало ей в шею или в мягкое сочленение между передне- и **среднегрудью** (рис. 108). Затем филант обхватывает брюшко пчелы в том месте, где находится медовый изобик, выжимает из него через



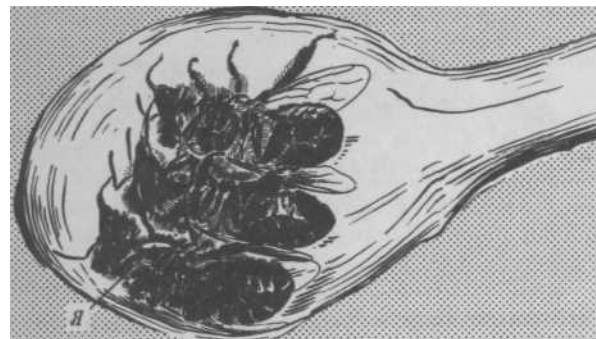
**Рис. 108.** Пчелиный волк парализует своим жалом медоносную пчелу. (Рисунок Т. Хёлльдоблера по фотографиям В. Ратмайера.)

рот нектар, собранный пчелой с цветов совсем для другой цели, и подкрепляется им. Теперь, прижав пчелу к своему брюшку, филант летит с ней к норе, заранее вырытой в песчаной почве. Глубокий коридор ведет в помещение для расплода. Разместив здесь в ряд три-четыре пчелы, филант откладывает одно яйцо и переносит свою деятельность в другое расплодное ответвление гнездового хода.

Из яйца выводится личинка, похожая на личинку мухи, которая сразу начинает пожирать одну за другой заготовленных для нее пчел (рис. 109). Так как пчелы не убиты, а только парализованы жалом осы, они остаются свежими, как хорошо законсервированные запасы мяса. В то же время они беззащитны и отданы во власть ленивой личинки. Выросшая личинка окукливается, и на следующее лето из гнезда выходит молодая оса, которая продолжает дело своей матери.

В некоторых местностях, где пчелиный волк находит благоприятные условия для устройства гнезд, он может размножиться в таком количестве, что будет причинять серьезный вред пчеловодству.

Если пчелиный волк — это вооруженный рыцарь-грабитель, то *пчелиная вошь* (браула) — существо совсем иного



**Рис. 109.** Одна из многочисленных расплодных камер в гнезде пчелиного волка. Я — отложенное яйцо. (Рисунок Т. Хёлльдоблера по В. Ратмайеру.)

рода. Прежде всего нужно сказать, что она так же мало напоминает вошь, как филант — волка. Пчелиные вши гораздо ближе к мухам, только они утратили крылья вследствие паразитического образа жизни. Своим названием эти насекомые обязаны тому, что они, подобно вшам, ползают в опушении, покрывающем тело пчелы, причем коготки на кончиках лапок позволяют им надежно удерживаться там. Вши предпочитают матку, на которой в пораженных ульях можно обнаружить с десятков браул. Попадают они и на рабочих пчелах, но в гораздо меньшем числе.

Проголодавшись, браулы перебегают на голову пчелы, крепко прицепляются возле ее ротового отверстия и бьют ножками по губе (рис. 110). Щекотание в этом месте означает у пчел «на языке усиков», что подруга голодна. И действительно, пчела открывает рот и выпускает из него капельку меда. Особого вреда браулы пчелам не причиняют, но, если их много, матка все же становится беспокойной и откладывает меньше яиц. Заботливый пчеловод вылавливает ее из улья и, держа в горсти, окуривает, чтобы освободить от непрощенных «гостей».

Кроме разбойницы осы и лакомки мухи, у пчел есть



Рис. НО. Рабочая пчела с двумя пчелиными вшами, одна из которых выпрашивает у нее корм.

еще один очень распространенный и особенно вредный враг. Это бабочка *восковая моль*, родственница известной всем платяной моли. Они имеют много общего друг с другом. Обе — настоящие маленькие бабочки. Как это свойственно бабочкам, они вылупляются из яиц в виде гусениц, усердно откармливаются и превращаются затем в куколок, чтобы после долгой стадии покоя сбросить кукольный покров и появиться на свет мотыльками.

Будучи уже вполне развитыми бабочками, оба вида моли не могут пожирать что-либо из наших или из пчелиных запасов, потому что их ротовые части атрофированы. Они вообще не в состоянии принимать пищу и всю свою короткую, измеряемую неделями жизнь питаются жиром, накопленным в стадии гусеницы. В обоих случаях вредителями являются гусеницы, и в обоих случаях им по вкусу материал, совершенно не усваиваемый нашим желудком, как, впрочем, и желудками почти всех остальных живых существ.

Шерстяные и подобные им волокна, поедаемые личинками платяной моли, так же как и воск пчелиных сотов, разрушаемый личинками восковой моли, — высокоценные питательные вещества, но расщепляются они с трудом. Способность гусениц молей усваивать эти источники питательных веществ составляет особую тайну их специализированных пищеварительных соков. Роговой материал, из которого состоит волос, — это белковое вещество, со дер-

жащее все, что необходимо для построения тела. Воск — небелковое, близкое к жиру соединение, поэтому восковая моль не может развиваться, если ее кормить одним воском. Ей нужна содержащая белок подкормка, которую она в изобилии находит в сотах в виде перги, а также остатков и отбросов законных обитателей улья.

Сот, в котором поселились гусеницы восковой моли, представляет печальное зрелище. Он во всех направлениях пронизан ходами, которые выедают гусеницы, и загрязнен ее испражнениями и паутиной, с помощью которой она старается защитить свои ходы. Каждая гусеница живет в изготовленном ею самой шелковистом туннеле — в этом она сходна с платяной молью. В здоровой и сильной пчелиной семье это, конечно, мало помогает гусеницам, но слабая семья не в состоянии справиться с захватчиками. Самый большой вред причиняют они на пасеке нерадивого пчеловода запасам сотов, находящимся не в ульях, а на складе. Здесь, не подвергаясь нападению пчел, гусеницы моли за короткий срок нередко уничтожают все соты.

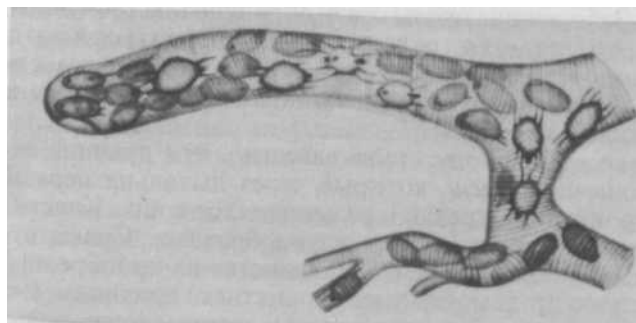
До сих пор речь шла о разбойниках и паразитах. Но когда паразиты настолько малы, что могут проникать внутрь тела пчелы и поселяться там, они становятся возбудителями болезни. В начале нашего столетия сперва на острове Уайт, а затем в Англии был обнаружен неизвестный ранее возбудитель болезни пчел, который в последующие годы, к сожалению, распространился по всей Европе. Заболевшие пчелы сразу обращают на себя внимание тем, что летают с трудом, не могут держаться в воздухе, опускаются на землю и часто через короткое время погибают. В тяжелых случаях дело доходит до опустошения всей пасеки.

Только в 1920 году стало известно, что причина этого — крошечный *клещ*, который через дыхальца переднегруди проникает в трахеи и размножается в них. Клещи — мелкие животные из класса паукообразных. Существует очень много видов клещей. Большинство их приобрели известность по другим, не менее неприятным причинам. Есть клещи — вредители мучных запасов, сырные клещи, чесоточные клещи, поселяющиеся в коже нечистоплотных людей, и другие. Есть среди клещей и любители пчел. Они нашли себе уютное жилище в трахеях — дыхательных путях,

имеющих форму трубочек. Стоит им только проколоть стенку трахеи, и можно сколько угодно сосать питательную пчелиную кровь. При сильном размножении клещи своими телами, крупными яйцами, остатками крови и испражнениями закупоривают дыхательные пути пчел (рис. 111). Их вредные выделения также сокращают жизнь пчелы. Слабое поражение пчелиной семьи может не принести ей большого вреда и часто остается **незамеченным**; но тем большую опасность представляет оно из-за возможности дальнейшего распространения инфекции.

Мы только что познакомились с заболеванием дыхательных путей, но пчелу не щадят и болезни органов пищеварения. Наиболее злокачественная из них — *нозематоз*, названный так по ее возбудителю — *Nosema apis*.

