**Социальное поведение медоносных пчел**

Жданова Т. Д.

Деятельность всех пчел в улье целиком направлена на то, чтобы обеспечить благосостояние семьи. Искусственно изолированная от семьи пчела оказывается не жизнеспособной и вскоре погибает.

**Четкое распределение труда в семье**

В сообществе медоносных пчел труд особей строго разделен. Одни из них добывают пищу и приносят в улей, другие – забирают ее и складывают в соты, третьи – чистят ячейки, четвертые – крыльями, как вентилятором, проветривают улей, пятые – несут караульную службу, дежуря у входа, и не пропускают врагов. В семье существуют разведчики для поиска пропитания, няни для ухода за малышами, пчелы–уборщики, могильщики, которые уносят из улья мертвых. Пчелы-солдаты организованы в специальные воинские подразделения, которые несут службу по защите улья от похитителей меда, смело набрасываясь даже на медведя или человека.

Деятельность пчел четко распределяется на внешнюю и внутреннюю. Причем старшие особи занимаются внешними делами семьи, а младшие обычно выполняют внутренние работы. Их хорошо можно различить по окраске – молодые пчелы покрыты тонким беловатым пушком. Такое распределение обязанностей вызвано тем, что молодежь физически слабее и менее опытна, а домашняя работа требует меньшего напряжения и навыков. Более опасной, сложной и тяжелой внешней работой загружены те пчелы, которые более сильные и опытные. Однако некоторая их часть остается в улье для руководства и обучения молодых, и трудно понять, каким образом осуществляется такое распределение обязанностей среди старших пчел.

**Врожденная программа деятельности рабочей пчелы**

Каждая рабочая пчела своевременно обеспечивается всем необходимым для выполнения перечисленных выше функций. В ее организме точно в определенное время и в заданной последовательности включаются процессы перестройки. Эти процессы у каждой особи дополняются поведенческими механизмами, определенными для каждого этапа. Именно благодаря таким перестройкам организма вышедшие из яичек молодые пчелы проходят путь от чистки сот до самой сложной работы – сбора нектара и пыльцы. В самом начале трудовой жизни рабочей пчеле «поручается» чистить старые ячейки. Она вылизывает и выглаживает их до блеска, «со знанием дела», хотя ее этому никто не обучал. После развития у пчелы желез, выделяющих «молочко», включаются инстинктивные действия по уходу за маткой и потомством. Пчела начинает кормить «молочком» царицу, молодых личинок и личинок маток. Потом пчела переходит на работу по кормлению пергой взрослых личинок. Далее согласно «указаниям» наследственной программы она направляется на приемку корма. Здесь идет разделение работников – одни участвуют в приеме пищи у прилетающих пчел-сборщиц, а другие переносят ее в ячейки для хранения. И это делается без всякой сутолоки - каждый член семьи четко знает свои обязанности. Через неделю врожденные поведенческие механизмы заставят приемщицу сменить «профессию» и заняться уборкой мусора. А когда перемены в организме рабочей пчелы обеспечивают функционирование восковых желез, а это происходит с 12-го по 18-й день, она начинает вместе с другими особями заделывать ячейки и строить соты. После формирования ядовитых желез – рабочие пчелы становятся сторожами у летка. К трехнедельному возрасту организм рабочей пчелы полностью готов для роли сборщицы пищи. К этому времени она достаточно «мужает» и начинает хорошо летать. Перед этим молодые пчелы старательно тренируются, изредка вылетая из улья, держась в воздухе на небольшой высоте и обязательно повернув голову к улью.

Согласно наследственной программе общая закономерность и очередность выполнения перечисленных работ постоянна, однако «биография» отдельных пчел может отличаться друг от друга.

Итак, в индивидуальных действиях каждой особи, несомненно, основную роль играет наследственная программа, которая включает в определенное время механизмы перестройки организма, физиологические процессы и определенные поведенческие приемы. Благодаря этому пчелы знают, как ухаживать за самкой и расплодом, какая для этого нужна пища, какие нужно вести работы по ремонту сот и улья, как находить пищевой источник и многое-многое другое. Но существует еще немало вопросов, которые столетиями остаются без ответа. Каким образом пчелы распределяют между собой задания? Почему их совместные действия столь согласованы? Кто управляет всеми масштабными действиями целой семьи?

