

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ПИЩЕВОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ

КАФЕДРА БИОЛОГИИ, БИОРЕСУРСОВ И АКВАКУЛЬТУРЫ

АПИДОЛОГИЯ И ОСНОВЫ АПИМОНИТОРИНГА

Курс лекций

Новосибирск 2024

УДК 595.799

ББК

Кафедра биологии, биоресурсов и аквакультуры

**Составитель** д-р биол. наук, проф. *Л.А. Осинцева*

**Рецензент** д-р с.-х. наук, проф. *З.Н. Алексеева*

**Апидология и основы апимониторинга:** курс лекций /Новосиб. гос. аграр. ун-т., Биолого-технолог. фак.: сост. Л.А.Осинцева. – Новосибирск, 2024. – 149 с.

Курс лекций предназначен для студентов Биолого-технологического факультета, обучающихся по направлению подготовки: 06.03.01 - Биология

Утвержден и рекомендован к изданию учебно-методическим советом ИЭиПБ

## АПИДОЛОГИЯ КАК НАУКА

Истоки апидологии относятся к временам Аристотеля, которому удалось различить в семье пчел три касты: король (в действительности речь идет о матке), трутни (пол которых он не смог определить) и работницы. Ему удалось определить осиротевшие семьи, где рождаются трутни, а не пчелы. Он пишет, что трутни рождаются от пчел без оплодотворения, что оказалось гениальным провиденьем. Но вместе с тем, сколько неуверенности и грубых ошибок, которые трудно объяснить. Почему люди тех времен пренебрегали именно исследованием природы, которое мы считаем очевидной и обязательной ступенью познания, когда ничто не мешало им заняться этим. Часто игла и пара хороших глаз были бы достаточны для того, чтобы открытие Реомюра сделал, Аристотель. Почему Аристотель пишет, что тело пчелы прозрачно и что в брюшной полости ничего не видно, когда самое простое наблюдение за семьей во время зимовки доказывает совсем иное?

Затем, на протяжении веков, многие авторы в большей или меньшей степени заимствовали слова Аристотеля и часто превратно толковали их. Апидология развивается лишь позже, благодаря Реомюру и Франсуа Юберу. Невозможно перечислить здесь их открытия; отметим лишь то, что должны были и могли сделать античные исследователи без использования микроскопа и термометра; для того, что заметили Реомюр и Гюбер нужны лишь пара хороших глаз и наблюдательность.

В недавние времена жил человек, благодаря которому за 40 лет апидология развилась больше, чем за десять предыдущих столетий; речь идет о Карле фон Фрише, известном во всем мире. Нет человека, который не слышал бы о танцах пчел. Карл фон Фриш и его знаменитая школа заняли такое блестящее место в этой науке, что мы почти забыли о других, таких же интересных исследованиях; а именно об исследованиях, связанных с генетикой и искусственным осеменением, которые обновили пчеловодство,

а также об исследованиях у пчел обмена веществ, питания, опылительной деятельности.

*История технологии пчеловодства* тесно связана с историей содержания пчел в искусственных гнездах, создаваемых для пчел человеком.

Первоначальной формой культурного пчеловодства на Руси являлось бортничество – древнейший промысел славян. *Бортничество* основано на содержании и разведении пчел в бортиях – в помещениях для жизни пчел, сделанных человеком в живом дереве. Это могли быть естественные или искусственно выдолбленные дупла таких деревьев как липа, дуб, сосна, лиственница, ива, осина. Поэтому понятие «бортничество» выводят от слова «бортить», т.е. выдалбливать отверстие в дереве или от слова «бор», т.е. сосновый лес и отсюда – бортничество – это боровое, или лесное пчеловодство. Борти (дупла, дыры) выдалбливали в стволах деревьев на высоте 6 - 8 м, диаметром 3- -40 см и в высоту 1 – 2 м. Древний способ пчеловодства – бортничество, не означает примитивный способ. Положительные стороны бортничества заключались в том, что имелось соответствие борти естественным условиям обитания пчелосемьи. Высотное расположение гнезда обеспечивает пчел более сухим воздухом, чем в приземном слое, устойчивым температурным режимом, что ведет к повышению устойчивости пчелиных семей к заболеваниям и снижает непродуктивные потери на поддержания микроклимата в гнезде. Кроме того, после весеннего осмотра борти пчеловод до конца лета не заглядывал в пчелиное гнездо и не беспокоил их. Медопродуктивность семей составляла около 0,5 пудов с каждой борти и достигала 2 – 3 пудов (32 – 48 кг). В своем развитии бортничество прошло 3 этапа.

1. Охрана и уход за дикими пчелами, которые сами селились в естественных дуплах деревьев. Вокруг срубались (или посекались) ветки соседних деревьев и место называлось пасекой. До настоящего времени то место, где человек содержит пчел, называется пасекой.

2.Содержание осажженных человеком роев в заранее подготовленных естественных дуплах.

3.Разведение и содержание пчел в специально выдолбленных дуплах – бортях.

Окончательный переход к использованию бортей завершился в раннем железном веке: 7 – 8 в. до н.э., а расцвет бортничества приходится на X – XII века. К XIII веку наметились признаки упадка бортничества в связи с развитием земледелия и сведением лесов. Попытки поддержать бортничество на государственном уровне (с 1775г. указом Екатерины II были отменены налоги с тех, кто содержал пчел) не были успешны. Сама технология бортничества несла в себе предпосылки упадка, поскольку использовалась роебойная система отбора меда, когда семьи просто закуривались по окончании сезона. Это привело к ослаблению и сокращению местных популяций пчел. В настоящее время бортничество сохранено в Башкортостане в качестве реликтовой технологии пчеловодства.

Бортничество сменила более доступная и интенсивная форма пчеловодства – *колодное пчеловодство*. Колода – русский улей или ее называли пеньки, чурбаки, колодези, была впервые очевидно выпилена из поваленного бурей бортного дерева и ничем принципиально не отличалась от борти. Конструктивное отличие заключалось в наличии верхней крышки, закрывающей плотно верхнее отверстие колоды. Высота колоды составляла 1 – 1,6 м. Внутри древесного ствола выдалбливали несквозное дупло, сбоку помещалась узкая должея, которая закрывалась деревянной втулкой с летками. Стенки, верх и низ колоды были толстые ( 10 – 15 см). Перед посадкой роя вставляли внутрь колоды куски сотов. Усовершенствование колоды шло путем варьирования материалом, размерами и формой. Вставлялись в голову колоды под потолок широкие планки – линейки, к которым пчелы прикрепляли соты. Такие соты можно было вынимать и не только с медом, но и с расплодом, предварительно отделив их ножом от стенок колоды. Это позволяло отойти от роебойной системы отбора меда как

это было при бортничестве. Впервые с развитием колодного пчеловодства пасеки можно было размещать на любом, выбранном человеком, месте, а также содержать пчел в зимнее время.

Однако также как и бортничество колодное пчеловодство было роевым, пасеки создавались и пополнялись за счет роев и регулировать роение пчел было невозможно.

Развитие колодного пчеловодства в России отмечалось до XX века. В конце XIX века на Алтае и в Сибири имелись пасеки по 1 – 2 тыс. колод, у крестьян содержалось по 200 – 300 колод.

Следующим этапом в развитии технологии содержания пчел стало создание разборного улья. Этапной вехой стало изобретение швейцарцем Ф.Губером (1789г.) рамочного улья листового или книжного типа, в котором рамки соединялись друг с другом. В России первым сконструировал разборный улей Петр Иванович Прокопович (1814г.). Свою модификацию разборного улья предложил американец Лоренцо Лангстрот (1851г.). Он первый установил наличие в гнезде пчел пространства, которое они не застраивают сотами и не заделывают прополисом. Это пространство составляло от 4,8 до 9,5 мм и было названо впоследствии «свободное пчелиное пространство». Ульи стали конструировать с учетом этого расстояния между рамками и стенками улья, что позволяло избежать прикрепления рамки пчелами к стенке улья. Интенсивное распространение в России разборные рамочные ульи получили в начале XX века. Эти конструкции позволяют регулировать объем гнезда в соответствии с силой пчелиной семьи, что позволяет избегать роения пчел, не нарушать целостность сотов при отборе меда. В настоящее время существует огромное количество конструкций ульев, но все они создаются по принципу разборных рамочных ульев как наиболее технологичных. В нашей стране наиболее распространены ульи с 12 рамками и магазином (однокорпусный улей Дадана); двухкорпусные ульи на 12 рамок; четырехкорпусной улей на 10 рамок (многокорпусной улей Рута) и улей – лежаки (на 16, 20 и 24 рамки) с

магазином. Размеры ульев рассчитаны на четырех стандартных типов: гнездовую (Дадановскую), полурамку или магазинную, рамку многокорпусного улья (Рутовскую) и узко-высокую или рамку украинского лежака.

## Тема ЖИЛИЩЕ ПЧЕЛИНЫХ

Конструкция. Некоторые общие закономерности возникновения инстинкта возведения сложной системы сот, образующих пчелиное гнездо, можно проследить, анализируя строение гнезд разных видов пчелиных, отличающихся по уровням организации. Наиболее примитивные из них представлены полостями для одновременного развития нескольких особей. Более высокий уровень гнездовых конструкций связан с сооружением индивидуальных ячеек для развивающихся особей. К самым совершенным гнездовым конструкциям относятся соты, сооружаемые представителями рода *Apis*.

Общие выводковые полости используют для развития своего потомства пчелы *Metallinella antrocaerulea* Schill. Эти пчелы используют неглубокие (до 8 см) полости в древесине, имеющие одно входное отверстие. Самка, обнаружив такую полость, не углубляет и не расширяет ее. По мере заполнения значительной части пыльцой, смоченной нектаром, самка откладывает яйца. Их количество в зависимости от объема полости колеблется от 4 до 12. По окончании запаса корма для развивающегося потомства и яйцекладки, самка запечатывает вход в полость пробкой из измельченных листьев. На этом забота о потомстве завершается.

Многие виды пчелиных приспособились использовать для развивающегося потомства тонкие полые стебли растений, а также высохшие стебли с мягкой сердцевинкой. Чаще всего используются сломанные и треснувшие стебли таких растений как ежевика, коровяк, малина и др. Трехзубая осьмия, *Osmia tridentata*, предпочитает для своего потомства

стебли ежевики. В стебле, выбранном для гнезда, самка-основательница выгрызает сердцевину. В конце хода сооружается первая выводковая ячейка. В нее пчела приносит пыльцу, смоченную нектаром, откладывает яйцо, а затем запечатывает. Для этого пчела использует измельченную сердцевину, соскребаемую со средней части ячейки. В результате она приобретает бочковидную форму. По такому же принципу, если позволяет длина стебля, самка-основательница сооружает до 15 ячеек.

Многие виды мегахилид для сооружения индивидуальных ячеек для развивающегося потомства используют кусочки листьев или лепестков цветков. Ячейки сооружаются в ходах червей, выходящих на поверхность грунта, или подобных полостей в стеблях, древесине и т.п. В глубоких полостях пчела-листорез может соорудить до 20 ячеек. Каждую из них самка-основательница вначале заполняет кормом, затем откладывает яйцо и запечатывает ячейку.

С недостатком подходящих мест наземного поселения связано освоение пчелами грунта. При поселении в грунте используются готовые полости и ходы, проделанные другими животными или выкапываемые самими пчелами. В частности, ходы дождевых червей, выходящие на поверхность почвы, использует *Megachile albocincta*. Сложные подземные гнезда с ходами и галлереями сооружает *Melitta leporina*, *Perdita lingualis*, *Nomioides minutissimus*, *Golletes michenerianus*, *Andrena labialis*.

Поселение в грунте сопряжено с увеличением опасности повреждения кормовых запасов водой, микроорганизмами и другими биотическими и абиотическими факторами. Поэтому естественный отбор благоприятствовал развитию инстинктов и морфофизиологических приспособлений, обеспечивающих защиту корма и развивающегося потомства от внешней среды. На этой основе пчелы приобрели приспособления для покрытия внутренних поверхностей ячеек различными влагонепроницаемыми веществами. Они же используются для укрепления стенок ячеек.



Некоторые виды пчелиных для покрытия внутренних поверхностей стенок ячеек используют смолы, выделяемые древесной растительностью. Этим пользуется пчела *Melipona lonrea*. Собственными выделениями для этого пользуются галикты, андрены, антофориды и др. В частности, *Nomia melanderi* (Halictidae) покрывает ячейки оральным секретом. Секрет дюфуровой железы использует *Anthophora antiope* (Anthophoridae) и *A.abrupta*. У пчел, использующих различные средства гидроизоляции ячеек, для их запечатывания применяются воздухопроницаемые материалы. Это необходимо для удаления избытка углекислого газа и протока кислорода развивающимся пчелам. Например, у пчел, поселяющихся в грунте, многие виды для сооружения пробки (запечатывания ячеек) используют мелкие частицы земли.