Паразит нозема относится к одноклеточным существам, видимым только в микроскоп. Он похож на амёбу — широко известное низшее животное неопределенной формы, напоминающее крошечный комочек слизи, который медленно, как бы перетекая, движется в тине водоема. В отличие от этого «споровики», к которым принадлежит нозема, перешли к паразитическому образу жизни; поселяясь в клетках и органах других животных, живя за их счет, они причиняют своим хозяевам большой вред, а при массовом размножении, несмотря на свои крошечные размеры, могут даже погубить их. Тем самым они,



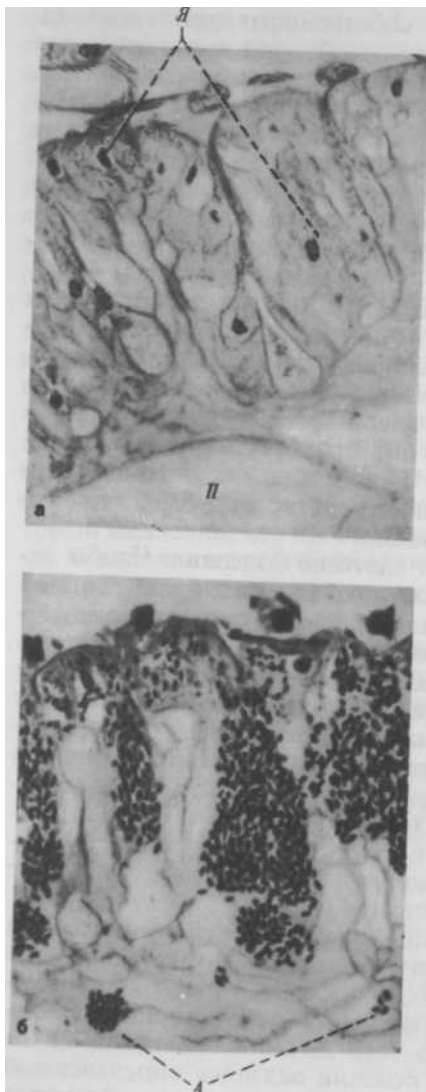
**Рис. 111.** Трахеи пчелы, заполненные клещами. Между клещами видны отложенные ими яйца почти такой же величины, как и сами клещи. (По Моргенталеру; сильно увеличено.)

конечно, подрывают основу собственного существования. Однако природа позаботилась, чтобы род этих маленьких чудовищ не вымер. Даже находясь в самых благоприятных условиях, они образуют внутри себя капсулы с плотными стенками, напоминающие растительные споры (поэтому их и называют споровиками); в такой капсуле заключен как бы зародыш нового паразита (рис. 112, а и б). Споры чрезвычайно стойки и годами могут сохранять жизнеспособность. Благодаря им болезнь распространяется все шире и шире.

Паразит поселяется на слизистой оболочке кишечника и разрушает ее. При сильном поражении кишка вскоре заполняется бесчисленными спорами, которые с экскрементами выходят наружу и заражают здоровых пчел. Болезнь может также протекать в очень широко распространенной слабой форме, но нередко она приобретает угрожающий характер и причиняет много забот владельцам пчел. Сейчас, однако, есть действенное средство борьбы с этой болезнью — антибиотик фумидил.

Семью пчел не щадят и «детские болезни». Чтобы закончить наш краткий обзор, познакомимся еще с одной группой возбудителей инфекции, сделав для этого следующий шаг за пределы видимого мира. Возбудители многих инфекционных болезней человека — низкоорганизованные мельчайшие растительные существа, размножающиеся простым делением, — грибы и бактерии. Тиф, холера, дифтерия, туберкулез и другие болезни вызываются такими незаметными паразитами, видимыми только под микроскопом. Хотя размеры их тела составляют всего лишь тысячные доли миллиметра, в результате чудовищно быстрого размножения и выделения вредных веществ они могут вызывать тяжелые заболевания.

Однако история инфекционных болезней человека еще не знает такого бурного поражения и уничтожения всего тела, которое, как правило, происходит при *злокачественном (американском) гнильце* пчел. Болезнь поражает только пчелиный расплод, то есть личинок, развивающихся в ячейках. Возбудителем болезни оказался определенный вид бактерий, который поражает личинку большей частью перед самым окукливанием и так быстро размножается, что почти за 24 часа инфицирует все тело своей жертвы



**Рис.** 112. в. Продольный срез кишечной стенки здоровой пчелы; Я — ядра клеток; П — внутренняя полость кишки. б. Продольный срез кишечной стенки пчелы, больной нозематозом. Клетки заполнены бесчисленными спорами. Чтобы они были лучше видны, их окрасили. Частично (А) они уже вышли в полость кишки; так споры попадают в экскременты и инфекция распространяется дальше. (Сильно увеличено. Препарат Г. Ренга, фото А. Лангвальда.)

и разрушает его. Личинка темнеет, а затем превращается в слизистую, тягучую массу. Бывают семьи с таким фанатическим стремлением к чистоте, что пчелы вытаскивают из улья каждую личинку еще в самом начале заболевания и тем спасают всю семью от тяжелой инфекции; но, как правило, заботливый уход молодых рабочих пчел становится роковым для еще здоровых личинок. Вычищая остатки разложившихся трупов из ячеек, чтобы приготовить их к приему новых яиц, молодые пчелы сами становятся носителями инфекции и во время дальнейшей деятельности в качестве пчел-кормилиц (см. стр. 55) заражают своих питомцев.

Таким образом, и в хваленном общественном устройстве пчел не всегда все в порядке — на этой Земле нет ничего безошибочного и безупречного.

#### 14. ПЕРЕХОДНЫЕ СТУПЕНИ К СЕМЬЕ МЕДОНОСНОЙ ПЧЕЛЫ

Хотя ни один человеческий глаз этого не мог пронаблюдать, биологи убеждены, что в ходе истории Земли высокоорганизованные животные развились из более простых форм. Так и пчелиная община не возникла сразу, а должна была *постепенно совершенствоваться*. Мы не знаем живых общественных насекомых, которых можно было бы считать прямыми предками медоносной пчелы; но среди ее теперешних родственников нам известны как одиночно живущие виды (некоторые из них обладают зачатками общественных инстинктов), так и формы, образующие колонии с различной степенью развития общественной организации. Эти промежуточные ступени, конечно, нельзя считать отпрысками древних насекомых, находившихся в начале той эволюционной лестницы, которую прошли наши пчелы. Мы должны рассматривать их как боковые ответвления, которые в своем развитии ушли не так далеко. Однако они позволяют нам предполагать, какими путями могло идти подобное развитие.

### ОДИНОЧНЫЕ ПЧЕЛЫ

Многих удивит, что образование семьи в семействе пчелиных отнюдь не правило, а скорее исключение. Нам известны тысячи видов пчел, которые всю жизнь проводят в одиночку. Некоторые из них очень похожи внешне на медоносных пчел, другие еще крупнее и сильнее их, а иные так мелки и стройны, что неспециалист может принять их за крылатых муравьев. Все они строят ячейки, собирают мед и цветочную пыльцу для будущих личинок, но каждая самка работает только для себя, в одиночестве, без поддержки «рабочих пчел». У каждого из этих существ есть свои особые формы заботы о потомстве; нередко они так своеобразны, что описание образа жизни одиночных пчел можно отнести к наиболее увлекательным главам биологии насекомых.

Например, существует пчела, которая устраивает свое гнездо в ходах, прогрызаемых в древесине. В конце коридора она приносит цветочную пыльцу и нектар, приготавливает из них медовое тесто и откладывает на него яйцо. На некотором расстоянии от яйца, так, чтобы оставалось достаточно места для подрастающей личинки, она возводит поперечную перегородку из смолы. К первой камере пристраиваются вторая, третья и четвертая; каждая из них снабжается медовым тестом, яйцом и защитной стенкой из смолы (рис. 113). Наконец, пчела замазывает смолой входное отверстие и больше уже не заботится о своем потомстве.

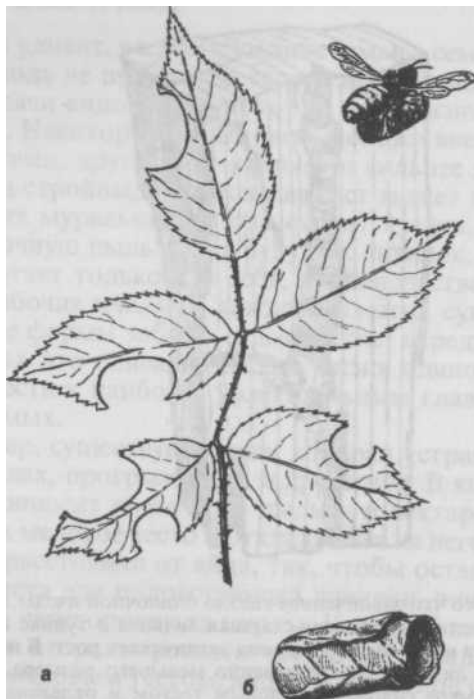
Каждая вылупившаяся из яйца личинка находит возле себя столько корма, сколько ей нужно для полного развития. Затем она окукливается в своем домике из дерева и смолы, а превратившись во взрослую пчелу, прогрызает себе дорогу на волю. Вышедшие из камер самцы и самки спариваются в воздухе. Самцы вскоре погибают, а осемененные самки, повинувшись инстинкту, строят колыбели для своих детей, как это делала их мать. Они не могли видеть ее за этой работой и никогда не увидят своих собственных детей.