**Врожденные строительные таланты**

Среди многих инстинктивных проявлений, свойственных этим удивительным общественным насекомым наибольшее восхищение вызывает создание ими идеальных по форме сот. Пчелы четко скоординированно, быстро и «умело» строят в улье вертикальные ряды ячеек из воска, выделяемого брюшными железами. Структура пчелиных сот издавна не дает покоя ученым. Еще древние утверждали, что в основе сот могут лежать только такие геометрические фигуры, как треугольник, квадрат и шестиугольник, которые создают наиболее рациональную упаковку. Любая другая фигура неэкономична, так как оставляет свободное пространство между ячейками. И именно шестигранник обеспечил построение сот с возможностью хранения наибольшего количества меда. Математики рассчитали, что шестигранная фигура сот должна иметь углы в 700 и 32/. И действительно, при измерении сот эти расчеты точно подтвердились. То есть врожденные способности позволяют пчелам решать задачу на уровне высшей математики. Современные методы вычисления позволили по достоинству оценить и форму соединения ячеек. Их угловая часть являет собой пирамиду, состоящую из трех ромбов. Это не только исключает потери пространства за счет плотного прилегания ячеек друг к другу, но и требует минимума строительного материала. Десятисторонние призмы сот – истинное чудо «инженерного искусства» пчелиного сообщества! Объяснить такие «познания» пчел ученым пока не удалось. Ведь эти насекомые не знают геометрии, и конечно, не могут сравнивать между собой разные формы сосудов, чтобы выбрать наиболее оптимальную. Существует только одно объяснение - для создания сосуда такой совершенной формы рабочие пчелы изначально обеспечены уникальной врожденной программой и удивительно сложным, четко координируемым инстинктивным поведением.

**Врожденная опрятность**

Пчелы отличаются замечательной врожденной опрятностью, и благодаря целенаправленному инстинктивному поведению они строго следят за порядком общего жилища, а также чинят поломки в гнезде. Каждое утро рабочие пчелы проводят уборку в улье, вынося из него экскременты и трупы умерших насекомых. Если это «неподъемный» труп улитки или другого живого существа, проникшего в улей, пчелы принимают все меры, чтобы избежать гниения. Иногда личинки пчел погибают от болезней. Врожденные знания позволяют рабочим пчелам своевременно узнавать, где находится больная личинка, и для поддержания гигиенических условий в улье вскрывать ячейку и удалять ее погибающую обитательницу. Ученые установили, что вскрытие ячеек и удаление личинок контролируется различными генами, и существуют переключатели, которые последовательно запускают врожденные целесообразные действия насекомых.

**Проветривание и отопление гнезда**

За счет энергии, выделяемой пчелами, в гнезде всегда тепло. В помещении с расплодом температура поддерживается на уровне 350С. Если температура гнезда превышает допустимую норму, особенно в жаркие летние дни, пчелы проветривают свое жилище, вентилируя его оригинальным способом. Расположившись рядами по всему улью на разной высоте, одни пчелы быстрыми взмахами крыльев организуют направленное движение застоявшегося воздуха наружу. Другие пчелы при этом машут крыльями у входа в улей, загоняя внутрь внешний свежий воздух. Образовавшийся сильный воздушный поток понижает внутреннюю температуру в улье и освежает воздух. Эти проветривания делаются регулярно и довольно продолжительно. Если одна партия работников утомляется, наступает очередь другой, и они в строгом порядке приступают к работе. Каким-то, пока неизвестным способом координируются действия рабочих пчел, обеспечивая целенаправленность такой, казалось бы, несложной работы. Ведь благодаря слаженным движениям крыльев этих миниатюрных насекомых перемещение воздуха столь велико, что рука возле улья ощущает ветер. А когда в гнезде слишком сухо, определенные рабочие пчелы приносят в зобиках воду и смачивают соты для повышения влажности.