Одиночные виды пчелиных сооружают небольшое количество ячеек в одной или разных гнездовых полостях. Общее количество сооружаемых ячеек ограничивается репродуктивным потенциалом самок. Он обычно не превышает несколько десятков. Для одиночно живущих пчелиных нет необходимости локализации потомства в одной гнездовой полости, так как самка-основательница чаще всего не взаимодействует со своим развивающимся потомством и не охраняет его. Не взаимодействуют между собой также развивающиеся пчелы. Поэтому сохранению потомства от случайных элиминирующих факторов способствует размещение потомства в разных гнездовых полостях, что имеет широкое распространение у многих видов одиночных живущих пчелиных. Например, осмии (*O. rufohirta* и *O.bicolor*) в качестве гнездовых полостей используют пустые раковины улиток. От длины полости зависит количество ячеек, сооружаемых в ней пчелой *Megachile rotundata*.

Социальные виды пчелиных, в отличие от одиночно живущих, сооружают в гнездовой полости большое количество ячеек. Они у разных видов социальных пчелиных размещаются в гнездовой полости группами, образуя грозди, или в форме строго упорядоченных ячеистых

конструкций - сот. Многие виды социальных пчелиных сооружают горизонтальные односторонние соты. Наибольшего совершенства гнездовая конструкция достигла у пчел рода *Apis*. У представителей этого рода пчелы *A. dorsata*, *A. laboriosa*, *A. florea* и *A. andeniformis* сооружают по одному вертикальному соту. Эти виды пчел поселяются под открытым небом. К поселению в полостях приспособились пчелы *A. mellifera* и *A. indica*, сооружающие по несколько смежных сот.

Размер ячеек. Строение и размер ячейки относятся к видовым признакам пчел. Одиночно живущие виды пчел, поселяющиеся в грунте, имеют возможность соорудить ячейку, соответствующую потребностям развивающихся особей, что детерминируется наследственной программой гнездового поведения. При поселении в готовых полостях пчелы вынуждены приспосабливаться к их размерам и конфигурации. Например, *Anthocopa hypostomalis*, поселяясь в полостях относительно небольшого диаметра, сооружает удлинённые ячейки, а в широких - короткие.

Пчелы-листорезы *M. rotundata* могут использовать для гнездования полости диаметром от 4 до 7,1 мм. Однако внутренний диаметр ячеек варьирует в небольших пределах и обычно не выходит за пределы 4-4,5 мм. Поэтому увеличение диаметра полости, выбранной для поселения этих пчел, вынуждает их увеличивать толщину стенок ячеек.

У пчел рода *Apis* размер ячейки и ее форма зависят от пола и стадии развивающейся в ней особи. Самые мелкие ячейки используются для рабочих пчел, более крупные - для трутней и самые большие - для маток. Маточные ячейки (маточники) размещаются обычно на периферии сот и имеют желудеобразную форму.

Ячейки сот имеют шестигранную форму. Отклонение от этой конструкции пчелы сооружают в местах прикрепления сот, а также их изгибов и переходов от одного размера к другому. Например, между ячейками для развития рабочих пчел и трутней. Ячейки имеют неправильную

форму в местах отстройки ячеек маточников, представляющих собой специфические желуде-образные емкости для развития маток.

Наибольшая часть сот обычно бывает представлена ячейками в форме шестигранных полых призм, соединенных между собой общими стенками и основаниями. Основание ячейки имеет форму трехгранной пирамиды, образуемой тремя ромбами. Каждый из них является составной частью оснований трех смежных ячеек на противоположной стороне сот.

Размеры ячеек не отличаются высокой точностью воспроизведения, на что было отмечено еще в конце 18 столетия, когда во Франции вводилась десятичная система длины. В качестве естественной меры длины предлагалось ввести диаметр ячейки пчелиного сота. Это предложение было отвергнуто из-за высокой вариабельности размеров ячеек. По-видимому, существенным оказалась большая разница между диаметром ячеек для развития рабочих пчел и трутней. Те и другие ячейки часто отстраиваются на одних и тех же естественных сотах.

По сведениям Г.Фогта (1911), обобщившего результаты исследований разных авторов, выполненных с начала 18 века, размеры ячеек для развития рабочих пчел характеризуются невысокой изменчивостью. В частности, средние значения диаметров ячеек не выходили за пределы 5,15 - 5,43 мм. Позднее была обнаружена географическая изменчивость размеров ячеек, что выражается в их уменьшении с продвижением на юг. У популяций пчел, обитающих в Сибири диаметр ячеек по сведениям Г.Ф.Таранова (1961) равняется в среднем 5,55 мм, в центре Европейской части России - 5,40, в южной - 5,25 мм. Подобные сведения о расстоянии между параллельными стенками ячеек для развития рабочих пчел были получены ранее Е.Цандером (5,37 мм) и А.Н.Брюханенко. По сведениям последнего у северных популяций пчел указанный размер ячеек равняется в среднем 5,7 мм, у краинских - 5,5, а у кавказских - 5,3 мм (По Кожевникову, 1931).

Строительство сот является инстинктом, реализуемым при одновременном участии больших групп пчел. Они используют в качестве

основы для сот тонкие пластинки (листы), помещенные в гнездовую полость. Перфорация пластинок влияет на диаметр отстраиваемых на них ячеек. Если пластинка, используемая для строительства сот, имеет отверстия, расстояния между центрами которых соответствуют естественному расстоянию между ячейками, то пчелы отстраивают ячейки по окружности этих отверстий. Перфорация пластинок шестигранными ячейками, диаметр которых превосходит естественные в 3-4 раза, влияет на конфигурацию отстраиваемого сотов. Это выражается в том, что ячейки отстраиваются группами от 3 до 6 в границах выступов основания на пластинке.

Изложенное свидетельствует об относительно высокой стабильности размеров ячеек (расстояния между гранями или углами), что связано с реализацией ими наследственной программы сооружения сот. Вместе с тем в зависимости от ситуации при наличии перфорации, геометрия которой близка к размерам ячеек, пчелы используют ее для строительства сот. В связи с этим заслуживает внимания вопрос о точности воспроизводства и пределах изменчивости ячеек сот. Представляет также интерес правильность шестиугольной конструкции ячейки.

Для строительства сот социальные виды пчелиных в качестве основного строительного материала используют воск. Шмели и разные виды безжалых пчел примешивают к воску цветочную пыльцу, смолы, частицы грунта и т.п. В отличие от этого только из воска сооружаются соты медоносной и индийской пчелами.

У медоносной пчелы воск секретруется восковыми железами, расположенными на 4-7 брюшных стернитах рабочих особей. Максимального развития железы достигают в 12-18 дневном возрасте. К этому возрасту высота желез, коррелирующая с активностью функционирования, достигает  $55 \pm 5$  мкм.

На итальянских пчелах *Apis mellifera ligustica* прослежено строение ячеек сот, через разное время их отстройки. Для этого выполнены продольные и поперечные срезы ячеек. Установлено их булавовидная форма

у краев от начала по мере использования возрастает. У 5-месячных размер края ячеек равняется  $88 \pm 10$  мкм, у 12-месячных -  $246 \pm 48$  мкм и у 2-летних -  $297 \pm 48$  мкм. Толщина чередующихся прослоек волокон и воска не меняется с «возрастом» сотов и составляет около 2,5 мкм. Массовая доля волокнистых прослоек равняется в среднем 3,4%. Но с «возрастом» сот возрастает их прочность и термостойкость.

У безжалых пчел *Melipona bicolor* молодые неоплодотворенные матки выделяют небольшие пластинки воска, которые покрывают заднюю часть кутикулы тергитов. В отличие от рабочих особей этого вида, у которых восковые железы расположены на 4-7 тергитах, у маток воск продуцируется железами, расположенными только на третьих тергитах. Но независимо от этого, воск, секретируемый матками и рабочими пчелами, имеет сходный состав и состоит из эфиров триакоктанил ацетата и октакосанил ацетата, содержит небольшое количество алкенов и алканов с углеродными цепочками от  $C_{21}$  и  $C_{31}$  и незначительной примеси альдегидов и эфира изобутиратовой кислоты.

Предпочитаемые места поселений у медоносной пчелы и безжалых пчел во многом совпадают. Для поселения ими используются различные природные полости - дупла деревьев, расщелины скал, а также постройки человека. Медоносная пчела в лесных зонах предпочитает для поселения дупла живых деревьев. Подобно этому в процессе размножения семьи разных видов безжалых пчел предпочитают в основном (в 91% обследованных поселений) большие живые деревья диаметром стволов более 60 см. Свои гнезда они устраивают в дуплах или чаще под основанием деревьев. На одном дереве может находиться несколько гнезд (до 8), принадлежащих к одному или разным видам безжалых пчел.

Гнезда индийской и медоносной пчел представляют собой многоярусную конструкцию из параллельно расположенных сот. Их локализация в жилище не имеет строгой упорядоченности. В естественно отстроенном гнезде (в дупле или другой полости) соты различаются по

размеру и структуре ячеек. У потолка толщина сотов может достигать 45-50 мм, а в нижней части - 2-3 мм. Соты образуют обычно сложные лабиринты. Однако, расстояние между поверхностями смежных сот обычно поддерживается в пределах 10-14 мм.

Вертикальное размещение сот связано с наличием у пчел гравитационных рецепторов. Поэтому изменение положения гнезда по отношению к вектору гравитации в процессе строительства ячеек, влияет на изменение их формы. Высказывалось также предположение, что для ориентации сот пчелы используют магнитное поле Земли. Однако это не получило подтверждения в специальных исследованиях, выполненных в период интенсивного строительства сот. В этих экспериментах естественное магнитное поле компенсировалось или усиливалось примерно в 1000 раз. При этом не обнаружено никакого влияния магнитного поля на направление строительства сот.

Количество сот в гнезде влияет на активность пчел-фуражиров. Установлено, что наличие пустых ячеек стимулирует активизацию пчел, занимающихся доставкой корма. Это обнаружено на пчелах, содержащихся в садках и ульях. Только за счет увеличения площади пустых сот с 1,88 до 4,06 м<sup>2</sup> медопродуктивность пчелиных семей увеличивалась с 36 до 51 кг.

Для медоносной пчелы характерна высокая стабильность внутригнездовой температуры. Внутригнездовая термостабилизация имеет отношение к строительству сот. По сведениям М.Г.Гайдака (1969) оптимальная температура для секреции воска находится в пределах 33-36°C. С секрецией же воска связана активность строительства сот.

Активность реконструкции сот зависит от местоположения повреждения. С наибольшей активностью пчелы восстанавливают обычно повреждения в верхней части сот и с наименьшей - в нижней. Это обнаружено при удалении части сот.

Скорость восстановления повреждений сот зависит от экологической ситуации. При этом наибольшее значение имеет продуктивность кормового

участка и внешняя температура. Скорость застройки повреждений достигает максимума при внешней температуре 23-27°C и продуктивности кормового участка, превышающего суточное потребление корма пчелиной семьей.

В зонах застройки сот пчелы, сцепившись друг с другом ногами, образуют гирлянды. Образующие их сотни пчел поочередно участвуют в строительстве ячеек. Предполагается, что образование этих гирлянд, имеет отношение к правильности вертикального строительства сот. Зависание обеспечивает условия, необходимые для ориентации по вектору гравитации.

Образование скоплений пчел в местах реконструкции сот влияет на локальные изменения температуры в пчелином гнезде. В частности, температура в верхней части повреждения обычно бывает ниже, чем в центральной, примерно на 1°C. Это связано, по-видимому, с неодинаковой активностью термогенеза пчел в верхней и центральной части сот.

Таким образом, активность отстройки сот зависит от физиологического состояния пчел, их обеспеченности кормом и внешней температуры. Пчелы по-разному реагируют на повреждения сот. С наибольшей активностью восстанавливаются повреждения в их верхней части. Температура в верхней части реконструируемых участков сот обычно бывает ниже, чем в центральной. Однако отсутствуют сведения о температуре у отстраиваемых сот в центральной и периферических участках сот. Эти сведения представляют интерес в связи с изучением размеров ячеек, отстраиваемых в центральной и периферической зонах гнезда.

## Тема АДАПТАЦИИ К СРЕДЕ ОБИТАНИЯ

Температурные адаптации Медоносная пчела обладает широким диапазоном адаптаций к охлаждению, что позволило ей расширить ареал за счет зон холодного климата. Комплекс холодовых адаптаций позволяет пчелам переносить длительную зимовку с сильными морозами. При этом доминирующее значение имеют приспособления, получившие развитие в

связи с возникновением социальности. Наряду с этим используются индивидуальные адаптации, связанные с сезонной и возрастной изменчивостью физиологического состояния. Эти изменения сходны с таковыми у одиночно живущих насекомых.

Индивидуальная приспособленность пчёл к охлаждению. В комплексе индивидуальных холодовых приспособлений важное значение принадлежит холодовому оцепенению и температуре максимального переохлаждения. Но эти приспособления имеют различное значение в обеспечении индивидуальной устойчивости к холоду.