А пчела-листорез! Она проделывает ход, например, в трухлявом дереве, затем летит к кустам розы, сирени малины или других растений, острыми, как ножницы, челю-



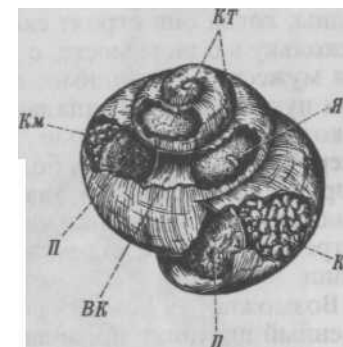
Рис. 113. Только что законченное гнездо одиночной пчелы *Eriades* (в натуральную величину). Самая старшая личинка в тупике коридора уже съела почти весь запас корма, она заканчивает рост. В последующих ячейках — личинки соответственно меньшего размера. Каждая личиночная камера снабжена медовым тестом и отделена от других смольными перегородками. Мать видна у входного отверстия. (Из коллекции К. Фриша, Бруннвинкль.)

стями вырезает кусок листа и, свернув его в трубку, несет в проделанный ею в дереве канал. Она кроит свой строительный материал по двум выкройкам — овальной и круглой. Из овального кусочка листа она делает колыбельку в форме наперстка. Сюда она приносит в качестве запаса продовольствия смесь нектара и цветочной пыльцы. После этого она откладывает на кормовую массу яйцо и закрывает наперсток круглым кусочком листа (рис. 114). В зависимости от размеров помещения она строит несколько, иногда до десятка, подобных гнездышек, примыкающих один к другому. Многие, вероятно, замечали на своих розовых кустах такие поврежденные листья, не подозревая, что это одиночная пчела добывала здесь строительный материал для колыбелей своих детей.



**Рис. 114.** *а.* Пчела-листорез (*Megachile*) вырезает челюстями из листьев овальные и круглые кусочки и, скатав каждый из них в рулон, относит их в свое гнездо (сверху справа). *б.* Отдельное гнездышко: стенки и дно сформированы из овальных, подвернутых снизу кусочков листа, крышка — из круглого кусочка. Внутри находятся кормовое тесто и яйцо. (В натуральную величину.) (Из коллекции К. Фриша, Бруннвинкль.)

Но, пожалуй, самые удивительные гнезда устраивает одна из пчел-каменщиц. Она отыскивает для каждого яйца пустую раковину улитки, приносит в самую глубину ее кормовое тесто для личинки и откладывает на него яйцо (рис. 115). На некотором расстоянии от яйца она сооружает поперечную перегородку из пережеванных листьев и забивает остальную часть спиральною о прохода внутри раковины мелкими камешками, закрепляя их второй поперечной стенкой из разжеванных листьев. Но и это ей ка-



**Рис. 115.** Гнездо пчелы-каменщицы в пустой раковине улитки. *КТ* — кормовое тесто; *Я* — яйцо; *ВК* — камера, заполненная воздухом; *Я* — перегородки из пережеванных листьев; *Км* — камешки. (Увеличено в два раза.)

жется недостаточным для защиты потомства, которому угрожают многочисленные враги. Не щадя сил она таскает соломинку за соломинкой и строит из сухой травы, тонких сухих веточек или хвойных игл шалаш (рис. 116), под которым совершенно скрывается улиточный домик.

Обо всем этом можно еще долго рассказывать. Но обратимся лучше к тем формам, у которых появляются уже зачатки общественного образа жизни.

Некоторые виды пчелиных в местах с хорошими условиями для гнездования располагают свои гнезда близко одно к другому. Хотя эти насекомые совершенно безо-



**Рис. 116.** Раковина с пчелиным яйцом укрыта шалашом из стеблей. (Из коллекции К. Фриша, Бруннвинкль.)

бидны, когда они строят свои гнезда обособленно или по нескольку в одном месте, с увеличением размеров поселения мужество их, видимо, возрастает. Они защищаются, если нужно, и роем нападают на того, кто их беспокоит. Некоторые виды осенью отыскивают земляные норы и перезимовывают в них большими сорищами. Пусть эти сорища определяются благоприятными условиями гнездования или заманчивым укрытием — здесь уже можно усмотреть известное стремление к общественному укладу жизни.

Возможно, в своей первоначальной форме общественный инстинкт проявляется лишь в стремлении насекомых просто держаться вместе — без определенной цели. На рис. 117 изображен верхний конец засохшего цветочного стебля, на котором собрались на ночлег несколько самцов одного вида мелких одиночных пчел (род *Halictus*). Днем в хорошую погоду они разлетаются во все стороны, но как только небо затягивают дождевые тучи, а также каждый вечер с наступлением сумерек они собираются в том же месте для совместного отдыха. Этот стебель ничем не отличается от множества окружающих его точно таких же стеблей. Пчелы не находят на нем теплого приюта — в венчике любого цветка они были бы лучше защищены от холода, чем на этом стебле, качающемся от ветра. Они не находят здесь ни защиты от дождя, ни пищи, и самки их вида обитают где-то совсем в другом месте. Им приходится довольствоваться здесь своим собственным обществом, и, по-видимому, они чувствуют в нем потребность.

Конечно, это еще нельзя назвать постоянным сообществом. Но если такой общественный инстинкт пробуждается в женских особях и затрагивает их деятельность, то он может привести к образованию сообщества. Нам известен один вид пчел, которые роют в глинистой почве шахту и устраивают здесь пещерку с изящным глиняным сотом (рис. 118). В ячейки этого сота пчела откладывает яйца. Она ухаживает за подрастающими личинками и кормит их, охраняет гнездо и доживает до того времени, когда они становятся взрослыми пчелами.

У другого, близкого вида вышедшие из ячеек молодые пчелы не разлетаются в разные стороны, а остаются на месте. Они продолжают отстраивать начатый матерью сот,

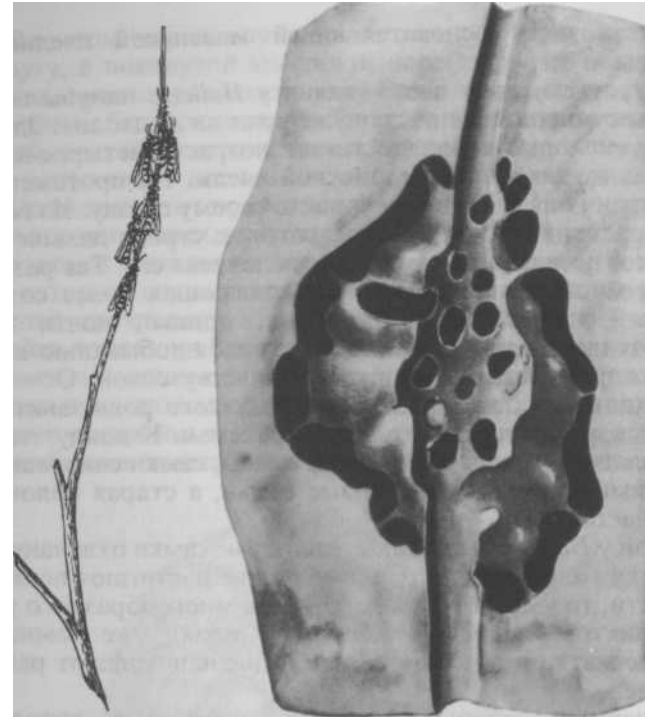


Рис. 117. Шесть самцов одиночной пчелы из рода галиктов (*Halictus*), которые в плохую погоду, а также для ночлега постоянно собираются на одном и том же месте засохшего стебля. (В натуральную величину.) (Из коллекции К. Фриша, Бруннвинкль.)

Рис. 118. Глиняный сот пчелы *Halictus quadricinctus*, встроенный в глиняную стену. Входная шахта и полость гнезда вскрыты спереди. Слева взломана одна ячейка. (Уменьшено вдвое.)

откладывают яйца в то же самое гнездо и все вместе ухаживают за расплодом. Та, которая приносит корм, отдает его в распоряжение всей семьи, а не только своего собственного потомства. Лишь наступление осени нарушает это совместное существование. Следующей весной каждая самка начинает все **заново**: закладывая гнездо в одиночку,



она становится основательницей маленькой пчелиной общины.

К третьему виду пчел — галикту *Halictus marginatus* — название «одиночная пчела» уже вряд ли подходит. Здесь основательница гнезда достигает возраста четырех-пяти лет, так же как матка медоносной пчелы. На протяжении всей жизни она сохраняет верность своему гнезду. Из года в год растет число ее дочерей, которые строят дальше то же самое поселение, постепенно увеличивая его. Так развивается многолетняя семья, насчитывающая более сотни членов — сплошь самок, которые, однако, почти все остаются неплодными и посвящают себя добыванию корма, уходу за расплодом и строительству сотов. Основательница гнезда, освобожденная от такого рода занятий, остается дома и становится маткой семьи. К концу этого многолетнего цикла появляются самцы, самки спариваются с ними и основывают новые семьи, а старая колония распадается.