Издавна известна удивительная способность пчел создавать в улье «систему отопления» для индивидуального и общественного обогрева. Она особенно важна для сохранения жизни матки и потомства. Система настолько эффективна, что даже в сильные морозы в центре пчелиного улья температура не опускается ниже 140 С. Для поддержания тепла пчелы применяют целый комплекс целенаправленных инстинктивных действий. Во-первых, при осеннем похолодании они сбиваются в шар вокруг одной из рамок с сотами. Во-вторых, с помощью своих анализаторов насекомые определяют температуру в таком клубке и четко ее регулируют, теснее прижимаясь друг к другу в мороз и располагаясь свободнее при потеплении, что делает шар более рыхлым. В-третьих, пчелы постоянно двигают крыльями, ногами и брюшком для выработки тепла мышечными движениями. В-четвертых, идет постоянная ротация, когда одни особи, нагреваясь в центре шара, уступают место другим, находящимся снаружи. Ведь пчелы, расположившиеся на поверхности клубка, помогают сохранять его тепло, создавая своими мохнатыми тельцами защитный слой от проникновения холода.

**Общественное пищевое поведение**

Пищевое поведение пчел чаще всего представляет собой сложное переплетение различных стереотипных действий и приобретенных навыков, когда трудно достичь определенного результата на основе исключительно инстинктивного поведения.

На долю разведчиц, играющих важную роль в пищевом обеспечении семьи, выпадает необходимость постоянного разрешения трудных проблем.

Во-первых, им нужно найти подходящий источник пищи, для чего требуется распознать из множества объектов именно медоносное растение, которое способно дать сладкий нектар и пыльцу. Эти насекомые обладают хорошо развитым цветовым зрением. Они видят в ультрафиолетовых лучах особые метки - указателями нектара, которых люди со своим зрением не замечают. Исследования показали, что медоносная пчела охотно садится только на те цветные модели с пищевым подкреплением, которые имеют очертания и нужную окраску цветка, и для нее имеют значение наследственно известные ей малейшие детали в его рисунке.

Во-вторых, врожденная программа, приобретенный опыт и прекрасная память позволяют разведчицам сориентироваться и запомнить местонахождение медоносов по отношению к улью. Пчелы с молодости учатся запоминать навигационные ориентиры и пользуются приобретенными навыками всю свою жизнь.

В-третьих, медоносные цветки каждого вида расцветают в свою пору и открываются в определенное время суток. Поэтому, чтобы собрать нектар (и попутно опылить максимальное количество цветков), пчелы должны знать не только то, какие растения его дадут, но и то, в какое время и в каком месте можно его добыть.

В-четвертых, существует еще одна сложность, с которой сталкивается разведчица - это постоянно меняющиеся условия внешней среды. При вылете пчелы из улья солнце может быть либо хорошо видно, либо скрыто облаками, а медоносные цветки после прошлого посещения могут быть либо все также зазывающе открыты, либо закрыться, увянуть. Запахи тоже могут сохраняться или измениться, смешиваясь с другими и т.п.

В-пятых, разведчица, совершив обратный путь, должна сообщить информацию о результатах своего поиска рабочим пчелам и убедить их лететь за кормом именно к этому источнику. И несмотря на то что при исследовании местности пчела-разведчица летела по сложной траектории, она должна рассчитать, зашифровать и выразить с помощью «языка танцев» сведения о наиболее коротком и экономичном пути с учетом качества и удаленности пищи от улья.

Ученые задаются вопросом, какой же врожденной «компьютерной» программой должны обладать пчелы, чтобы учитывать все трудности, с которыми постоянно сталкивается разведчица, и обеспечивать закономерную последовательность своих сложнейших действий? Несомненно, для этого пчелы наделены уникальными врожденными знаниями, памятью, возможностью обучаться, великолепными органами чувств, системами ориентации и коммуникации для передачи информации членам семьи и многими другими способностями.