Холодовое оцепенение. Это характерная реакция пойкилотермных животных на охлаждение. Холодовое оцепенение представляет собой временное торможение двигательной активности. Оцепеневшие пчелы похожи на погибших, у них резко снижается обмен веществ. Такое состояние вызывает охлаждение. Это явление ещё в прошлом веке привлекло к себе внимание специалистов, занимающихся проблемой оптимизации зимовки пчёл. На основе холодового оцепенения предпринимались попытки найти возможность зимнего содержания пчёл в состоянии, подобном диапаузе у одиночно живущих насекомых. Но позже выяснилось, что возможности диапаузы одиночных насекомых и оцепенения пчёл принципиально отличаются: диапауза может длиться месяцами, а холодовое оцепенение - всего несколько часов или дней. По этой причине холодовое оцепенение нельзя использовать для зимнего сохранения пчелиных семей.

Порог холодового оцепенения (максимальная температура охлаждения, вызывающая торможение двигательной активности) зависит от активности пчелы и длительности действия термофактора. У пчёл можно вызвать холодовое оцепенение охлаждением до температуры, превосходящей предельную для внегнездового функционирования. Например, нижняя граница прекращения перелётов находится на уровне около  $+7^{\circ}\text{C}$ , а оцепенение вызывает длительное охлаждение (в течение 30 мин.) до  $+13^{\circ}\text{C}$ .



Однако действие такой температуры стимулирует неглубокое торможение двигательных функций.

Пчелы, находившиеся в состоянии холодового оцепенения при  $+10^{\circ}\text{C}$  в течение 15 ч, активизируются за 6-7 мин., оказавшись при температуре  $20-25^{\circ}\text{C}$ . В отличие от этого намного больше времени требуется для выхода из состояния холодового оцепенения, стимулируемого более низкой температурой. Например, после 14-часового пребывания при  $0^{\circ}\text{C}$  для активизации требуется около 40 мин. Пчёлы, оказавшись при температуре, стимулирующей холодовое оцепенение, сопротивляются этому повышением двигательной активности. Время, в течение которого они могут противостоять охлаждению (находится в активном состоянии), зависит от возраста. Пчёлы младших возрастных групп при прочих равных условиях быстрее подвергаются холодовому оцепенению. В частности, пчёлы в возрасте 17-35 дней при  $0^{\circ}\text{C}$  впадают в состояние холодового оцепенения в среднем за 7 мин, а 1-3 дневные - через 3-4 мин.

Время необходимое для восстановления двигательной активности зависит от продолжительности периода охлаждения. Например, пчёлы, находившиеся в состоянии холодового оцепенения при  $0^{\circ}\text{C}$  в течение 2 мин, активизируются при  $20^{\circ}\text{C}$  примерно за такое же время. С увеличением продолжительности охлаждения этих же пчёл до 2 часов им требуется на активизацию около 14 мин, а на выход из 12 часового оцепенения - 37 мин.

На скорость восстановления активности оцепеневших пчёл влияет степень наполнения медового зобика углеводным кормом. Его уменьшение в зобике стимулирует ускорение активизации оцепеневших пчёл. Период восстановления активности у пчёл с пустыми зобиками в 1.8 раза короче, чем у таких же особей, но имевших перед охлаждением неограниченный доступ к корму. Несмотря на наличие связи между скоростью активизации и наполнением зобика мёдом, пчёлы не могут пользоваться им в состоянии холодового оцепенения. Оцепеневшие пчелы живут исключительно за счёт углеводов, содержащихся в гемолимфе.

Максимальная продолжительность жизни пчёл в состоянии холодового оцепенения зависит, прежде всего, от температуры. С её понижением продолжительность жизни оцепеневших пчёл уменьшается. При  $+10^{\circ}\text{C}$  оцепеневшие пчелы живут 50-80 ч, при  $0^{\circ}\text{C}$  - 48-60 ч, при  $-5^{\circ}\text{C}$  - 3 - 6 ч и при  $-10^{\circ}\text{C}$  - 0.5 - 1.2 ч. При этом минусовую температуру в течение указанного времени переносят не все пчёлы, а только те из них, которые обладают высокой устойчивостью к замерзанию (см. Температура максимального переохлаждения).

Итак, холодовое оцепенение позволяет пчёлам пережить кратковременное охлаждение, сохранив при этом запасы энергии (содержимого медового зобика). Благодаря холодовому оцепенению выживают пчёлы, оказавшиеся в небольших количествах в крайних межрамочных пространствах при резких кратковременных понижениях внешней температуры. Однако эти пчёлы не могут самостоятельно активизироваться. Для этого необходимо повышение температуры окружающего их воздуха. В противном случае пчёлы погибнут, что нередко приходится наблюдать пчеловодам при первых весенних осмотрах семей, зимовавших при низкой температуре, например, под открытым небом. Погибшие пчёлы находятся в виде плотных скоплений в крайних межрамочных пространствах (часто рядом с мёдом).

Температура максимального переохлаждения (ТМП). Жидкие фракции тела пчел и других насекомых замерзают при температуре, которая ниже  $0^{\circ}\text{C}$ . Началу замерзания (кристаллизации жидких фракций тела) сопутствует выделение тепла, которое фиксируют термодатчиком, контактирующим или введенным в тело. Таким способом регистрируют ТМП. Замерзание связано с образованием кристаллов, повреждающих клетки, ткани и органы пчелы. Поэтому ТМП является показателем холодостойкости.

В период зимовки действию низких температур в наибольшей мере подвергаются пчелы, находящиеся в нижней и боковых зонах гнезда. Кратковременное воздействие низких температур (ниже  $0^{\circ}\text{C}$ ) пчёлы

переносят благодаря тому, что гемолимфа, плазма клеток и другие жидкие фракции их тела могут не замерзать, до определённой минусовой температуры, находясь в переохлаждённом состоянии. Температура, при которой начинается кристаллизация, меняется в широких пределах в зависимости от состояния пчёл.

ТМП подвержена сезонной и возрастной изменчивости. К зиме устойчивость к переохлаждению повышается. У пчёл, развивающихся в течение лета, температура кристаллизации понижается по мере их старения. Минимальное значение ТМП имеет у младшей возрастной группы. Жидкие фракции тела пчёл в возрасте до трёх дней кристаллизуются при температуре около  $-3^{\circ}\text{C}$ , у средних возрастных категорий - при  $-7^{\circ}\text{C}$  и у самых старых, возраст которых не менее 40 дней,  $-9^{\circ}\text{C}$  и ниже.

Зимой точка кристаллизации бывает ниже, чем летом и зависит от условий, в которых проходит зимовка. К середине зимы пчёлы, зимующие под открытым небом, становятся примерно на  $1.5^{\circ}\text{C}$  устойчивее к охлаждению, по сравнению с пчёлами семей, находившимися до этого времени в помещении при температуре около  $+5^{\circ}\text{C}$ . Температура кристаллизации понижается также с повышением содержания в гнезде зимующих пчёл концентрации углекислого газа.

Изложенное свидетельствует о том, что содержание пчёл при низкой внешней температуре и высоком насыщении воздуха углекислым газом способствует повышению устойчивости к холоду. Это приспособление позволяет пчёлам выжить при крайне неблагоприятных условиях зимовки, когда семьи подвергаются значительному охлаждению. Однако понижение температуры кристаллизации связано с уменьшением продолжительности жизни перезимовавших пчёл и ограничивает возможности участия в выращивании расплода.

Независимо от условий зимовки ТМП от начала к середине зимы обычно понижается, а к началу весны повышается. В частности, от середины декабря к концу января температура замерзания понижалась в среднем в 1.2

раза. К окончанию зимовки (в начале марта) температура замерзания была сходна (статистически не отличалась) с таковой в декабре. Весной (в апреле) произошло повышение температуры замерзания в 1.2 раза по отношению к ее среднему значению в начале зимы и в 1.5 - к ее середине (Еськов, 1992; Еськова, 2010).

К криопротекторам относится жир. Значительные запасы жира депонируются у пчел в жировом теле. Оно в течение зимовки расходуется (деградирует). Поэтому заслуживает внимание выявление связей между динамикой жирового тела и ТМП, что входило в одну из задач наших исследований.

### РЕГУЛЯЦИЯ ВНУТРИГНЕЗДОВОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

Терморегуляция в активный период жизни пчел. К наиболее термостабильным зонам гнезда в течение всего репродуктивного периода жизни пчел относятся участки сотов или отдельные ячейки, в которых находятся развивающиеся особи. Состав пчелиной семьи в годовом цикле ее жизни существенно изменяется. В зонах умеренного и холодного климата в весенне-летний период значительную часть населения пчелиной семьи составляют трутни. Однако ни они, ни матки в активной терморегуляции гнезда и/или расплода не участвуют. Этим занимаются только рабочие особи.

В зависимости от возрастного состава пчелиной семьи, количества взрослых и развивающихся особей в ней, а также внешней температуры поведение пчел в зоне локализации расплода может существенно модифицироваться. При относительно низкой внешней температуре (15°C и ниже), пчелы локализуются на расплоде, агрегируясь вокруг него, чем достигается снижение тепловых потерь расплодом и всей семьей. На повышение температуры за пределы 22 - 25°C пчелы реагируют активизацией локомоций и значительным уменьшением плотности локализации на расплоде. Повышение внешней температуры и летной активности пчел отражается на уменьшении их численности в гнезде и на сотах, занятых расплодом.

В жаркое время терморегуляторная активность пчел сводится к защите гнезда от перегрева. Активное охлаждение гнезда пчелами достигается взмахами крыльев («вентиляцией»). Этим активно пользуются и медоносная пчела и более теплолюбивая восковая пчела *A. cerana*. Но восковая пчела более чувствительнее медоносной пчелы перегреву гнезда.

Поток воздуха, создаваемый пчелами машущими крыльями, интенсифицирует охлаждение за счет испарения воды. Ее доставка в гнездо возрастает при повышении внешней температуры за пределы температурного оптимума, верхняя граница которого находится на уровне 25 - 28°C.

Генерация тепла пчелами, подобно гомойотермным животным, связана с активизацией локомоций или микровибрацией мускулатуры, что имеет некоторое сходство с дрожью у млекопитающих. Разогрев тела пчелы определяется количеством продуцируемого тепла и его рассеяния в окружающее пространство. Во многих биологических ситуациях тепловая продукция является побочным следствием активизации локомоций. Например, пчела-вентиляторщица, охлаждая гнездо создаваемым воздушным потоком, эндогенно разогревается. Температура ее грудного отдела при 30°C может достигать 44°C. Поэтому независимо от мотивации локомоций количество тепла, выделяемого пчелой прямо коррелирует с мышечной активностью.

Разогревом расплодных ячеек занимаются не все находящиеся на них пчелы. Отдельные из них, не имеющие выраженных внешних отличий от других взрослых рабочих особей, задерживаются на ячейках с развивающимися особями и разогревают их. Чаще всего пчелы локализуются на разогреваемых ячейках с их внешней стороны, которая запечатывается восковой крышкой. Это обуславливается сплошным размещением расплода в ячейках сот на протяжении большей части периода воспроизводства рабочих пчел и трутней.

Генерация тепла пчелами, обогревающими расплод, связана микровибрациями фибриллярных мышц непрямого действия. Эти же мышцы

используются пчелами для совершения летательных движений крыльями и генерации звуков. Функционируя в режиме теплогенерации, фибриллярные мышцы не производят деформаций экзоскелета груди, требующихся для полета и движения крыльев.

Разогрев грудного отдела пчелы, обогревающей расплодную ячейку, чередуется с паузами и продолжается от 0.4 до 5.4 мин. При исходной температуре поверхности ячейки от 31 до 32.6°C она повышается со скоростью  $0.6 \pm 0.3$  °C/мин. У пчел, приступающих к обогреву ячеек, температура дорсальной стороны грудного отдела, может находиться в пределах от 34.2 до 40.3°C. Но при высоком исходном разогреве грудных отделов (не ниже 38.5°C) их температура в процессе обогрева ячеек понижается на 0.4 - 0.7°C.

Пчела, находящаяся на поверхности запечатанной ячейки неравномерно разогревает ее и тело куколки. Обычно перед началом обогрева температура внутренней стороны крышки ячейки немного превышает температуру дна. Соответственно этому у куколок температура головных отделов превышает брюшную примерно на 0.5°C. От начала к завершению обогрева ячейки это различие уменьшается и, когда пчела покидает обогреваемую ячейку, температура у ее донной части оказывается выше подкрышечной в среднем на  $1.1 \pm 0.2$ °C. Это связано с неодинаковой скоростью разогрева разных отделов тела куколок.