Если у *Halictus marginatus* неплодные самки отличаются от матки только тем, что их яичники не достигают полной зрелости, то у другого представителя многообразного рода галиктов — *Halictus malachurus* — самки уже намного меньше матки и поэтому даже внешне напоминают рабочих пчел.

Теперь поговорим о шмелях — насекомых, которые полностью завершили переход к общественному образу жизни.

#### ШМЕЛИНОЕ СООБЩЕСТВО

Несмотря на свой неуклюжий облик, шмели по внешнему и внутреннему строению имеют так много общего с пчелами, что в зоологии их причисляют к одному семейству пчелиных (Apidae). По своему образу жизни шмели тесно примыкают к описанным выше формам и служат еще одним связующим звеном между одиночными и общественными пчелами. Это, возможно, звучит странно для тех, кто знаком с гнездами наших шмелей и его маткой, которую окружает оборонеспособная и прилежная семейка и которую никак нельзя назвать одиночной самкой. Но рассмотрим внимательнее.



В густом мху на опушке леса, между кустиками травы на лугу, в покинутой мышинной норе и других подобных местах можно разыскать шмелиное гнездо. Величиной с ладонь, с беспорядочно расположенными сотами, закрытое оболочкой из воска или мха, оно содержит от нескольких десятков до нескольких сотен обитателей (рис. 119).

Оснащенные от природы длинным хоботком, щеточками и корзиночками, шмели, подобно медоносным пчелам, перелетают с цветка на цветок и собирают нектар и пыльцу, которые служат им единственной пищей. Поэтому шмелей причисляют к важнейшим опылителям. Для постройки сотов они используют воск, который выделяется из их тела, смешивают его со смолой и цветочной пыльцой и делают из этой массы неуклюжие круглые ячейки. Экономная постройка шестигранных ячеек им еще чужда. Ни одна община шмелей не переживает в наших широтах зи-

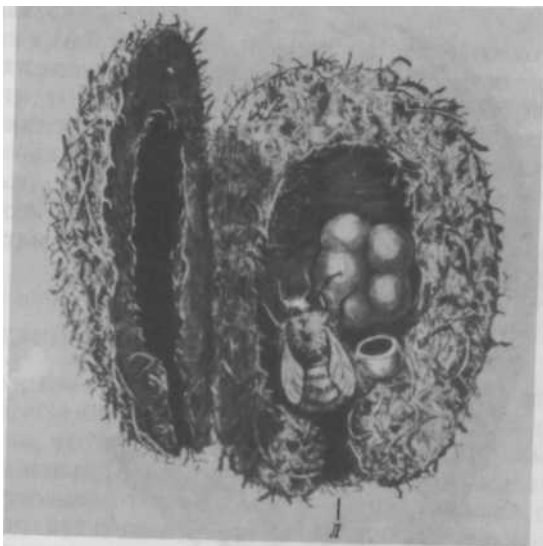


**Рис. 119.** Подземное гнездо каменного шмеля; восковая оболочка гнезда частично удалена, чтобы был виден сот. Справа — матка. (2/3 натуральной величины; По Буттель-Реепену.)

му. Осемененные осенью самки проводят зиму в спячке в каком-нибудь убежище, и в следующем году каждая из них основывает новую семью.

Уже ранней весной можно видеть, как они разыскивают на земле подходящее для гнезда место или работают на цветках, собирая первые запасы корма. На этой стадии шмелиная самка, как и одиночная пчела, может полагаться только на себя. Она строит изящное маленькое гнездо, закрытое со всех сторон и имеющее только одно отверстие для входа и выхода. Внутри она делает круглые ячейки для первого расплода, а рядом — горшочек, напоминающий пузатую бутылку, который на случай дождливой погоды наполняется медом (рис. 120).

У многих видов, строящих гнезда из мха или другого рыхлого материала, матка водружает над молодым сотом оригинальный защитный колпачок. Поверх гнезда она от-



**Рис. 120.** Молодое гнездо полевого шмеля. Оболочка из мха вскрыта и отогнута. Гнездо, кроме летного отверстия (Л), со всех сторон закрыто. Самка пока еще одна. В маленьком соте подрастают первые рабочие особи. Справа — медовый горшочек. (В натуральную величину.) (Из коллекции К. Фриша, Бруннвинкль.)

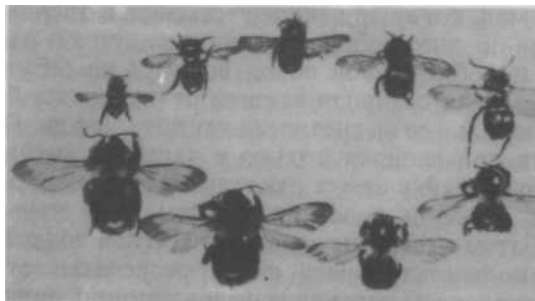
рыгивает мед, который вскоре застывает в твердый леденец. Когда позднее рабочие пчелы выведутся и надстроят сот, они, подобно живой печке, возьмут на себя обогрев расплода. Такая сахарная защита от непогоды была бы бесполезна там, где на гнездо может лить дождь. По-видимому, она применяется только в укрытых местах.

В первую ячейку самка откладывает примерно полдюжины яиц и обеспечивает их запасом меда и цветочной пыльцы. Затем отверстие запечатывается, а позднее, когда личинки подрастут, самка снова распечатывает ячейку и пополняет запасы корма для подрастающих личинок. Но все же первое потомство шмелей развивается в тесноте, и для такого числа голодных ртов корма не хватает. Поэтому шмелиные первенцы не достигают нормальных размеров.

В определенное время каждая личинка прядет кокон и превращается в куколку. Экономная мать сгрызает с ячеек ставший теперь ненужным восковой строительный материал, чтобы использовать его в другом месте, и коконы остаются неприкрытыми. Выходящие из них шмели из-за скудного питания не только отстают в росте, но и имеют недоразвитые яичники. Так возникают рабочие особи, которые сами не производят потомства, но строя ячейки и ухаживая за деткой, помогают в этом основательнице гнезда. Последняя теперь становится настоящей маткой.

По мере появления новых помощниц матка все больше и больше освобождается от работ и вскоре посвящает себя исключительно откладке яиц. Сот растет теперь быстрее, ячейки становятся просторнее, питание личинок обильнее, и поэтому последующие поколения шмелей крупнее и лучше развиты. Так на протяжении весны и лета образуются все последовательные переходные формы от первых недоразвитых из-за голодания насекомых до вполне развитых самок (рис. 121).

Летом выводятся и самцы. Они вылетают роем на поиски молодых самок, с которыми спариваются в воздухе. Поздней осенью самцы погибают, так же, впрочем, как и старая самка и все рабочие особи. Собранных ими запасов хватает только на короткие периоды неблагоприятной погоды, но не на долгую зиму, и, кроме того, легкое шме-



**Рис. 121.** Различные формы самок полевого шмеля, собранные в одном гнезде 2 сентября 1935 года. Наряду с полностью развитыми самками — матками следующего года — в гнезде оказались также крошечные рабочие особи, сохранившиеся со времени основания гнезда. (В натуральную величину.) (Из коллекции К. Фриша, Бруннвинкль.)

линое гнездо не могло бы защитить семью от морозов. Только осемененные самки прячутся в подходящие укромные места и на будущий год становятся матками.

У медоносной пчелы рабочие особи во многом отличаются от матки по строению своего тела и образуют отдельную «касту». Вспомогательные самки шмелей — это всего лишь недоразвившиеся матки. Но можно себе представить простой путь развития общественного образа жизни, при котором возникновение — так сказать, из-за плохого ухода — этих не способных к размножению, но выполняющих все остальные работы самок-помощниц было первым шагом к образованию настоящей касты рабочих особей.

Итак, шмелиная матка весной начинает свою деятельность как одиночная пчела; но она вполне сходна с одиночной пчелой только на далеком севере, где из-за короткого лета не хватает времени для развития нескольких поколений. Там дело вообще не доходит до появления самок-помощниц и вся работа по строительству гнезда и уходу за расплодом, точно так же как у одиночных пчел, выполняется самкой. Хорошо, если ей удастся за несколько теплых летних недель вырастить потомство до такой стадии, чтобы сохранить свой вид до будущего года.