**Целесообразные устройства для пищедобывания**

Медоносные пчелы обеспечены удивительно целесообразным устройством ног и ротового аппарата для сбора нектара и пыльцы. Основными элементами в собирательном устройстве, расположенном на задних ногах пчелы, являются корзиночка, гребень и щеточка. Перелетая с цветка на цветок, она собирает пыльцу, которая прилипает к густым волоскам головы и груди. А далее пчела организует четко координируемые действия органов движения по образованию комков пыльцы. Счищенная с тела в основном с помощью передних ног пыльца скапливается в щеточках средних ног, которые зажимаются и протаскиваются между щеточками задних ног. Когда в щеточках на обеих задних ногах собирается достаточное количество пыльцы, пчела гребнем каждой ноги быстро вычесывает эти щеточки. В результате на наружной поверхности гребней образуется по комочку пыльцы. Затем лапка начинает совершать маятникообразные движения, чтобы переместить комочек внутрь корзиночки, где его будут удерживать специально изогнутый к входу волос и боковые волоски. Наследственная программа медоносной пчелы обеспечивает цикличность этих механизмов сбора пыльцы, благодаря чему в корзиночке постепенно образуется большой ее комок. Прилетев домой, пчела ловкими движениями, упираясь средней ногой в верхних конец комка, выталкивает его в специальную ячейку для хранения пыльцы. Также целесообразно устроен для добывания нектара ее ротовой аппарат – длинный хоботок, оканчивающийся заостренным язычком.

**Биокоммуникация**

Общественная организация пчел, несомненно, предполагает взаимодействие между членами сообщества с обменом информацией. Одним из удивительных примеров коммуникации пчел является их способность передавать друг другу точные сведения о том, в какой точке пространства находится источник пищи и как этой точки удобнее достичь.

У пчел, как и у других насекомых, среди различных способов коммуникации существует общение на химическом уровне с помощью феромонов, вырабатываемых железами наружной секреции. Этот «язык» позволяет объясняться с собратьями и координировать определенные совместные действия. Так, выделения матки пчел в небольшом улье тормозят поведение рабочих особей, которые воспитывают других маток, а феромон тревоги призывает к нападению пчел на человека или животное, находящихся поблизости от их гнезда. После того, как ужалит одна пчела, очень быстро ей на помощь может прилететь целый рой. Ведь перед тем как ужалить, пчела выделяет в воздух феромон, который способен призвать соплеменников при концентрации всего до 10 -17 молекул в 1 см 3. Химическая регуляция очень интересна и еще мало изучена.

У пчел крылья, помимо своего основного назначения, обеспечивают и звуковую сигнализацию. Различными оттенками их гудения пчела создает разные сигнальные эффекты. Пчеловоды давно используют эти знания на практике. Особым жужжание пчел становится перед роением. Это определяется с помощью микрофона и специально разработанной усилительной системы. Автоматически распознанные изменения звуковых колебаний поступают в дом пасечника. Сигнал оповещает, что пришло время принимать меры, чтобы не упустить рой.

**Язык «танцев»**

О «языке танцев» медоносной пчелы, открытом в двадцатые годы прошлого века известным зоологом Карлом фон Фришем, известно почти каждому школьнику. Как считают ученые, этот пчелиный язык чрезвычайно точен и выразителен. Пчелы знают его в достаточной мере, чтобы объяснить собратьям, где расположен источник пищи, как далеко лететь за нектаром, каким образом добраться до нужного поля, где делать повороты или какие огибать препятствия.

Как было сделано открытие? Ученому давно было ясно, что пчелы обладают превосходной разведывательной службой, но было непонятно, как организуется поход группы соплеменников за добычей. Для выявления механизмов такого общения ученый проследил за поведением пчел-разведчиц, попробовавших в кормушке сахарный сироп. Он был поражен, когда, вернувшись в улей, разведчица исполнила на медовых сотах круговой танец. Этим она привела в сильное возбуждение находящихся рядом других пчел, которые немедленно полетели к кормушке. Дальнейшие исследования показали, что танец пчел намного сложнее, чем казалось первоначально.