Наряду с обогревом расплода через наружные поверхности сотов, пчелы могут использовать для этого пустые ячейки. В таких ситуациях пчела вползает головой в ячейку. На ее поверхности остается обычно лишь кончик брюшка. Эти пчелы дольше, чем находящиеся на поверхности ячеек генерируют тепло. Фазы теплогенерации у пчел, находящихся в ячейках, достигают 24 мин, что примерно в 4 раза превосходит продолжительность периодов максимального термогенеза на поверхности ячеек.

Безрасплодный период. В осенне-зимний период похолодание стимулирует агрегирование пчел вокруг зоны максимального разогрева

(теплового центра). Чередование фаз относительного покоя и активной теплогенерации существенно дестабилизирует температуру в различных зонах скоплений пчел. Их неупорядоченные миграции внутри скопления, вызывая локальные смешивания воздуха, влияют на динамику тепловых потоков.

Начиная с осенних похолоданий, пчёлы концентрируются вокруг расплода, в зоне с наиболее высокой температурой. Наряду с расплодом на место сбора пчёл к началу зимовки влияет место расположения летка и распределение кормовых запасов. Леток привлекает пчёл, побуждает их смещаться в направлении леткового отверстия. Заполненные мёдом ячейки служат границей, за которую обычно переходит лишь незначительное количество группирующихся пчёл. Основная их масса собирается на пустых и частично заполненных мёдом ячейках.

С понижением внешней температуры и уменьшением количества расплода происходит уплотнение пчёл в межрамочных пространствах. Стремление пчёл, находящихся в периферической части гнезда избегать охлаждения, побуждает их уходить вглубь межрамочных пространств. В каждом из них они стремятся разместиться так, чтобы использовать тепло особей, находящихся между соседними рамками. Благодаря этому центры концентрации пчёл в соседних межрамочных пространствах в значительной мере совпадают.

Плотность пчёл в пределах каждого межрамочного пространства возрастает от теплового центра к периферии. Тепловой центр, как правило, не совпадает с геометрическим. Наиболее тёплая зона бывает обычно смещена кверху и частично вытянута в направлении леткового отверстия. В смежных межрамочных пространствах плотность пчёл увеличивается от центрального к периферическим, а численность имеет противоположную тенденцию изменения. Общение пчёл, разделённых сотами, происходит в определённой части гнезда, где они выходят за пределы рамок. При значительных понижениях внешней температуры эти пчёлы могут временно

уходить в глубь межрамочных пространств. В таких случаях прямое контактирование между пчёлами, разделёнными рядами сот, полностью прекращается.

Потребление мёда в ходе зимовки побуждает пчёл перемещаться вверх, поэтому за время зимовки они переходят от передней стенки к надрамочному пространству. Одновременно может происходить перемещение теплового центра не только в вертикальной, но горизонтальной плоскости. Последнее связано с перераспределением количества пчёл в межсотовых пространствах. Причиной отмеченного явления, связанного с дополнительными затратами энергии, чаще всего служит недостаток корма на пути перемещения пчёл. Если его основные запасы находятся в сотах, расположенных в боковых частях улья, то возможно разделение семьи на две части. Во многих случаях это заканчивается гибелью, по меньшей мере, одной из них. Поэтому при сборке гнёзд на зиму важно следить за тем, чтобы кормовые запасы были размещены в улье компактно.

Регуляция пчелами температуры связана с затратами энергии. Их величина зависит от многих причин, главными среди которых являются внешняя температура, физиологическое состояние семьи и численность рабочих особей. Немаловажное значение имеет численность пчел в семье. Уменьшению численности пчел сопутствует увеличение затрат на каждой из них на жизнеобеспечение. Например, семья, содержащая около 12 тыс. пчёл в начале зимовки расходует за сутки около 29 г корма. При наличии в семье 30 тысяч пчёл суточное потребление мёда в указанное время составляет в среднем 37 г. Исходя из этого в пересчёте на 10 тысяч особей потребление корма семьёй с меньшим количеством пчел в два раза выше.

Внешняя температура оказывает наибольшее влияние на разогрев теплового центра в начале зимовки, изменяя его температуру в относительно широких пределах. Так, в ноябре-декабре колебания температуры теплового центра семьи, содержавшей около 20 тыс. пчел, достигли 2.5.2.7°C, а в феврале-марте - 1.1.6°C. Соответственно коэффициент корреляции между



внешней температурой, варьирующей в пределах  $-17.+11^{\circ}\text{C}$ , и разогревом теплового центра уменьшался от  $-0.81 \pm 0.10$  до  $0.13 \pm 0.04$ . В течение всей зимовки значение коэффициента корреляции между температурой теплового центра и расположенной над ним периферией скопления пчел составляло в среднем  $0.82 \pm 0.11$ .

Связь между колебаниями внешней и максимальной внутригнездовой температурой зависит от численности пчел в семье. В семьях с относительно небольшой численностью пчел ( $\sim 10$  тыс.) сильная отрицательная корреляция между анализируемыми температурами прослеживается только в начале периода зимовки (на начальных фазах адаптации к наступившему осеннему похолоданию). Начиная с декабря значение коэффициента корреляции уменьшается до  $-0.36 \pm 0.12$ . В семьях, содержавших примерно вдвое большее число пчел ( $\sim 18$  тыс.), колебания температуры в ноябре-декабре достигали  $0.8.2.7^{\circ}\text{C}$ , а коэффициент корреляции равнялся в среднем  $-0.84 \pm 0.09$ . Во второй половине зимовки (с января) семьи слабо реагировали изменением терморегуляторной активности даже на значительные колебания внешней температуры.

Независимо от численности, пчелы реагируют на охлаждение уменьшением поверхности скопления за счет уплотнения, достигающего максимума в зоне соприкосновения с холодным воздухом. При этом потоки тепла в разных направлениях различаются из-за образующихся неоднородностей структуры скопления. Суммарный поток тепла с его поверхности зависит от эффективной внешней поверхности, т.е. от площади, через которую отдается тепло. Она всегда меньше геометрической поверхности, а ее величина существенно зависит от внешней температуры, локализации пчел в разных межсотовых пространствах и расстояния от леткового отверстия. В основном через него происходит теплообмен между внутриульевым пространством и внешней средой.

В диапазоне температурного оптимума ( $-3.0 .+8.8^{\circ}\text{C}$ ) мощность теплового потока, приходящегося на  $1 \text{ см}^2$  поверхности, слабо зависит от

количества пчел в скоплении. В семьях, содержащих от 8.2 до 19.5 тыс. пчел, мощность тепловых потоков 2.05.3.21-10" Вт/см . При этом величина потока зависит от его направления. В пределах указанного диапазона она выше к верхней поверхности и меньше к нижней. В зоне оптимума не прослеживается существенного изменения температуры в тепловом центре семьи, что обуславливается сходством тепловой нагрузки (теплопродукции) на каждую из пчел, среднее значение которой ограничивается  $(6.8 - 10)^4$  Вт.

Отклонению внешней температуры от оптимальной для семьи, обычно сопутствует увеличение разогрева теплового центра. При этом имеет значение численность агрегировавшихся пчел, уменьшение которых отражается на дестабилизации теплосодержания и увеличении тепловых потерь, восполняемых за счет дополнительного потребления корма. В частности, мощность основного обмена в зоне оптимума семьи, содержащей примерно 8 тыс. пчел, составляет в среднем 3.28 Вт (47 кал/мин). Под влиянием охлаждения до  $-15^{\circ}\text{C}$  в течение 120 мин. теплопродукция всей семьи возрастает в 2.6 раза.

От внешней температуры и количества пчел в гнезде зависит их распределение в смежных межсотовых пространствах в начале периода зимовки. Наибольшего значения плотность агрегирования достигает в нижней части каждого межсотового скопления пчел, что обусловлено влиянием охлаждения. С приближением к тепловому центру (зоне максимального разогрева) плотность агрегирования понижается. Относительно невысокое уплотнение пчел над тепловым центром, что обусловлено их обогревом восходящими тепловыми потоками.

Температурные градиенты в направлении от теплового центра к верхней и нижней границам скопления пчел существенно различаются по абсолютным значениям и вариабельности. Кверху температурные градиенты меняются незначительно, не превышая в течение зимовки  $12^{\circ}\text{C}$ , а к низу, постоянно варьируя, достигают  $24-28^{\circ}\text{C}$ . На таком же уровне при  $-20.-18^{\circ}\text{C}$

поддерживается разность между внешней температурой и разогревом тела пчел, образующих нижнюю часть их скопления.

Разогрев разных частей тела пчел, находящихся на периферии скопления, зависит от места локализации и внешней температуры. При ее колебаниях в пределах от  $-1$  до  $-13^{\circ}\text{C}$  наибольшим разогревом чаще всего отличается грудной отдел. Средние значения его температуры на десятки доли градуса отличается от таковых у головного и брюшного отделов. Но температура головного отдела иногда приближается или немного превышает температуру грудного отдела. Среднее же значение температуры брюшного отдела всегда ниже, чем грудного.

Понижение внешней температуры стимулирует повышение температуры тела пчел, образующих периферию их скопления. Наибольший разогрев пчел происходит в нижней части, которая подвергается обычно наиболее интенсивному охлаждению. Так, при понижении внешней температуры от  $-1$  до  $-21^{\circ}\text{C}$  температура грудного отдела повышалась в среднем на  $3.0^{\circ}\text{C}$ , головного - на  $2.6^{\circ}\text{C}$  и брюшного - на  $2.4^{\circ}\text{C}$ , а в верхней части на  $1.5^{\circ}\text{C}$ ,  $0.6^{\circ}\text{C}$  и  $0.9^{\circ}\text{C}$  соответственно. Максимальная температура у пчел, находившихся в нижней части гнезда при  $-13^{\circ}\text{C}$ , составляла  $27.9^{\circ}\text{C}$ , минимальная -  $7.5^{\circ}\text{C}$ .

С понижением внешней температуры возрастает доля пчел, у которых грудные отделы разогреваются сильнее головных. При  $-1^{\circ}\text{C}$  различие между разогревом головного и грудного отделов достигает  $5.7^{\circ}\text{C}$ , при  $-13$  -  $8.5^{\circ}\text{C}$  и при  $-21$  -  $10.3^{\circ}\text{C}$ , а доля пчел, у которых температура груди превосходит температуру головы не менее, чем на  $2^{\circ}\text{C}$ , равняется соответственно 25.4, 36.0 и 47.2%. Но понижению внешней температуры сопутствует уменьшение на нижней поверхности скопления количества пчел, охлаждающихся до температуры стимулирующей холодовое оцепенение. В частности, при  $-1^{\circ}\text{C}$  их доля составляет в среднем  $52.4 \pm 4.9\%$ , при  $13^{\circ}\text{C}$  -  $45.7 \pm 4.1$  и при  $21^{\circ}\text{C}$  -  $32.1 \pm 3.3\%$ .

В меньшем диапазоне варьирует температура тела у пчел, локализующихся в зоне теплового центра.

Таким образом, в безрасплодный период жизни пчелиной семьи в стабильность терморегуляции понижается по отношению к тому времени, когда в гнезде находятся развивающиеся пчелы. Наибольшему охлаждению и в гнезде зимующих пчел подвергаются те из них, которые локализуются в нижней части их скопления. Они, препятствуя поступлению холодного воздуха в скопление, защищают всю семью от переохлаждения.

### Тема БИОЭКОЛОГИЯ МЕДОНОСНОЙ ПЧЕЛЫ

Первые обобщения знаний о поведении пчел содержатся в биологических трактатах Аристотеля, написанных в 4 в. до нашей эры. Однако долгое время после этого основные принципы организации пчелиной семьи оставались нераскрытыми. Значительные достижения в изучении биологии пчел были выполнены на границе XVI-XVII вв. В конце XVI века Л.М. де Тореесу удалось обнаружить что «царица» пчелиной семьи выполняет репродуктивную функцию. В начале XVII века Г. Батлер определил половую принадлежность трутней, а Р. Рамнат установил пол рабочих пчел. Бурное изучение биологии пчел происходило в XX веке и продолжается в настоящее время.

Медоносная пчела была и остается предметом пристального изучения этологов, физиологов, энтомологов и специалистов аграрного комплекса. Достижения последних десятилетий в области изучения этологии и физиологии органов чувств пчелы повлияли на успешное развитие биологии. Расшифровка уникальных принципов поддержания гомеостаза семьи, механизмов пространственной ориентации и сигнализации пчел открыла новые перспективы для управления их поведением. Особого внимания заслуживают сведения о терморегуляции и системе внутригнездовых коммуникаций.