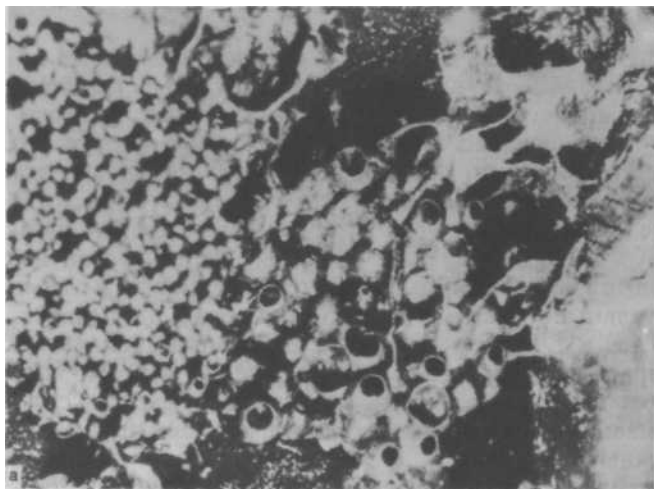
#### БЕЗЖАЛЫЕ ПЧЕЛЫ

Пчелы, которые не жалят? Да, есть и такие! Даже несколько сот видов, но не у нас. Они обитают в тропиках Старого и Нового Света. Делались попытки акклиматизировать таких пчел у нас. Кто же не захочет иметь «розу без шипов»? Но это было вдвойне ошибкой. Во-первых, эти пчелы не подходят для нашего климата, и, во-вторых, хотя ядовитое жало у них атрофировано, они очень сильно шиплются. Когда, защищая свое жилище, пчелы массой набрасываются на врага, они стараются проникнуть в самые чувствительные места кожного покрова — подмышки, уголки глаз и т. п. При этом они так крепко вцепляются в тело врага, что стряхнуть их совершенно невозможно: они скорее позволят оторвать себе голову, чем отпустят. Когда знаешь об этом, жало наших пчел кажется вполне симпатичным.

Обладающие рядом своеобразных особенностей безжалые пчелы (мелипоны) выделены в самостоятельное подсемейство *Meliponinae*, обособленное от подсемейства пчел (*Apinae*). Мелипоны во многих отношениях примитивнее медоносных пчел. У них нет такого совершенного «разделения труда» и такого тщательного ухода за расплодом. Если медоносные пчелы весь сезон с неослабевающим вниманием ухаживают за своими личинками и кормят их, то мелипоны, так же как одиночные пчелы, снабжают отложенные яйца запасом теста из меда и пыльцы, запечатывают ячейку и больше уж не заботятся о подрастающем потомстве. Для строительства сотов они применяют выделяемый ими воск, смешанный с землей, глиной или растительным материалом.

Многие виды мелипон обладают уже искусством делать шестигранные ячейки. По организации общественной жизни они значительно превзошли шмелей. Некоторые виды живут многочисленными семьями, которые размножаются роями, подобно семьям наших медоносных пчел.

Многочисленные виды безжалых пчел стоят на разных ступенях развития. Среди них имеются, например, настоящие карлики, у которых длина тела едва достигает двух миллиметров. Их соты своими круглыми, беспорядочно **тристроеными** друг к другу ячейками для расплода

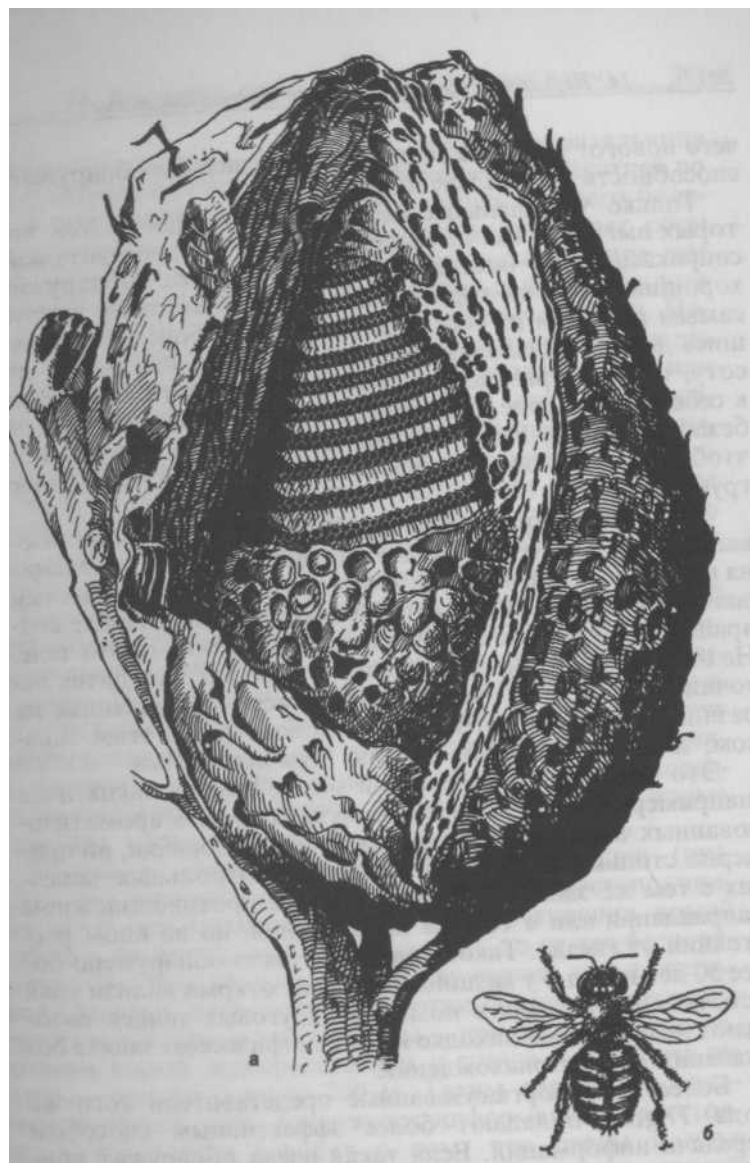


б

**Рис. 122.** а. Прimitивное гнездо безжалой пчелы *Trigona eridipennis*. Слева — ячейки для расплода, справа — горшочки для запасов. б. Пчела при двукратном увеличении. (По М. Линдауэру.)

и большими медовыми горшочками очень напоминают шмелиные (рис. 122). С другой стороны, есть виды, отстраивающие аккуратные, ровные восковые соты, которые в отличие от вертикально висящих сотов нашей медоносной пчелы располагаются горизонтально и только с верхней стороны имеют ячейки с расплодом. Для хранения запасов меда здесь, так же как и у шмелей, используются пузатые вместилища (рис. 123). У некоторых видов они достигают величины куриного яйца.

Есть различия не только в способе строительства сотов, но и во всей организации жизни сообщества. Поэтому именно среди многочисленных видов этих общественных насекомых следовало бы искать более ранние ступени развития способностей к целесообразному взаимодействию и обмену информацией. Как дошли медоносные пчелы до столь сложного «языка»? Может ли сравнительное изучение «языка» их родственников помочь выяснению этого вопроса? Изучение шмелей в этом смысле не дает нам ни-



**Рис. 123.** а. Гнездо безжалой пчелы мелипоны. Оболочка гнезда частично удалена, чтобы показать горизонтально расположенный сот с открытыми ячейками (вверху) и медовыми горшочками (внизу) (сильно уменьшено). б. Пчела при двукратном увеличении. (По Дюфлейну и Линдауэру.)

чего **НОВОГО**: у них мы напрасно пытались бы обнаружить способность к передаче информации.

Только у маленьких безжалых пчел, постройки которых выглядят как шмелиные гнезда, мы действительно соприкасаемся с истоками пчелиного языка. Обнаружив хороший источник корма, они мобилизуют своих подруг самым простым из всех мыслимых способов: возвратившись домой, удачливая сборщица возбужденно бежит по соту, толкает празднично сидящих на нем подруг, привлекая к себе их внимание, а затем, трясясь всем телом, быстро бежит в сторону летка. Потом она еще раз возвращается, чтобы тем же способом увлечь к летку новую небольшую группу пчел.

Этим все и ограничивается. И тем не менее мобилизованные ею подруги получают недвусмысленное указание на происхождение находки. Оно передается *специфическим запахом цветков*, которые посетила сборщица. После возвращения в улей она все еще сохраняет его на своем теле. Не имея никакого представления о том, где находится источник корма, новички ищут его во всех направлениях на разном расстоянии от гнезда, руководствуясь этим запахом, и в конце концов находят нужные цветки.

Это доказывает следующий опыт. Группа таких пчел (например, *Trigona droryana*) получала корм в ароматизированных чашечках. Туда же прилетели и новички, но примерно столько же их появилось и на контрольных чашечках с тем же запахом, размещенных в противоположном направлении или в том же направлении, но на ином расстоянии от гнезда. Такое поведение было обнаружено более 50 лет назад и у медоносных пчел: открыв вблизи улья источник корма, они с помощью круговых танцев сообщают дома о своей находке и ее специфическом запахе без указания ее местонахождения.