Открытие Фриша долгое время ставилось под сомнение, предполагалось, что для приглашения к полету разведчица использует запах. Ученые не верили, что пчела способна передавать информацию с помощью сложнейшей системы дистанционного (визуального) наведения. Ведь она включает абстрактные символы, что характерно именно для языка. Идеальным разрешением спора могли стать результаты эксперимента с танцами пчелы-робота под контролем человека. И действительно, таким образом, удалось вступить в диалог с семьей пчел, которые воспринимали танец искусственной пчелы, как информацию о расстоянии до кормушек. Был подтвержден сам факт использования пчелами «языка танцев», расшифровка которого продолжается до сих пор. Карл фон Фриш получил Нобелевскую премию, а мир вынужден был признать, что передавать информацию в символической форме способны не только так называемые «высшие» животные, но и скромное беспозвоночное создание – пчела.

**Информация о пищевом источнике**

Разведчицы, исполняя свой танец, сообщают с его помощью другим пчелам-сборщицам информацию о месте нахождении корма, направлении полета к богатому пищевому источнику и другие сведения. Если корм находится близко, то исполняется круговой танец – пчела двигается по кругу. Если же расстояние до корма более 100 м, то исполняется виляющий танец. Этот танец содержит сложную информацию и о расстоянии до корма и о направлении, в котором следует лететь. При этого расстояние закодировано в виде продолжительности прямого пробега в танце, сопровождаемом определенным жужжащим звуком. А направление полета по отношению к Солнцу сообщается с помощью угла между линией прямого пробега и направлением силы тяжести. Таким образом, разведчица наделена способностью не только запомнить ориентиры и составить «внутреннюю карту» полета к пищевому источнику, но еще и кодировать эту информацию, чтобы выразить ее языком танца и передать своим собратьям. При этом пчела-разведчица выступает опытным шифровальщиком, имея генетически заложенные коды и способы их применения. Другие сборщицы внимательно наблюдают за характером ее движений и переводят для себя «язык танца» в информацию о том, где находится источник. То есть они ее декодируют с помощью такого же врожденного шифровального механизма. При этом для целенаправленного движения к корму пчелы–наблюдательницы снова пересчитывают значение угла танца по отношению к силе тяжести в значении угла по отношению к Солнцу.

Запах, которым пропиталась «танцовщица», указывает на то, какие цветы предназначены для посещения. Но если источник пищи, например, кормушка с сахарным сиропом, не имеет запаха, пчела обязательно пометит его выделениями пахучей железы, и при танце эта железа выпячивается.

Ученые пришли к заключению, что пчелы могут использовать статическое электричество как средство связи, как сигнальную информацию внутри улья. Вероятно, обитатели улья отличают разведчицу-«танцовщицу от всех прилетающих пчел-сборщиц (хотя все они с запахом добычи) по более высоким зарядам ее тела. Сборщицы следуют за ней для наблюдения за «танцем»– рассказом о богатом источнике пищи. Следует отметить, что искусственно созданное внешнее электрическое поле является существенным экологическим фактором, негативно влияя на поведение насекомых, нарушая их комфорт и препятствуя движению. Так, пчелиные семьи в ульях, расположенных под линиями электропередач (ЛЭП), слабеют и отличаются малой продуктивностью. А если улей поместить в установку с большим электрическим полем, чем возле ЛЭП, наблюдается резкое возбуждение пчел, повышение температуры внутри гнезда и вылет всей семьи. Следовательно, природное электрическое поле помогает живым существам, а искусственное – приносит им вред.

**Информация о новом месте и об угрозе отравления**

Подобные танцы исполняют и разведчики роящихся пчел. Они используют визуальную информацию для передачи сведений не только о пище, но и о подходящем месте для нового гнезда. Расшифровав информацию, содержащуюся в танце разведчика роящихся пчел, специалист может точно определить место их предполагаемого гнездовья.