Механизм терморегуляции основан у пчел на использовании мобильного этолого-физиологического комплекса, включающего изменение тепловыделения, теплоизоляции или охлаждения. Использование того или иного средства терморегуляции зависит от экологической ситуации. На охлаждение пчелы реагируют активизацией термогенеза и усилением теплоизоляции посредством агрегирования вокруг зон, занятых расплодом. Связанное с этим уплотнение пчел и уменьшение занимаемого ими внутригнездового объема способствует снижению тепловых потерь за счет уменьшения излучения и теплообмена. Эффективным средством охлаждения служит аэрация гнезда (пчелы-вентиляторщицы машут крыльями, создавая направленный поток воздуха) и связанная с этим интенсификация испарения воды через покровы их тела. Частота взмахов крыльями возрастает с повышением температуры. Соответственно этому возрастает поток воздуха, охлаждающего гнездо. Так, при 35-35.5°C пчелы машут крыльями с частотой 75-85 Гц, а при 41-42°C она возрастает до 145-155 Гц.

Активная роль в охлаждении гнезда при высокой внешней температуре принадлежит пчелам, специализирующимся временно на доставке воды (пчелы-водоносы). В другое время эти пчелы могут заниматься доставкой нектара, пыльцы или смолистых выделений растений.

У пчел, в отличие от других видов высокоорганизованных социальных насекомых (термитов и муравьев) отсутствует строгая функциональная дифференциация взрослых особей. Однако в период активной жизни среди рабочих особей прослеживается более-менее выраженная функциональная изменчивость, связанная с возрастом. Обычно в кормлении расплода участвуют пчелы младших возрастных групп, а доставке корма и воды - старших. В зависимости от биологической ситуации пчелы-фуражиры могут становиться водоносами, сторожами, кормилицами, участвовать в строительстве сот и других внутри- и внегнездовых работах.

Поведение и продуктивность полетов пчел-водоносов зависит от температуры. Минимальная температура, при которой пчелы могут вылетать

к известным им источникам воды, находящимся на небольшом расстоянии (нескольких метров от улья), составляет 6 °С, что нередко происходит в периоды длительных весене-летних похолоданий. Эти пчелы перед вылетом берут в среднем 7 мг меда (максимально - 40 мг).

В течение периода зимовки (при отсутствии расплода) стабильность внутригнездовой температуры понижается (Еськов, Тобоев, 2009,2010). В генерации тепла зимующими пчелами доминирующая роль принадлежит той их части, которая локализуется в тепловом центре. Вокруг него агрегируются пчелы, выполняющие преимущественно теплоизолирующую функцию. Плотность их агрегирования повышается, а локомоторная активность понижается соответственно удалению от теплового центра и усилению охлаждения. На периферии (за исключением зоны над тепловым центром) гиподинамия усиливается настолько, что может приближаться, а у некоторой части пчел достигать состояния холодового оцепенения. Эти пчелы отогреваются и активизируются при наложении на них разогретых пчел, покидающих тепловой центр. Миграция пчел в теплую часть гнезда, а из нее на периферию происходит в течение всей зимовки, чем порождается высокая вариабельность их локомоторной и трофической активности.

*Внутригнездовые сигналы связи.* Пчелы используют сложный комплекс динамических (двигательных), химических и акустических сигналов связи. В начале XX в была обнаружена связь между формой стереотипных движений (танцев), совершаемых пчелами на сотах после обнаружения обильного источника корма (Еськов, 1979). Траектория движений танцовщиц, длительность всего танцевального цикла и его «виляющей» фазы (периода, в течение которого пчела машет брюшком в дорсальной плоскости), зависят от расстояния до цели полета. По направлению «виляющей» фазы определяется направление от улья к источнику корма.

Обычно пчела совершает подряд несколько циклов танцевальных движений. В круговом танце она передвигается по окружности и, как правило, не закончив виток, резко разворачивается и продолжает движение в

противоположном направлении. С этого момента начинается следующий цикл танца. В начальной фазе восьмерочного танца пчела движется по прямой линии, совершая маятникообразные движения брюшком. Завершив пробег, она возвращается в исходное или близкое к нему положение по дугообразной траектории. Направление движения по ней перед очередным выходом на прямолинейный пробег большей частью меняется на противоположное.

Впервые на специфические динамические позы у пчел обратил внимание М. Спинцер (Spitzner) и опубликовал свои наблюдения в 1788 г. Позже этим занимался К. Фриш и его последователи, посвятившие изучению танцев пчел множество публикаций. Но эти исследования не давали убедительного объяснения биологической роли пчелиных танцев. Несмотря на то, что продолжительность виляющей фазы коррелирует с расстоянием до цели полета, а направление к ней определяет вектор перемещения пчелы в то время, когда она машет брюшком, визуальное использование всех этих динамических поз в пчелином гнезде невозможно по многим причинам. Прежде всего, потому, что в улье темно, а диапазон светового восприятия пчел сдвинут в область ультрафиолета. Контролировать движения танцовщиц со стороны невозможно из-за высокой плотности пчел на сотах. Поэтому сами по себе танцевальные движения пчел не могут нести информационной нагрузки. Она содержится в звуковых сигналах и электрических колебаниях, генерируемых статически заряженным брюшком танцовщицы.

Звуковой сигнал, используемый пчелами для указания расстояния до цели полета, представляет собой упорядоченный по амплитуде и частоте следования пакет импульсов, каждый из которых состоит в среднем из четырех звуковых периодов и длится около 15 мс. Паузы между импульсами имеют примерно такую же длительность. Импульсы следуют с частотой около 33 Гц. Длительность импульсов, как и пауз между ними, не связана с

расстоянием до цели полета. С ним коррелирует длительность всего сигнала и количество составляющих его импульсов.

Наличие связи между длительностью звукового сигнала танцовщицы и расстоянием до цели полета указывает на способность пчел измерять длину преодолеваемого ими пути. Это доказано опытами, в которых у пчел-сигнальщиц, посещавших кормушку на определенном расстоянии от улья, укорачивали на 15 - 18% длину левого переднего крыла. В результате непосредственно после ампутации части крыла длительность З.с.д., посещавших кормушку на расстоянии 200 м от улья, возрастала в среднем от  $609 \pm 11$  мс до  $906 \pm 16$  мс, а количество импульсов — от  $18 \pm 0.5$  до  $21.1 \pm 0.5$  мс. В дальнейшем пчелы адаптировались к изменению длины крыла, что выражалось в уменьшении наполнения зобиков примерно на 20%, а длительность сигнала стабилизировалась на уровне  $864 \pm 19$  мс.

Длительность звуковых сигналов и количество импульсов в нем является врожденным расовым признаком пчел. В частности у итальянских пчел, сигнализирующих об источнике корма, находящемся на расстоянии 200 м от улья составляет  $635 \pm 13$  мс. В течение этого времени пчела генерирует  $21.2 \pm 0.4$  импульса. Краинские пчелы в тех же условиях генерируют  $12.9 \pm 0.3$  импульса в течение  $434 \pm 19$  мс. Эти свойства звуковых сигналов наследственно запрограммированы и не изменяются в течении жизни пчел одних рас в семьях других рас. *Рис*

Для восприятия низкочастотных сигналов у пчел получили развитие быстроадаптирующиеся трихонидные сенсиллы. Они обеспечивают ближнюю связь, что необходимо для быстрого взаимодействия в густонаселенном пчелином жилище. Повышению надежности внутринздовой коммуникации способствует восприятие трихонидными сенсиллами низкочастотных электрических колебаний. Они генерируются вместе со звуками летальным аппаратом и другими локомоторными органами.

*Заключение.* Развитие большого комплекса адаптации в филогенезе медоносной пчелы сопряжено с эволюцией социальности. Она возникла в



процессе прогрессирующего усиления взаимосвязи и взаимозависимости самок-основательниц с их потомством. Консолидации семьи сопутствовала утрата индивидуальных преимуществ и конкуренции между ее членами. Отбор благоприятствовал сохранению и селективному размножению признаков, способствовавших повышению адаптивности всей семьи. На этом пути происходило превращение пчелиной семьи в элементарную единицу естественного отбора.

## Тема БИОЛОГИЯ И ЭТОЛОГИЯ ПЧЕЛИНОЙ СЕМЬИ

### МАТКА

Пчелиная семья – это пчелы, рожденные от одной матки и живущие вместе с ней в гнезде. Семьи отличаются друг от друга поведением, работоспособностью, запахом, размером ячеек отстроенных сот.

В состав пчелиной семьи входят 3 формы особей (явление полиморфизма): матка, трутень, рабочая пчела, каждая из которых выполняет присущие только ей функции. Все эти особи живут в одном гнезде и образуют пчелиную семью.

Матка в семье всегда одна, продолжительность её жизни составляет максимально 9 лет, хозяйственная годность, которая оценивается по её яйценоскости, составляет первые 2 года жизни.

Матка является самой крупной женской особью в семье. Длина хоботка в среднем равна 3,5 мм, ширина груди - 4,8 мм, длина тела - 20-25мм, длина передних крыльев - 4,5 мм. Максимальный размер матки во время яйцекладки равен 25 мм, зимой брюшко укорачивается. Живая масса неплодных маток -180-240 мг, плодных маток- 250-340 мг.

Плодная матка - это матка, спарившаяся с трутнем и приступившая к откладке яиц. Неплодные матки - это только что народившиеся, не спарившиеся с трутнем матки.

Изучение пищевого поведения матки медоносных пчел показало, что в активный период года матка - объект заботы пчел, которые ее кормят. Состав

пищи меняется в зависимости от времени года. Летом, это секрет, который отрыгивают рабочие пчелы разного возраста. Самые молодые рабочие пчелы продуцируют секрет только мандибулярных (верхнечелюстных) желез, а более старые (возраст 3-11 дней) – еще и гипофарингиальных (глоточных) желез. Лётные пчелы (фуражиры), которые иногда заменяют ульевых пчел-кормилиц, кормят матку только ночью. Зимой матка питается медом, но не пыльцой.

Первый вылет матки из гнезда (улья) происходит на 3-4 день после выхода из маточника на 3-4 мин. Это очистительный и ориентировочный облет. На спаривание вылет занимает от 12 до 45 мин. и происходит на 10-12 день, при температуре не менее 25 С° в сухую и тихую погоду.

Откладку яиц в условиях Сибири матка осуществляет с конца марта (до 570 яиц в сутки), наращивая яйценоскость до главного медосбора: апрель (выставка из зимовника) - 400-1200, май - 1200-1800, июнь - 1200-1800, июль - 800-1200, август - 600-1000, сентябрь - 500-100 яиц в сутки.

Функция матки - круглосуточно откладывать яйца и обеспечивать силу пчелиной семьи. Матки рекордистки откладывают 2-3,5 тыс. яиц в сутки. Средняя яйценоскость в Сибири 1,5 тыс. яиц в сутки и более, если меньше, то нужна замена матки. При плохой зимовке матки начинают откладывать яйца в конце января. Плохая зимовка может быть на улице без укрытия при сильных морозах. В этих условиях пчелы поднимают температуру в улье, и поэтому матка начинает яйцекладку. Вначале откладывает 20-30 яиц в сутки. Эту партию пчелы выбрасывают или съедают. Но затем у пчел проявляется действие инстинкта материнства или воспитания расплода. При появлении личинок, пчелы держат температуру высокой, они много съедают корма, вследствие этого переполняется их кишечник. При этом пчелы часто болевают и семья может погибнуть, поскольку загрязняют соты экскрементами (опонашивают), а при их чистке часто перезаражаются. При хорошей зимовке в Сибири матки откладывают яйца в начале, но многие - в конце марта. При нормальной зимовке семей расплод должен быть на трех

рамках после выставки ульев из зимовника в апреле. Ранний расплод дает недолговечных пчел, имаго живут 20 дней и не успевают выкармливать смену личинок. Большой расплод (более 3 рамок) после зимовки говорит о плохой зимовке семьи.

Свита вокруг матки (2-3 пчелы) постоянно кормит ее, затем матка откладывает 3-4-5 яиц и опять ее кормят. Пчелы постоянно контактируют с маткой и получают от нее маточное вещество, которое является феромоном с множеством функций и секретируется верхнечелюстными (мандибулярными) железами матки. Маточное вещество во-первых, привлекает рабочих пчел к матке. Во-вторых, при контакте и слизывании рабочими пчелами маточного вещества у них подавляется развитие яичников и тормозится яйцекладка. В-третьих, недостаток маточного феромона в семье побуждает пчёл к выводу новой матки, что проявляется в отстройке маточных ячеек (мисочек) для вывода новой матки. В-четвертых, маточное вещество привлекает трутней к матке во время ее брачных полетов. В-пятых, стимулирует скопление и способствует миграции роевых пчел. Маточный феромон объединяет пчел в единую семью и является одновременно общественным и половым феромоном и обуславливает выполнение маткой второй важнейшей функции в семье - обеспечение её биологической целостности.