Более высокоорганизованные представители того же рода *Trigona* обладают более эффективным способом передачи информации. Если такая пчела обнаружит обилие корма на некотором расстоянии от улья, то уже через час это место кишит усердными сборщицами, как если бы это были медоносные пчелы, узнавшие о направлении и расстоянии по виляющим танцам. Между тем такие безжалые пчелы, как, например, *Trigona postica* (Бразилия),

пользуются другим способом: первооткрывательница взятка мобилизует подруг только оживленной бегом по соту и прерывистым жужжанием, в результате чего большинство их покидает гнездо и в ожидании летает роем перед своим жилищем. Затем первооткрывательница еще несколько раз отправляется за взятком и после каждого возвращения домой выманивает из улья новых пчел. Потом ее поведение внезапно **меняется**: во время полета к дому она несколько раз опускается на травяные стебли или камешки, оставляя на них ароматические метки — выделения своих челюстных желез. Появившись перед гнездом, она устремляется к ожидающему ее рою новичков и своими зигзагообразными полетами понуждает их пуститься вместе с ней в путь по душистому следу, который хорошо воспринимает и нос человека. Так она направляет группу к цели, которой достигает вместе с другими.

Подобные действия приводят к успеху при массовой вербовке на определенную цель. Однако здесь нет той регулируемой мобилизации, зависящей от ценности источника корма, которая возможна у медоносных пчел. Последние с помощью своих танцев посылают ульевых подруг к месту находки без всякого сопровождения и одновременно, передавая цветочный запах, приспособливают численность высылаемой рабочей группы к количеству корма в цветках определенных растений.

У другого рода безжалых пчел — у мелипон (рис. 123) — мы находим первый шаг к описанию местоположения цели: они, подобно тригонам, возвратившись домой с обильного источника корма, жужжат, но не так беспорядочно. Чем дальше путь к источнику взятка, тем длительнее отдельные, прерываемые короткими паузами периоды жужжания, например полсекунды — при расположении источника корма непосредственно у гнезда и полторы секунды — при расстоянии 700 м. Таким образом, в издаваемых звуках здесь содержится информация о расстоянии. Наблюдения говорят о том, что пчелы в улье обращают внимание на эти сигналы. Есть также способ указывать направление, хотя он очень примитивен и сводится к тому, что опытные сборщицы при вылете мобилизованных новичков сопровождают их на некотором отрезке пути, указывая направление к цели, которую новички

затем должны отыскивать самостоятельно; при этом успех обеспечен в гораздо меньшей степени, чем у тригон, которые оставляют следы.

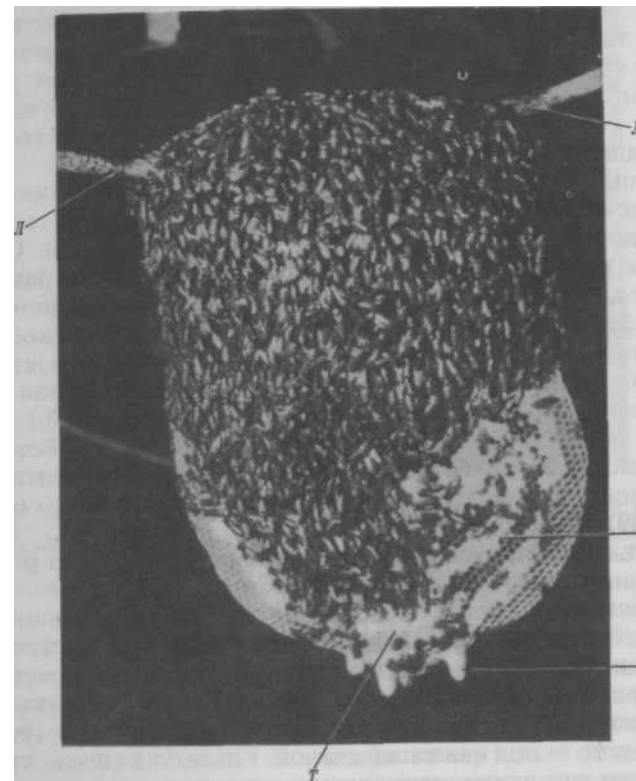
Переходные формы от таких «подступов» к *танцам пчел* с их законченным описанием местоположения цели полета нам неизвестны. Вероятно, они исчезли вместе с прямыми предками рода *Apis*, от которого, кроме нашей медоносной пчелы, до наших дней сохранились только три вида. Ареал этих видов ограничивается их древней родиной — южной Азией. Надежда обнаружить у них хотя бы намеки на последние ступени развития пчел побудило М. Линдауэра отправиться в экспедицию на их родину. И эта экспедиция не оказалась напрасной.

#### У ИНДИЙСКИХ ПЧЕЛ

У нашей медоносной пчелы (*Apis mellifica*) есть тропические двоюродные сестры: карликовая медоносная пчела (*Apis florea*), гигантская медоносная пчела (*Apis dorsata*) и индийская пчела (*Apis indica*). При первом же взгляде заметно большое различие в их размерах. Но и в развитии общественного образа жизни они стоят на разных ступенях.

Индийская пчела играет в своей стране роль нашей медоносной пчелы. Она менее усидчива, чем наша. Если условия ей чем-нибудь не подходят — местность бедна взятком или гнездо подвергается нападению муравьев, — вся семья просто-напросто улетает, покидая все свои постройки, и где-нибудь далеко в лесу строит новое гнездо. Это, разумеется, причиняет неудобства индийским пчеловодам. Нередко им приходится пускаться в путь и где-нибудь в лесу в дуплах деревьев отыскивать замену беглецам. В остальном индийские пчелы по своему образу жизни очень похожи на наших. И язык танца у них в сущности тот же.

Самый древний и поэтому самый интересный вид — *карликовая пчела*. Это восхитительный карлик: меньше комнатной мухи, с кирпично-красным брюшком и серебристо-белым опушением. Карликовая пчела строит единственный сот несколько больше половины ладони на ветке редкого кустарника, прямо под открытым небом



**Рис. 124.** Гнездо индийской карликовой пчелы (*Apis florea*) состоит из построенных на ветви дерева сотов величиной в ладонь; с нижней части пчелы согнаны, чтобы показать расплод. *P* — рабочий расплод; *T* — трутневый расплод; *M* — маточники. От муравьев эти пчелы защищаются, устраивая на несущей гнездо ветви клейкие кольца («ловушки», *L*); материалом для этого служит прополисоподобное вещество, собираемое на растениях. (По М. Линдауэру.)

(рис. 124). Верхняя часть сота охватывает ветку, на которой он висит, и в этом месте он несколько расширен, образуя сверху небольшую горизонтальную поверхность — танцевальную площадку маленькой общины. Здесь садятся вернувшиеся домой сборщицы, и здесь они передают свои сообщения, в основе которых у всех трех индийских

видов лежит язык танцев нашей медоносной пчелы: круговые танцы при близком источнике корма и виляющие танцы с указанием направления и расстояния — при удаленном. Но карликовые пчелы танцуют на верхней платформе сота, на горизонтальной поверхности, с которой они видят солнце и голубое небо.

Если, закрыв верхнюю площадку, заставить сборщиц переместиться на вертикальную поверхность сота, танцы их становятся сумбурными и дезориентированными. Они вообще не в состоянии переводить угол между направлением к кормушке и направлением к солнцу в угол виляющего пробега по отношению к направлению силы тяжести. Они могут указывать направление к источнику взятка, только находясь на горизонтальной площадке и став по отношению к солнцу под тем же самым углом, под которым они летели за кормом. В исключительных обстоятельствах то же самое делают и наши пчелы, и мы считаем такое поведение более примитивным и более древним (см. стр. 149). Карликовая пчела подтверждает это тем, что она, как самая примитивная среди современных пчел рода *Apis*, танцует *только* таким способом.

*Гигантские пчелы* превосходят по размерам наших шершней, и жало их так же страшно. Они тоже строят один-единственный сот, который может достигать метра в поперечнике. Пчелы строят его на открытом воздухе подвешенным на ветке слабо облиственного дерева (рис. 125), а часто — под нависшей скалой. Гигантская пчела ушла в своем развитии несколько дальше карликовой: на вертикальной поверхности сота она переводит угол по отношению к солнцу в угол по отношению к силе тяжести.

Это ей необходимо, потому что у нее нет горизонтальной площадки для танцев; верхний край ее сота крепко приклеен к ветке или скале. Но танцует она только на тех частях вертикальной поверхности сота, где ей хорошо видно солнце или голубое небо. Причина этого нам до сих пор неизвестна. По-видимому, пчела может переводить солнечный угол на Угол к отвесу, только воспринимая оба эти фактора одновременно, и новички, следящие за ее танцем, лишь при этом условии понимают указание направления.

Только *индийские пчелы* и *наша медоносная пчела* дошли

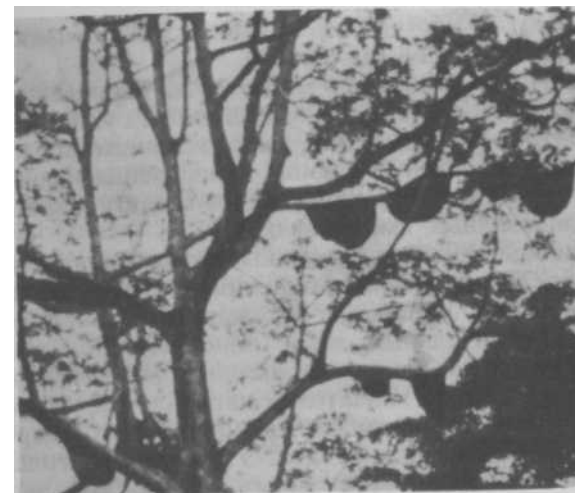


Рис. 125. «Пчелиное дерево» в ботаническом саду на Цейлоне. Семья индийских гигантских пчел *Apis dorsata* строит свои большие, свободно висящие соты под открытым небом на ветвях слабо облиственных деревьев. (Фото М. Линдауэра.)