В недавнее время исследователями были открыты «отпугивающие» танцы, которые оповещают об угрозе отравления инсектицидами, что наглядно демонстрирует гибкость реального поведения пчел. Во-первых, их способность адекватно отреагировать на деятельность человека, угрожающую жизни особей и всей семьи. А во-вторых, подтверждает существование системы перевода в «язык танца» опасных ситуаций.

**Сложность «языка танцев»**

Этой системой коммуникации пчелы пользуются в повседневной совместной работе, и она является достаточно гибкой. Ведь в основе «языка танцев» лежат врожденные действия особей и приобретенный в результате обучения опыт. Например, каждой сборщице, прилетевшей в улей с богатой добычей, инстинктивно известно, как совершать танец, но опытные сборщицы более полно указывают на источник корма. А чтобы считывать информацию, молодым пчелам приходится учиться, изучая «азбуку языка танцев», чтобы связывать его тип и отдельные танцевальные элементы с определенным местом на кормовом участке и т.п.

Чем глубже исследования, связанные с уникальным языком пчел, тем более сложным он представляется. Оказывается, расстояние до корма пчелы способны показывать и уточнять одиннадцатью параметрами танца – его продолжительностью, темпом, количеством виляний брюшком, длительностью сопровождающих танец звуковых сигналов. Множество исследований, в том числе и современных с помощью кино– и видеосъемки, показывают широкие возможности пчел, обеспечивающие высокую точность указания цели. Если разведчицы при поиске корма вынуждены были огибать холм, то в танце они указывали прямое направление, а расстояние – с учетом усилий, затраченных на облет холма. В одной из серий опытов перед ульем помещали тоннель, а емкость с сиропом ставили либо в конце его, либо за поворотом под прямым углом. В первом случае пчелы указывали точное расстояние по прямой. А во втором – направление, указанное разведчиками, соответствовало гипотенузе угла поворота. Если же тоннель был круглым или V-образным, танцы пчел были настолько сложными, что расшифровать их не удалось.

Вместе со своей уникальностью язык пчел в то же время отличается и некоторой ограниченностью. Так, пчелы способны передавать информацию о наличии корма только в горизонтальной плоскости. В их языке нет понятия «вверх» - врожденные знания показывают пчелам, что цветы не могут расти на небесах. Это было установлено опытным путем, когда улей расположили внизу радиобашни, а корм – наверху. Приманку показали пчелам-разведчицам, но те не смогли мобилизовать туда сборщиц. Эти ограничения языка танцев пчел свидетельствуют о его «закрытости», тогда как языки человека являются превосходной открытой системой.

**Сравнение «языков» пчел и других животных**

А в какой степени можно сравнивать сложное языковое поведение пчел с коммуникативной деятельностью других животных? Существует много определений критериев языка. По одному из них человек обладает в полном объеме семью определенными ключевыми свойствами языка, и только некоторые из них присущи естественным языкам животных. Коммуникативные системы у некоторых видов животных сравнивались по четырем группам – насекомые (медоносная пчела), рыбы (колюшка), птицы (серебристая чайка) и обезьяны (гиббон). Пчелы, как уже говорилось, наделены «языком танцев». Для самцов и самок колюшки характерна сигнализация о начале репродуктивного поведения путем изменения окраски и некоторых частей тела. У серебристой чайки родители начинают кормить своих птенцов, сигнализирующих о готовности принимать пищу с помощью клевков в направлении родительского клюва. Сообщество гиббонов обладает системой специальных криков, которые оповещают об опасности или общих потребностях. Как считают ученые, в каждом из приведенных способов общения присутствует, по крайней мере, одно из ключевых свойств языка. А танцам пчел приписывается максимальное для животных число свойств (шесть). Немаловажное значение для такого способа имеет количество информации, которую способны передавать эти насекомые. По мнению ученых, пчелы только о направлении полета могут передать около четырех бит информации. А максимальное количество информации, передаваемой «языком танцев», возможно, удастся установить после широкого спектра опытов.