Из большого числа веществ (более 30), обнаруженных в секрете мандибулярных желез матки, только у двух была выявлена высокая биологическая активность. Это 9-окси-2Е-деценовая (9-ОДК) и 9-гидрокси-2Е-деценовая (9-ГДК) кислоты. В настоящее время они синтезированы и на их основе разработаны препараты (например, апимил, меллан, аписил, кандисил, биосил), регулирующие поведение и жизнедеятельность пчелиной семьи. Транс-изомер 9-ОДК является основным компонентом феромона не только медоносной пчелы, *Apis mellifera*, но и других представителей рода *Apis* (*A. cerana*, *A. dorsata*, *A. florae*), но матки каждого вида имеют уникальную комбинацию составляющих маточного вещества и

определяющих их видовую принадлежность. Количество 9-ОКД и соотношение других компонентов маточного феромона различно для плодных и неплодных маток и изменяются с ее возрастом. У годовалых маток среднее количество 9-ОКД составляет 144 , у двухлетних – 153, у трехлетних – 173 мкг, у неплодных маток количество этого вещества оценивается в 100-130мкг. Выделение феромона маткой пропорционально количеству его в резервуаре железы.

Наряду с привлекающими веществами и их синергистами у неплодных маток (2-4 дневных) выявлено репеллентное вещество, присутствующее в содержимом прямой кишки, которое отпугивает пчел и заставляет их чиститься.

Компонент маточного вещества (9-ОДК) обуславливает привлечение трутней к матке с дальнего (более 60м) расстояния, а на близком расстоянии около 30 см, начинают действовать другие вещества, место секреции которых не мандибулярные железы, а брюшко.

На дорсальной части брюшка (третий - пятый тергиты) пчелиной матки найдены и описаны железистые клетки (предположительно аналог пахучей железы Насонова у рабочих пчел), которые выделяют вещества, воспринимаемые членами семьи в период, когда матка находится в возрасте 1-2 недель. Предположительно эти вещества дейсивуют в качестве афродизиака (любовный напиток), эффект которого наиболее выражен только при наличии секрета мандибулярных желез.

Пчелиная матка, как плодная, так и неплодная, привлекает не только трутней, но и рабочих пчел (причем не только живая, но и погибшая). Рабочие пчелы отличают плодную матку от неплодной. Действие маточного вещества на рабочих пчел зависит от его количества. Когда семья лишается матки все пчелы семьи быстро узнают об этом, часто в течение получаса и начинают себя вести особенным образом. Упорядоченная деятельность семьи сменяется дезорганизованностью, беспокойством. Не более чем через 12 часов, а чаще через 3-4 часа, пчелы семьи, из которой была удалена матка,

видоизменяют одну или несколько ячеек с молодыми личинками рабочих пчел, придавая им форму маточников. Личинке в одной из этих свищевых маточников предстоит стать новой маткой семьи.

Обычно, когда в семье полноценная матка, выделяющая достаточное количество маточного вещества, входящая в его состав 9-ОДК практически полностью подавляет биосинтез ювенильного гормона у рабочих особей, блокируя их репродуктивные возможности.

Привлечение рабочих пчел к матке важно для нормальной жизнедеятельности семьи потому, что слизывая ее феромон они передают его другим особям и благодаря развитому трофоллаксису разносят по всем членам семьи. Экспериментально установлено, что в течение 2 часов радиоактивный корм обнаруживается в среднем у 76% , за 4 часа – у 88% и в течение суток – у 100% рабочих пчел.

Распространению маточного вещества способствует и сама матка, постоянно мигрируя в пределах гнезда и непрерывно контактируя со все новыми пчелами свиты. Аттрактивность матки для пчел определяется количеством и качественным составом продуцируемого маточного вещества, что, в свою очередь, зависит от возраста, физиологического состояния матки и ряда других факторов. Количество маточного вещества, необходимого для ингибирования воспитания новой матки, пропорционально числу рабочих пчел в семье. Вылетающие с роем матки содержат меньшее количество маточного вещества, чем молодые плодные и взрослые яйцекладущие матки.

Выделения мандибулярной железы матки оказывают воздействие на рой пчел в трех взаимосвязанных направлениях: они привлекают рабочих пчел своей семьи к рою, стабилизируют рой и стимулируют перемещение роя на новое место. Как при образовании роя, так и при его перемещении, феромоны железы Насонова действуют совместно с веществами, выделяемыми мандибулярными железами матки.

Благополучие пчелиной семьи зависит от качества матки, т.е. от её способности откладывать яйца и производить достаточное количество

маточного вещества. Было установлено исследованиями Н.М.Селивановой (1981; 1983), что внесение синтетических аналогов 9-ОКД в ульи повышает медосбор в этих семьях на 14-18%, а также побуждает к приносу пыльцы в гнездо.

Матки подразделяются по способу вывода на роевых, самосменных, свищевых и искусственно выведенных.

1. Роевые матки - это матки, которые отродились в семье при подготовке ее к роению. Количество закладываемых маточников в семье это породный признак. Среднерусские пчелы при выводе новой матки закладывают 14-25, карпатские – до 300 маточников.
2. Самосменная (или тихосменная) матка – это матка, которая появляется в случае, когда старая матка не обеспечивает феромоном всех пчел, семья выводит молодую матку при наличии старой в гнезде. Это единственный случай, когда маток в семье более 2 и они не дерутся.
3. Свищевые матки появляются при неожиданной гибели старой матки. Потеря матки в мае или июне не вызывает никаких негативных последствий, так как семья успевает к медосбору воспитать новую матку.
4. Искусственно выведенные матки. В питомнике маток начинают выводить в апреле. Для усиления семьи делают сборные семьи по 70-80 тыс. пчел. Эта семья не объединена родством, поэтому качество матки снижается.

На качество выводимой матки оказывают влияние следующие факторы.

1. Сила семьи: чем сильнее семья, т.е. больше рабочих пчел в семье, тем выше качество маток.
2. Биологическая целостность семьи, т.е. все особи в семье должны быть потомками одной матки.
3. Погодные условия. При благоприятной погоде семья тратит минимальное количество энергии для поддержания оптимального микроклимата в гнезде и создаются условия для приноса в гнездо свежего корма - нектара и пыльцы.

4. Наличие в природе медосбора (принос нектара и пыльцы). Даже не большой около 100 г/день медосбор даёт резкое улучшение качества матки.

5. В семье есть разновозрастный расплод, это улучшает качество матки, на 30-40 мг масса матки меньше, если нет в семье открытого расплода.

6. Для свищевых и искусственно выведенных маток важно, когда пчелы начинают воспитывать личинку как будущую матку. Самые хорошие матки это те, которые воспитываются рабочими пчелами из яйца. При наличии своего расплода в гнезде пчелы выбрасывают подсаженные личинки и яйца. При выводе матки из яйца и личинок возрастом до 60 часов, только качество корма влияет на качество матки. Если личинка в возрасте 61-72 часа, то качество матки хуже, но она имеет хозяйственную годность. Если возраст личинки 73-90 часов, то выводятся матки низкого качества, они мелкие, половой аппарат недоразвит. Личинки в возрасте более 90 часов не пригодны для вывода матки.

Длительность развития матки до имагинальной стадии составляет 16 дней: 3 дня эмбриональная, 5 дней личиночная и 8 дней стадия куколки. На личиночной стадии рабочие пчелы выкармливают будущую матку маточным молочком. Яйцо матки находится в мисочке – это особая ячейка сота, личинка находится в открытом маточнике, в который пчелы преобразуют мисочку, куколка – в печатном маточнике.

Матки-трутовки могут быть роевые, свищевые и искусственно выведенные. Это матки, откладывающие неоплодотворенные яйца. Если в течение 30 дней матка не спарилась с трутнем, то далее она уже не вылетает на спаривание. Такие матки откладывают только неоплодотворенные яйца, из которых рождаются трутни.

Отрутневение матки происходит по 2 причинам: а) от возраста (долго 5-7 лет не менялась матка), у старых маток слабнут мышцы полового аппарата. Старая матка кладет в пчелиные ячейки сота не только оплодотворенные, но и преимущественно не оплодотворенные яйца. Из неоплодотворенных яиц отрождаются личинки будущих трутней, которые

крупнее личинок рабочих пчел, поэтому запечатанные ячейки с куколками трутней возвышаются над ячейками с куколками рабочих пчел, и такой расплод называют «горбатый расплод». При таком явлении следует менять матку. б) Отрутневению матки способствуют инфекционные заболевания нозематоз и меланоз.

## РАБОЧИЕ ПЧЕЛЫ

Развитие рабочих пчел (это женские особи с недоразвитым половым аппаратом, они не могут спариваться с трутнями, но откладывать яйца могут) подразделяется на ряд стадий - это стадия яйца (3дн.), личинки (6 дн.), куколки (12 дн.) и составляет 21 день.

От количества пчел в семье зависит сила семьи. В производстве силу семьи определяют по массе пчел или по количеству улочек, заполненных пчелами. Улочка - расстояние между двумя сотами (в улье - между рамками), в каждой улочке стандартного Дадановского улья может находиться до 3 тыс. пчел. Силу семьи определяют по ее массе, учитывая, что 1 кг – это масса около 10 тыс. рабочих пчел.

Сильные семьи это такие семьи, которые в условиях Сибири имеют весной в улье от 25 до 45 тыс. пчел, в конце июня – 70 - 130 тыс. пчел (занимают 36 гнездовых рамок, или 3 корпуса), осенью – 35-60 тыс. пчел.

Средние семьи это такие семьи, которые в условиях Сибири имеют весной в улье от 18 до 25 тыс. пчел, в конце июня – 50-67 тыс. (занимают 24 гнездовых рамки, или 2 корпуса), осенью – 20-30 тыс. пчел.

Слабые семьи это такие семьи, которые в условиях Сибири имеют весной менее 18 тыс. пчел, в конце июня - менее 50 тыс. (занимают около 15 гнездовых рамок), осенью - менее 20 тыс. пчел.

В течение года сила семьи меняется, ее сила меньше всего весной во время выставки из зимовника. Весной пчел умирает меньше, чем рождается, поэтому семья растет. Искусство пчеловода состоит в том, чтобы быстро нарастить силу семьи в улье. В Сибири к концу июня семьи достигают



максимальной силы. Если в конце июня в семье от 50 до 130 тыс. пчел, то она является сильной семьей.

В конце июня сила определяется не по количеству пчел в улочке, а. по количеству рамок с расплодом. В гнездовой рамке из печатного расплода должно отродиться около 8 тыс. пчел.

Когда начинается интенсивный медосбор, пчелы заливают медом пчелиные ячейки, куда бы матка могла откладывать яйца. И количество выводимых пчел уменьшается. Осенью пчел остается на 1-2 улочки больше, чем весной.

Сила семьи определяет продолжительность жизни рабочих пчел. Весной и летом при воспитании расплода, пчелы живут в слабой семье в среднем 28-30 дней, от 55 до 60 дней - в сильной семье.

Качество корма оказывает существенное влияние на жизнеспособность семьи опосредованно через продолжительность жизни рабочих пчел. Например, при использовании пчел для опыления в теплицах их не следует кормить сахаром, т. к. при отсутствии белкового корма пчела живет около 20 дней. Сильные пчелосемьи проживут 87 дней, слабые - 67 дней. Но если кормить их медом и пергой, то рабочая пчела живет 23-24 дня и семья будет работать в течение всей зимы.

Если пчелы не воспитывают расплод, то живут 150-300 дней.

От продолжительности жизни пчел зависит дальность их полета: если живут 28-30 дн., то летят не далее 2,5 км от улья; 60 дней - 13800 м. Нектар, при необходимости, пчелы могут нести с расстояния до 5 км.

В сильной семье пчелы не только дольше живут, но и охватывают большую площадь при сборе нектара и пыльцы.

Для рабочих пчел характерен возрастной полиэтизм – смена функций в течение онтогенеза. Только отродившиеся пчелы характеризуются недоразвитостью слюнных и других желез внешней секреции. По мере их развития и изменений в химическом составе секретов слюнных желез происходит изменение поведения и выполняемой в семье функции.

Определенному периоду роста и развития пчелиной семьи присущи свои закономерности поведения пчел.

Молодая пчела, которая имеет все железы в начальной стадии развития, может выполнять практически любую функцию в гнезде и в поле и развитие желез, а, следовательно, выполняемая функция зависит от состояния семьи, условий внешней среды, наличия и уровня медосбора.

Летная активность пчел - показатель жизнеспособности семьи. Вылет пчел из улья отмечается при температуре не менее  $+8^{\circ}\text{C}$ . В ясные солнечные дни лет начинается при температуре  $+12+14^{\circ}\text{C}$  и усиливается с повышением температуры почти до  $+38^{\circ}\text{C}$ , затем заметно снижается. После теплой ночи пчелы вылетают из улья раньше.

При сборе нектара с ночных медоносов могут ночевать в поле, возвращаясь в улей с повышением температуры.

Зимние пчелы проявляют большую летную активность при более низких температурах, чем летние.

Максимальное расстояние, преодолеваемое пчелами, составляло 13,6 км. Большая часть летных пчел работает на расстоянии 500-600 м.

Возраст пчел не влияет на дальность полета за кормом. Влияет концентрация сахаров в корме.