до того, что замечают солнечный угол и по памяти переводят его в угол по отношению к вертикали. Это было необходимо для их благополучного существования в дуплах деревьев или пещерах, которые лучше защищают от врагов и непогоды. Только благодаря этому стало возможным расселение их в местностях, в которых — как, например, у нас — семьи, строящие гнезда на открытом воздухе, не смогли бы пережить суровую зиму.

На основании данных такого сравнительного исследования развитие пчелиного языка можно представить себе следующим образом.

Начало было положено тем, что сборщицы, вернувшись домой с успешного полета, своей возбужденной беготней по соту и жужжащей вибрацией летательной мускулатуры привлекали к себе внимание подруг по гнезду. Вибрация летательных мышц — распространенный у насекомых прием для разогрева тела перед взлетом; он служит также для сохранения тепла между двумя вылетами. По цветочному запаху, приставшему к телу сборщицы, другие

пчелы узнают об аромате источника корма и отправляются во все стороны на его поиски.

Первый шаг к уточнению места взятка был сделан, когда с увеличением расстояния до цели полета удлинялся период однотонного жужжания, как это происходит у некоторых безжалых пчел. Указание направления начинается с того, что опытные сборщицы сопровождают в начале пути мобилизованных ими новичков.

В танце медоносных пчел данные о расстоянии и направлении объединены в виляющем пробеге. Возрастающая продолжительность периода жужжания и, как дополнительный выразительный жест, одновременное виляние брюшком четко выделяют виляющий пробег в качестве символа расстояния. Указателем направления у карликовой медоносной пчелы служит направление этого пробега относительно положения солнца. Это тоже понятный шаг вперед: сопровождающий полет заменяется «интенционными движениями», повторяющимся побуждением к вылету в заданном направлении. Нечто подобное наблюдается в стае птиц, готовящихся опуститься на избранное для ночевки место или на привычный для них дуг.

Но каким образом пчелы доходят до того, чтобы в темном улье переводить солнечный угол в угол по отношению к направлению силы тяжести? Не могли же, в самом деле, пчелиные семьи однажды собраться вместе и выработать единый ключ для такого перевода: направление вверх на соте означает направление к солнцу при полете.

«Умственный уровень» пчел исключает такие предположения. Разумные рассуждения недоступны их мозгу, не превышающему по размерам булавочную головку. Их действия, какими бы сложными они нам ни казались, — это наследственно закрепленные, почти не изменяемые инстинкты, связанные только с тем, что имеет значение для пчел в естественных условиях.

Опыты, проведенные над другими насекомыми, позволили несколько прояснить и этот последний шаг в развитии языка пчел. Навозный жук тоже в определенных случаях руководствуется положением солнца, чтобы не сбиться с прямого пути. Он делает это просто: когда он ползет по <sup>З</sup>ЕМЛЕ, то придерживается определенного направления по отношению к солнцу (или к искусственному ис-

**точнику** света, когда он в качестве подопытного животного служит науке). Если выключить свет и поставить поверхность, по которой ползет жук, в вертикальное положение, он тотчас начинает двигаться под тем же углом **к** направлению силы тяжести, под которым он двигался по отношению к источнику света. Для него это не имеет никакого биологического значения; возможно, какой-то своеобразный инстинкт заставляет его все время двигаться под определенным углом к источнику света. Если же свет исчезает, жук ориентируется по какому-нибудь другому фактору, в данном случае по направлению силы тяжести. Подобные явления наблюдаются и у других насекомых.

Итак, перенос солнечного угла на сот — способность пчел, которую так трудно объяснить, — очевидно, связана с какой-то широко распространенной особенностью нервных центров, заложенной в самой их основе. Эта врожденная способность к перекодированию нашла целесообразное применение: она позволила пчелам передавать другим особям сведения о нужном направлении полета. Таким своеобразным путем эта особенность оказалась использованной для решения биологической задачи.

Это звучит очень убедительно — и в то же время остается достаточно загадочным, чтобы не переставать удивлять.



## ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Антенны *см.* Усики
- Безжалые пчелы 197—202  
Белок 24  
Бобы 86  
Болевая чувствительность 68  
Болезни пчел 176—185  
Браула 178-180  
Брачный полет 44, 47-51  
Брусника 135
- Ветроопыляемые цветки 83  
Взятки 24, 137, 140  
Вибрации 141-144  
«Виляющие хвостиками» пчелы 114-115  
Виляющий танец (и пробег) 141-155  
Вкус 73-75  
Влажность 73  
Возраст 43, 58  
Воск 18-19  
Восковая моль 180  
Восковые железы 56  
Враги пчел 176—185  
Вспомогательные самки (у шмелей) 195
- Галикты 190—192
- Гигантская пчела 202, 204  
Глаз 93-96  
Гнилец 183-185  
Головные железы 56  
Горчица посевная 86, 88  
Горькие вещества, чувствительность к ним 75-77  
Гусеницы 23-24, 35
- Детка *см.* Расплод  
Дополнительные цвета 79 — 82  
Дрессировка на время 167—172  
——запахи 63-69  
— формы 98  
——цвет 68—69, 77-81
- Жало 57  
Желтушник 86, 88  
Желудок 26
- Забота о потомстве 40 — 43, 56, 57, 185, 197  
Закрытый расплод 38—40  
Запах пыльцы 156—158  
- цветков 62-67, 131-140, 157, 200  
Звездообразный поляризатор 101-102, 105, 160, 161  
Звуки, издаваемые пчелами 51-52, 141—144, 205-207
- Злокачественный гнилец 183, 185  
Зрительная клетка 105, 107, 108  
Зрительные пигменты 103, 105
- Индийские пчелы 202-207  
Инстинкты 206 — 207  
Инфекционные болезни 183  
Инцухт 45
- Карликовая пчела 202 — 204  
«Кваканье» 51 — 52  
Клевер 24-25, 27, 166  
Клеши 181-182  
Климат улья 73  
Колибри 84, 85  
Колода 16, 17  
Колокольчики 156—158  
Корзиночка 29 — 31  
Корзиночный улей 15—18  
Кормилицы 56, 57  
Кочевое пчеловодство 18  
Кристаллический конус 93—95  
Круговой танец 129-131, 144, 155  
Куколка 38, 40  
Кутикула 35
- Лапчатка 89  
Линька 35  
Личинки, развитие 37 — 38, 43
- Магнетизм земной 125—127  
——и чувство времени 170—175  
Магнитное поле, ориентация по нему 125-127. 172-175  
Мак 85, 86  
Матка, запах 49  
- шмеля 194-196
- Маточники 42, 45, 46  
Маточное вещество 45-46  
- «молочко» 42-43  
Мед 24-27. 37, 39, 177, 194-195  
Медовый зобик 26, 29  
Мелипоны 197, 199. 201  
Моль 180  
Муравьи 116
- Наблюдательный улей 54 — 55, 58, 160  
——в наклонном положении 158, 159  
Навозники 207  
Насекомоопыляемые цветки 83  
Научение 65, 120-121  
Небесные ориентиры 115—125, 149-152, 159  
Небо, поляризация света 104, 159-162  
Нектар 25, 26, 74, 136-138  
Нектарницы 84  
Нектарный указатель 87 — 90  
Нозема 182  
Нозематоз 182-184  
Нумерация пчел 54—55
- Облака 121  
Обножка 28. 30. 31  
Обоняние 61 — 73  
— «объемное» 71  
— органы 67 — 69  
— острота 65  
Обонятельные поры 70  
Октоацетилсахароза 76  
Октозан 76  
Окукливание 38  
Омматидии 93, 94, 97. 102, 103  
Оплодотворение 44 — 45