Длительность полета по сбору корма составляет 15-110 мин. по разным авторам. При сборе нектара - 35-40 мин., пыльцы - 12-16 мин. Радиус полета за пылью 350-400 м, то есть в два раза меньше, чем за нектаром.

Скорость полета максимальная составляет - 42,6 км/ч, к корму - 28-29 км/ч, с нектаром - 24 км/ч. Летят медленней и ниже над водой, чем над землей.

На полет пчелы тратят от 43% взятого корма (при удалении на расстояние 500-700 м) и до 76,6% - при удалении на расстояние до 3 км.

Наполняемость медом зобика в зависимости от концентрации сахаров в нектаре (20-60%) колеблется от 40 до 60 мг, чем выше концентрация

сахаров в нектаре, тем больше наполняемость зобиков. С большей скоростью забирают сахарный сироп 50-60% концентрации.

Взрослая пчела до 20-21 дневного возраста выполняет работу внутри гнезда и называется ульевой (или гнездовой). С 20-дневного возраста пчелы называются лётными (или полевыми), поскольку основная их функция заключается в поиске и приносе в гнездо нектара, пыльцы, воды, прополиса.

До 3-4 дневного возраста пчелы очищают ячейки сота. С 4-6 до 12 - 15 дневного возраста они способны вырабатывать маточное и пчелиное молочко (это секрет глоточной и верхнечелюстной желез) и потому становятся кормилицами (кормящими личинок). С 6-7 дневного, но наиболее активно в 10 – 18 дневном возрасте в ядовитых железах накапливается секрет, и пчелы становятся защитниками гнезда у летка. Резервуары ядовитых желез достигают наибольшей заполненности на 15 – 20 сутки после отрождения и сохраняют этот объем в течение жизни пчелы. Одновременно с увеличением продуцирования яда до максимального его количества отмечается выработка феромона тревоги (2-гептанон), выделяемого мандибулярными железами в больших количествах только у взрослых рабочих пчел, когда они достигают стадии сторожевой пчелы. Кроме мандибулярных желез в формировании феромона тревоги участвуют находящиеся в жалоносной камере парные железы Кожевникова, развитие которых также связано с изменением выполняемых в семье рабочими пчелами функций. Выделение воска отмечено у 3 – 5 дневных пчел, но максимального развития восковые железы достигают у пчел весеннее-летнего поколения в 12 – 18 дневном возрасте, поэтому в этот период они способны активно отстраивать соты. У лётных пчел восковые железы деградируют и утрачивают секреторную функцию.

В период, когда секрет слюнных желез пчел насыщен ферментами, расщепляющими углеводы, рабочие пчелы переключаются на переработку нектара в мед. Трофоллаксис – это процесс передачи нектара пчелами-фуражирками из медового зобика пчелам-приемщицам. Если количество

пчел-приемщиц меньше количества пчел-фуражиров, то эффективное накопление корма снижается.

В зависимости от возраста изменяется и обонятельная чувствительность рабочих пчел. Полная функциональная настройка обонятельных рецепторов у рабочих пчел происходит до трех суток их жизни, т.е. когда они преобладают в свите матки или вылетают с роем. Именно в этот период жизни чувствительность обонятельных рецепторов у рабочих пчел становится максимальной. Особенно слабыми бывают реакции пчел на вещества химической коммуникации пчел в первый день их выхода из ячеек сота.

Чувствительность феромонных рецепторов у пчел может изменяться после того, как поменяется поведение семьи, связанное с ритмом годовой активности. Установлено повышение чувствительности рабочих пчел к феромону матки в весенний период, когда быстро растет численность пчел в семье.

Когда в гнезде отсутствует маточное вещество или снижается его концентрация, пчёлы начинают откладывать яйца. Яйца откладываются беспорядочно, по несколько штук в одну ячейку, на боковые стенки ячеек, в небольшом количестве. Из яиц отрождаются трутни. Поэтому рабочие пчёлы, откладывающие яйца, называются пчёлы-трутовки, а состояние семьи в этот период называется отрутневение. Последнее ведёт к гибели пчелиной семьи.

## ТРУТНИ

Трутни – это мужские особи медоносных пчёл. Для медоносных пчел характерен аррентокный партеногенез – из неоплодотворенных яиц отрождаются только самцы. Партеногенез у насекомых впервые описал Держжон в 1835 г., у пчел – Петрушкевич в 1901 г. Неоплодотворенное яйцо развивается 3, личинка – 7, куколка – 14 дней, полный период эмбрионального развития трутней составляет около 82 ч, личиночного – 170

ч., затем, в течение 72 часов, личинки перестают питаться и прядут кокон. Развитие трутня до имагинальной стадии составляет 24 дня.

Весной семья, которая вышла из зимовки, если строит соты, то только с трутневыми ячейками. Тяга семьи к выводу трутней в период после зимовки удивительна: уже отстроенные пчелиные соты пчелы переделывают на трутневые, отстраивая сот с ячейками большего размера. Рабочие пчёлы заботятся о трутнях: кормят, защищают.

Имаго трутней поедают в 3 раза больше корма, чем рабочие пчелы, поэтому и теплоотдача их выше, чем у рабочих пчёл. Весной трутни участвуют в обогреве семьи. Трутни съедают от 4 (в покое) до 41 мг нектара/ час (в полете).

В каждой семье трутни имеют свои особенности и в массе в том числе: она колеблется от 206 до 297 мг. Трутни живут 20-38 дней. Их вывод приходится в течение сезона семье возобновлять.

Количество трутневого расплода, которое выращивает пчелиная семья в центральной части России, оценивается в 10% (от 1 до 15% в течение сезона) от всего расплода. Большую часть (до 90%) трутней выводят с конца мая до конца июля в течение 60 дней.

Межпородные различия в выращивании трутней связаны с плодовитостью матки и ройливостью пчел. Чем выше плодовитость матки и ройливость семьи, тем больше трутней воспитывает семья. Пчелы среднерусской породы превосходят по этому показателю серых горных кавказских.

Кроме того, чем старше матка в семье, тем больше в ней трутневого расплода.

При стимулировании пчелиных семей к выращиванию трутневого расплода путем постановки в гнездо трутневой суши или строительной рамки не снижается количество выращиваемого пчелиного расплода и медопродуктивность пчелиной семьи.

Наличие медосбора и принос пыльцы в гнездо стимулирует вывод трутней, также как стимулирующие подкормки (1 -1,5 кг канди/семью в течение 5-7 дней) при отсутствии медосбора.

Масса 4 тыс. особей трутней составляет около 1 кг, и они съедают около 25 – 35 кг корма за активный период сезона.

Функции трутней в семье заключаются в следующем. Спаривание с маткой. Поддержание температурного режима в гнезде. Особенно это важно в Сибири в холодные периоды весной. Положительное влияние оказывают на работоспособность рабочих пчел, увеличивая летную активность и интенсивность запасаания кормов.

Впервые трутни вылетают из улья на 4-7 день жизни на 1-6 минут. Ежедневно первые дни трутни вылетают на «тренировку» в течение часа (на 25-30 минут по 3 раза в день или больше), а остальное время находятся в улье. На каждой пасеке отмечают свое время вылета трутней: может быть в 14<sup>00</sup>, может быть в 17<sup>00</sup> и т.д. Они гудят и создают на пасеке специфический шум.

Трутни летят на привлекающий запах полового феромона матки и способны воспринимать его на расстоянии нескольких километров. Гаметы трутней приобретают по гистологическим данным высокую метаболическую активность с седьмого дня и максимальную – на десятый день жизни трутня. После спаривания с маткой трутни погибают. Если спаривания не произошло, они возвращаются в свою семью.

Попытки спаривать маток и трутней в контролируемых условиях (в теплицах и т.д.) не дали результата. Им нужен воздушный коридор, поскольку спаривание происходит на высоте от 3 до 30м (больше 10 м по Ф. Руттнеру, 1963г.).

Первое инструментальное осеменение матки осуществил Л. Уатсон в 1927 г., усовершенствовали технику Нолан (1933г.) и Маккензен (1948 г.). В нашей стране В.В. Тряско (1959 г.) используя станок Маккензена,

разработала методику инструментального осеменения маток для селекционных и генетических работ.

Трутни живут в семье до конца сезона. Когда семья готовится к зимовке, она начинает «ненавидеть» трутней: их сначала выгоняют на край рамки на мед, где они мерзнут, не могут кормиться. Затем трутней изгоняют из улья, и они не могут попасть в улей и сидят клубом на летке. Трутневой расплод пчелы выбрасывают из гнезда. Пчелы не изгоняют трутней, когда: 1- нет матки в семье; 2- матка неплодная в семье; 3- в семье пчёлы-трутовки; 4- в семье матка-трутовка. Бывает запоздалое изгнание трутней, но никем не отмечено, чтобы трутни зимовали в здоровой пчелиной семье.

### ГНЕЗДО ПЧЕЛ

Гнездо дает возможность пчелам иметь запасы корма, выводить новых пчел, поддерживать оптимальную температуру, влажность. Кроме трёх форм пчел в семье необходимо наличие гнезда: без гнезда нет семьи, т.к. рой не может обеспечить её жизнеспособность.

Пчелы съедают в безмедосборный период за осень – зиму и весну в условиях Сибири около 28 кг меда. А заготавливают в 3- 5 раз больше: до 180 кг меда, столько, сколько вмещает гнездо.

Размер гнезда должен соответствовать потребностям (для запаса корма) и возможностям (поддержания температурного режима) семьи.

В естественных природных условиях старение семьи происходит со старением гнезда, а если оно разрушено – семья погибает.

Когда человек ухаживает за пчелами (меняет соты, матку), то семья практически может быть бессмертна как биологическая единица.

Гнездо стареет из-за уменьшения размера ячеек сот, где растут и линяют личинки, остатки кокона и экскременты остаются в ячейке.

Обычно дно ячейки пчелы плохо очищают. Через 12 поколений сот темнеет, и объем ячейки уменьшается почти в 13 раз, пчелы рождаются более мелкие, но если ячейка уменьшится больше, то пчелы не выводятся. Тогда пчелы начинают достраивать одну сторону сота, сгрызая другую.

Около 6 поколений выводиться за сезон, поэтому через 2 сезона гнездо обычно становится непригодно в условиях Сибири.

Гибели семьи предшествуют болезни пчел из-за плохих условий в старом гнезде: мед быстро кристаллизуется, появляется восковая моль и т.д.

Расположение расплода (личинок и куколок), углеводов (мёда) и белковых (перги) кормовых запасов в гнезде, размещение в нём матки, пчёл разного возраста и трутней подчинено определённой закономерности. В центральной части находится матка, расплод и молодые пчёлы-кормилицы. По периферии расплодной части гнезда размещается перга, в верхней части гнезда – мёд, ближе к летку обычно находятся лётные пчёлы.

### ФОРМЫ ПОВЕДЕНИЯ ПЧЕЛ

Поведение пчёл обуславливают рефлексy и инстинкты. Врождённые безусловные рефлексy, которые обеспечивают связь со средой: ужаление, очистка улья, реакция на стук, секреция инвертазы в ответ на поступление нектара в хоботок, реакция на дым. Поскольку окружающая среда меняется, то устанавливаются временные связи с внешней средой – условные рефлексy. Они действуют в период действия раздражителя, а при отсутствии последнего исчезают.

Условный рефлекс может формироваться и затормаживаться несколько раз, вновь возникая и теряясь. На медоносе пчелы работают, пока выделяется нектар и у них вырабатывается условный рефлекс на запах, цвет и место расположения цветов. Прекращается выделение нектара – рефлекс затухает.

Формируется цепь из безусловных рефлексов, которые по скорости формирования и времени действия можно дифференцировать на рефлексy первого, второго и последующих порядка. Условный рефлекс первого порядка: рефлекс на запах (при тренировке на запах сохраняется условный рефлекс в течение восьми дней и возникает после одноразового раздражения, двукратное кормление обеспечивает действие рефлексy в течение восемнадцати дней). Условные рефлексy второго порядка: рефлекс на цвет (формируется после 2 – 3 разового повторного воздействия раздражителя).



Условный рефлекс третьего порядка: запоминание места. Условный рефлекс четвёртого порядка: запоминание времени (с точностью до одной минуты запоминают). Наслаиваясь один на другой могут формироваться условные рефлексы 10-12 порядка.

Советский учёный Губин А.Ф. впервые использовал условные рефлексы для направления пчёл на растения, которые нужно опылять, разработал дрессировку пчел.

Пчёлы работают на цветах до тех пор, пока выделяется нектар. Но часто в течение двух недель они ждут пока не зацветут эти же растения на этой же площади, пока у пчел действует условный рефлекс. Важно уметь тормозить условный рефлекс, который существовал (когда цветы отцветают) и уметь выработать новый рефлекс (когда зацветают другие виды медоносов).