- Определение пола 44-45  
 Опыление 32 — 34, 62  
 Ориентировка по запахам 49, 114-115  
 — магнитному полю 125—127, 172-175  
 — местным объектам 51, 108-115, 121  
 — — поляризованному свету 103-104, 121, 159-162, 204  
 — Солнцу 116-125, 149—151, 172, 204  
 Ориентировочный полет 56, 109  
 Ориентиры местные 109—115, 112-125  
 Основные цвета 80  
 Осот 165-167  
 Острота зрения 96 — 99  
 Осязательные волоски 23, 72  
 - органы 71, 72  
 Открытый расплод 37, 38
- Палочки зрительные 93, 102, 103  
 Память на время 167—176  
 Пахучие железы 114, 115, 138-140  
 — матки 49  
 Перга 36, 37, 39, 55  
 Передача сообщений 128—167  
 Пестик 32  
 Питание 23-34  
 — личинок 37 — 38, 55 — 56  
 Питательные вещества 24  
 Платяная моль 180  
 Плодовые деревья 33 — 34  
 Пол, определение 44 — 45  
 Поляризация света 99—106, 121  
 Поляризованный свет, восприятие 99, 104-108, 121, 158-162  
 Поровая пластинка 71, 72  
 Привлекающий запах 114—115, 138 — 140
- Призма 80  
 Примула 87, 88  
 Продолжительность жизни 58  
 Пурпурные цвета 81  
 Пчела-листорез 186-188  
 Пчелиная вошь (браула) 178—180  
 Пчелиный волк (филант) 177—179  
 Пчеловодство, история 15—16, 166  
 - польза 32-34, 75, 165-167  
 Пчелы-каменщицы 188-189  
 Пчелы-кормилицы 185  
 Пчелы-разведчицы 47, 163, 164  
 Пыльца 24, 28-31, 37  
 - запах 156-158  
 - сбор 28-31  
 — танцы при сборе 155—158  
 Пыльцевые зерна 31 — 32
- Рабочие пчелы 15, 40, 42, 43, 45-47, 51, 53, 185, 195  
 «Разделение труда» 28, 53, 60 — 61  
 Рапс 87, 88, 155  
 Расплод 34 — 40  
 Расплодное гнездо 36—40  
 Расы 144  
 Роевая гроздь 49  
 Роение 46 — 49  
 Рой 46-49  
 — танцы на нем 162—164  
 Рута 25  
 Рыльце 32
- Самоопыление 32  
 Сахар кормовой 76  
 Сахарин 75  
 Сбор нектара и пыльцы 24 — 26, 57-58  
 Свет, волны 79-81, 99

- места сбора 49 — 51  
 Тычинки 25, 32  
 «Тюканье» 51 — 52
- Углекислота 73  
 Улей 13, 15, 17, 18  
 — наблюдательный 54, 59, 158, 159  
 — окраска 110—115  
 Ульевая пчела 55  
 Ультрафиолетовые лучи 79 — 81, 85-87, 108  
 «Умственные способности» 206  
 Усики 67-70, 73
- Фасеточные глаза 93 — 96, 101, 152  
 Фиалка альпийская 132—133  
 Филант 177-179  
 Флоксы 132-133, 136-137  
 Форма, восприятие 71, 96 — 99  
 Фумидил 183
- Химическое чувство 73  
 Хинин 75  
 Хоботок сосательный 19, 25, 26  
 Холод, восприятие 73  
 Хрустальный конус 93
- Цвет, восприятие 63, 66, 67  
 Цветки 27  
 — без запаха 135  
 — запах 62-67, 131-140, 157, 200  
 — окраска 83 — 90  
 — оплодотворение 31 — 34, 166  
 Цветовое зрение 77 — 83
- поляризованный 99—102  
 Семенной пузырек 44  
 Семья 13, 15  
 Сетчатка 93-96  
 Сила тяжести, восприятие 22, 23  
 — роль при указании направления 150, 158, 159, 207  
 Сладкий вкус, чувствительность 74  
 «Слух» 51-52, 143-144  
 Слюнные железы 43, 56, 57  
 Смещение цветов 80 — 81  
 Солнце как ориентир 115—125  
 Соты 17-23, 36-38  
 - постройка 18, 20, 21, 56, 57, 126, 127  
 Спаривание 44, 47 — 48  
 Спектр 80-81  
 Сторожа 57, ПО  
 Строительная деятельность 18, 20, 21, 56, 57, 60, 126, 127
- Танцы 128-167, 202  
 — зависимость от качества корма 139-140  
 — на горизонтальной поверхности 148-149, 158-161  
 — - рое 162-164  
 — расовые различия 144  
 — сборщиц пыльцы 155—158  
 — у индийских пчел 203 — 206  
 — у мелипон 198, 200  
 Температура тела 40 — 41  
 Термопис 25  
 Терморегуляция 41-42  
 Тли 19  
 Тригоны 200-201  
 Трутневые ячейки 45  
 Трутни 15, 42, 44-52, 70  
 — избивание 52-53

— — бабочек 85	Яйцекладка 35-37
Цветовой круг 82 — 83	Ячейки 21-23
Цветочное постоянство 62, 64	
Цветочувствительные клетки 108	
Цикламен 136, 137	<i>Apinae</i> 179
	<i>Apis florea</i> 202
	— <i>indica</i> 202
«Часы» внутренние 172, 175	- <i>mellifica</i> 202
Челюстные железы 49, 201	<i>Brassica napus</i> 86
	<i>Eriades</i> 187
Шиповник 156-158	<i>Erysimum helveticum</i> 86
Шмели 21, 25, 165, 192-196	<i>Halictus</i> 190, 191
Шпора 30, 31	— <i>quadricinctus</i> 191
«Штанишки» 28 — 31	- <i>malachurus</i> 192
	- <i>marginatus</i> 192
	<i>Megachile</i> 188
Щеточка 29, 30	Meliponinae 197
	<i>Potentilla reptans</i> 89
Электрофизиология 72, 81	<i>Primula acaulis</i> 88
Эфирные масла 64, 134	<i>Ruta graveolens</i> 25
	<i>Sinapis arvensis</i> 86
	<i>Thermopsis montana</i> 25
«Язык» пчел 128-167, 200—201, 205-206	<i>Trigona droriana</i> 200
	— <i>postica</i> 200

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие редактора перевода . . . . .	5
Предисловие к первому немецкому изданию . . . . .	9
Предисловие к девятому немецкому изданию . . . . .	11
1. Семья пчел . . . . .	13
2. Пчелиное жилище . . . . .	15
3. Питание пчелиной семьи . . . . .	23
Что такое мед и как пчелы его готовят . . . . .	24
Цветочная пыльца и «штанишки» пчел . . . . .	28
Какая польза цветам от того, что пчелы их обирают . . . . .	31
4. Пчелиный расплод . . . . .	34
5. Пчелиный рой . . . . .	46
6. Избиение трутней . . . . .	52
7. Распределение работ в пчелином государстве . . . . .	53
Наблюдательный улей и нумерация пчел . . . . .	54
Деятельность пчел в различные периоды их жизни . . . . .	55
Возраст пчел . . . . .	58
Безуспешность попыток нарушить распорядок жизни пчелиной семьи . . . . .	58
Гармония работы . . . . .	60
8. Чувства обоняния и вкуса . . . . .	61
О значении запаха цветов . . . . .	62
Дрессировка на запах . . . . .	63
Где у пчел нос? . . . . .	67
О вкусах не спорят . . . . .	73
Практическое значение научных данных . . . . .	75
9. Глаза пчел и их способность видеть . . . . .	77
Цветовое зрение . . . . .	77
Глаз пчелы и окраска цветков . . . . .	83
Об устройстве глаз . . . . .	91
Острота зрения пчелы и восприятие ею формы предметов . . . . .	96
Восприятие поляризованного света . . . . .	99
10. Способы ориентировки . . . . .	108
Значение цвета и запаха как путевых указателей для пчел, возвращающихся домой . . . . .	110
Небесный компас . . . . .	115
Относительная роль небесных и земных ориентиров . . . . .	122
Ориентировка по магнитному полю Земли . . . . .	125

11. Как пчелы разговаривают друг с другом . . . . .	128
Круговой танец как средство взаимопонимания . . . . .	129
Биологическое значение цветочного запаха в новом аспекте . . . . .	132
Как пчелы <b>приносят</b> домой запах цветов . . . . .	135
Регулирование спроса и предложения . . . . .	137
«Флакончики с духами» на теле пчелы . . . . .	138
Виляющий танец сообщает расстояние до источника корма . . . . .	141
Виляющий танец указывает также и направление к источнику взятка . . . . .	148
Танцы сборщиц пыльцы . . . . .	155
Об опрокинутом улье и о доказательствах восприятия пчелами поляризованного света . . . . .	158
Танцы на рое . . . . .	162
Значение пчелиных танцев для пчеловодства и сельского хозяйства . . . . .	165
12. Память на время у пчел . . . . .	167
Дрессировка на время кормления . . . . .	167
Чувство времени и земной магнетизм . . . . .	173
Биологическое значение чувства времени . . . . .	175
13. <b>Враг</b> л и болезни пчел . . . . .	176
14. <b>Переходные ступени к семье медоносной пчелы</b> . . . . .	185
Одиночные пчелы . . . . .	186
Шмелиное сообщество . . . . .	192
Безжалые пчелы . . . . .	197
У индийских пчел . . . . .	202
Предметный указатель . . . . .	208

Уважаемый читатель!

Ваши замечания о содержании книги, ее оформлении, качестве перевода и другие просим присылать по адресу:  
129820, Москва, И-110, ГСП  
1-й Рижский пер., д. 2,  
издательство «Мир».