Если первым цветёт медонос с невысокой нектаропродуктивностью (например, гулявник) и пчёлы на нём работают, за ним – сильный медонос (например, фацелия), и первые цветы наиболее крупные с интенсивным нектаровыделением, но пчёлы сильных семей ещё не утратили условный рефлекс на растения, которые посещали ранее (гулявник). Слабые семьи быстрее перестраиваются на новый медонос (фацелию) и приносят даже больше нектара, чем сильные семьи. За счёт этого теряется медосбор сильными семьями. Дрессировка сильных семей на посещение цветов на фацелии, которая цветёт около месяца, даёт прибавки на медосборе.

У молодых ульевых пчёл условный рефлекс вырабатывается труднее, но действует дольше (он устойчивее). У полевых (лётных) пчёл условный рефлекс быстро формируется и быстро тормозится.

Полевые или лётные пчёлы разбиваются на две группы: разведчицы и сборщицы (фуражиры). Это целесообразно, поскольку позволяет экономить кормовые запасы (каждый вылет пчела берет запас меда в зобик на расстояние более 4000 м).

Сборщицы ждут в гнезде разведчиц, которые летают вокруг гнезда, увеличивая радиус. Всегда находят кормовой участок с подветренной стороны. Поэтому участок может быть близко, но они находят его, сделав большой круг, пока не почувствуют запах. Разведчицы возвращаются в улей и «танцами» оповещают сборщиц об источнике взятка. Ориентируются по солнцу, а если нет солнца – по поляризованному свету.

Расстояние до нектароносов передаётся скоростью пробега и качания брюшком. На теле разведчицы остаётся запах, а если у неё есть нектар, она даёт сборщицам попробовать, прерывая танец.

Открыл и описал танцы пчёл Карл фон Фриш. Занимались изучением танца пчёл советские ученые Нина Павловна Лопатина, Иван Николаевич Левченко.

В оценке биологического значения танцев медоносных пчел нет единого мнения. Одни считают, что при помощи танцев и сопровождающих их раздражителей пчелы-разведчицы сигнализируют о пространственном положении источника корма в природе.

Другие считают, что основными сигналами, благодаря которым пчелы находят источник корма, являются обонятельные и зрительные. Роль танцев сводится к расширению сферы ароматического и пищевого воздействий на пчел улья. Вероятно, разногласия вызваны односторонним подходом к оценке отдельных раздражителей.

Танцы в основе являются врожденной формой поведения, и отражают определенный уровень возбуждения нервной системы. Для мобилизационного танца необходима определенная пороговая величина раздражителя, выражающаяся в определенном количестве сахара, забираемом пчелой с кормом. Эти пороговые величины варьируют у разведчиц одной семьи и у разных рас.

Описаны разные формы фигур танца, которые объясняются расовыми отличиями сигнальной деятельности или различным

соотношением процессов возбуждения и торможения в нервной системе пчел.

Геометрическая форма фигур танца нестереотипна и зависит от степени совпадения предыдущего влияющего пробега с последующим. Все формы фигур включают одни и те же элементы и различаются количеством влияний в прямолинейном пробеге и его направлением.

Движения в фазе влияющего пробега говорят о пространственном положении корма. Степень точности целеуказания коррелирует с расстоянием до корма, что объяснимо снижением роли обонятельных и зрительных раздражителей с ростом расстояния.

Направление влияющего пробега ориентированно относительно положения солнца или поляризованного света небосвода. На горизонтальной поверхности сота могут ориентировать направление влияющего пробега относительно искусственного источника света в воспринимаемой границе спектра света 300-650 нм, при минимальной воспринимаемой освещенности 50-100 Лк.

При увеличении расстояния приблизительно на 60м, количество влияний увеличивается на одно.

Танцы сопровождаются звуковыми послылками за счет движения крыльев и сокращения мускулатуры торакса в период влияющего пробега. В каждом полупериоде влияний пчела совершает 3-5 колебаний крыльями. Звуковые послылки чередуются паузами. Основная частота звука 254 Гц, средняя продолжительность- 16,4мсек., пауза до 32 мсек. На каждое влияние приходится в среднем 2 звуковые послылки. Количество звуковых посылок, так же как и влияний коррелирует с расстоянием до корма. Механизм издавания звуков пчелами основан на вибрации торакса за счет крыловой мускулатуры непрямого действия. Эти звуки усиливаются колебаниями и вибрацией крыловых пластинок. Наличие в звуках пчел максимальной интенсивности на частотах 400-500Гц объясняется тем, что продольные мышцы именно с такой частотой колеблют грудь. Пульсирующие звуки,

издаваемые танцующими пчелами, производятся под действием этих же мышц. Роль крыловых пластин сводится к тому, что они 1. издаются звуки как всякая колеблющаяся пластина и основная частота этих звуков определяется частотой взмахов крыльев, и 2. - крыловые пластинки являются диффузорами, усиливающими звуки, генерируемые тораксом.

Информация о расстоянии содержится в продолжительности виляющего и звучащего пробега.

Точность целеуказания относительна. Площадь вероятного отклонения из-за ошибок в указании направления и расстояния составляет при удалении медосборного участка на 200 м от улья - 0,66 га; 500 м - 1,75 га; 2000 м - до 8 га. Это обеспечивает рассеивание пчел по массиву.

Передача информации происходит в свите разведчицы, формирование которой идет за счет тактильных стимулов, обусловленных скоростью передвижения и латеральными колебаниями брюшка. Амплитуда колебаний тела танцовщицы возрастает от головы к апикальному концу брюшка. У пчел свиты синхронно с вилением брюшка танцовщицы колеблются антенны. Характер колебаний зависит от положения продольной оси тела пчелы в свите относительно направления виляющего пробега танцовщицы.

Не все пчелы свиты воспринимают информацию о координатах взятка: пчелы, которые следуют за разведчицей на протяжении 4-9 циклов танца (а их приблизительно 10% от общего количества свиты) в большинстве случаев (78%) находят источник корма.

Важным компонентом является запах корма на разведчице и передаваемый в пищевом контакте, а так же запах секрета железы Насонова, выделяемый разведчицами при полете, что создает градиент концентрации запаха с увеличением у источника корма.

Передача информации о координатах медосбора в семье осуществляется посредством обонятельных, акустических и тактильных

раздражителей, включая танцы. Комплекс раздражителей дает адекватный ответ семьи по мобилизации на медосбор.

Бег по кругу передает расстояние до 30 м, а большее расстояние побуждает карпатских пчёлы выполнять восьмёрочный танец. У среднерусских пчел расстояние до 100 м передается круговыми, а большие расстояния - восьмёрочными перемещениями по соту.

В пчелиной семье танцующие пчёлы передают информацию о корме и сообщают о времени с точностью до одной минуты. Последние танцуют в течение суток постоянно, и с их танцем пчёлы-сборщицы сверяют маршрут с учетом отклонения солнца в данный момент времени.

Пчёлы, собирающие нектар с разных видов цветов, получают информацию только от тех разведчиц, которые работают на цветах, с которых эта группа сборщиц собирает нектар. Маркируют путь к месту с кормом, причем по мере приближения к нему количество пчел с открытой железой Насонова увеличивается, соответственно создается запаховый градиент, обеспечивающий обнаружение корма мобилизованными пчелами.

Железа Насонова – ароматическая железа расположена между 5-м и 6-м тергитами брюшка и в открытом состоянии имеет форму валика. Железу открывают при посадке роя, переселении в новое гнездо, при обнаружении обильного источника взятка, во время первых ориентировочных облетов.

Запах секрета не является специфическим для разных семей в пределах одной расы. Степень его привлекательности зависит от концентрации ароматических веществ.

Основные компоненты: гераниол, нероловая кислота и ее транс-изомер-гераниевая кислота. Максимальное продуцирование гераниола совпадает с переходом к летно-собирательной деятельности. Пчёлы воспринимают низкие концентрации гераниола ( $10^{-9}$ ), одна пчела-сборщица вырабатывает до 1мкг гераниола. Секрет служит средством привлечения особей к корму, но привлекающее действие запаха не превышает 1м.

Сборщицы не интересуются другими видами цветов, только теми, с которых они собирают нектар. Даже различают сорта растений, если работают на одном, то интересуются только им. А разведчицы интересуются всем подряд: не считаясь с сортами, видами и даже семействами. За счёт пчел-разведчиц происходит переопыление сортов.

Выделяют следующие способы обнаружения корма пчелами:

1. Случайный поиск, когда разведчицы, передавая корм ульевым, активизируют их и побуждают к вылету и поиску во всех направлениях. Роль танцев здесь сводится к усилению летной деятельности пчел-сборщиц.

2. Поиск корма по запаху обеспечивается образованием у пчел, вступивших в контакт с танцовщицей, условного рефлекса на запах, который они ищут, расширяя район поиска. При значительной ароматизации пути секретом железы Насонова и запахом корма пчелы находят корм.

3. Поиск по сигналам танца разведчиц - это наиболее совершенная и наиболее филогенетически молодая форма сигнализации. Надежность ее обеспечивается комплексом раздражителей, сопровождающих танцы.

Все формы поиска в совокупности обеспечивают быструю мобилизацию семьи на сбор корма.

Инстинкты это врождённые, как и безусловные рефлексы, формы поведения пчёл. Выделяют 3 группы инстинктов: пищевые, половые и оборонительные. Формирование инстинктов пчёл отличается от формирования инстинктов у высших животных. Пищевой инстинкт: раздражителем является голод, а у пчелы чувства голода нет: вылетая за взятком, она несёт запас пищи. Один инстинкт дополняет или тормозит действие другого. Инстинкт захватывает не одну особь, а всю семью целиком, или половину семьи.

Инстинкт-антагонист — это оборонительный, то есть прекращают действовать все другие инстинкты, а только осуществляется защита гнезда.

Параллельный инстинкт – инстинкт материнства или воспитания потомства и инстинкт постройки гнезда. Эти инстинкты дополняют друг друга.

Инстинкт постройки гнезда затрагивает всю семью в целом. Одна или сто особей пчёл с восковыми железами не могут строить гнездо. Около 10 тыс. пчёл с восковыделительными железами способны приступить к постройке гнезда: взрослые пчёлы без восковых пластин формируют гирлянду (завесу) из своих тел, внутри которой пчёлы с восковыми пластинками приступают к строительству гнезда.

Инстинкт постройки гнезда реализуется только большим количеством пчел. Биологическая целостность семьи, наличие взятка, и места для постройки, а так же благоприятная погода – это факторы, стимулирующие проявление инстинкта постройки гнезда.

Действие инстинкта направлено на благополучие семьи, но он может проявляться и при изменяющихся условиях, при которых проявление данного инстинкта приводит к гибели семьи. Например, инстинкт материнства заставляет поднимать температуру в гнезде при раннем засеве, заставляет воспитывать расплод пчел-трутенок, хотя все это может привести или приводит семью к гибели. Как правило, мы не знаем раздражителей, которые вызывают проявление того или иного инстинкта, поскольку это комплекс факторов, которые стимулируют проявление специфического поведения или могут тормозить его.

Половой инстинкт проявляется при размножении пчелиной семьи. Размножение пчелиных семей называется роением. Роение пчел – это совокупность инстинктивных поведенческих действий пчелиной семьи, которые приводят к ее размножению.

Каждая семья весной обязательно выводит трутней, это начало проявления инстинкта роения. О начале роения семьи свидетельствует отстройка мисочек. Если яйцо стоит в мисочке - рой выйдет через 8 дней, если стоит наклонно - через 7 , лежит – через 6 дней. Рой выходит с первым

запечатанным маточником (окуклилась личинка матки) это рой первак. Через 8 дней появится молодая матка. С ней выходит рой-вторак, через день – рой-третьак, и затем ежедневно могут выходить рои. Четвертый и далее называются пороями. От роя первака отделившийся рой называется так же пороем. Второй и следующие рои выходят с неплодными матками.

Не всегда через 8 дней может вылетать второй рой, это зависит от погодных условий. Если рой не успел выйти, то молодая матка убивает старую или отродившуюся ранее. Рой первак с молодой маткой называется певчий первак, поскольку накануне выхода первого роя с молодой маткой в пчелиной семье матка, уже вышедшая из маточника, и матка, находящаяся в маточнике накануне выхода, издаёт каждая специфические звуки. Первая издаёт звук, похожий на «тю-тю-тю», вторая – «ква-ква-ква». Такое «пение» маток отмечается в ночное время накануне выхода роя.

Самые ранние рои на юге и в центре Новосибирской области выходят в последних числах мая, в северной части – 10-15 июня. Если семье не удалось роиться до главного медосбора, она может это сделать и после него, но такое поведение не является характерным для пчелиной семьи. Время выхода роев непостоянно: большинство вылетают с 9 до 12 утра, могут покидать гнездо в 17-18 часов, но в любом случае – при благоприятной тёплой, сухой и тихой погоде.

В состав роя входят пчелы всех возрастов от 4-х дневных до самых старых, но большинство - это молодые пчелы. Сначала вылетают отдельные пчёлы и к ним присоединяются ещё пчёлы и ещё и кружатся вокруг улья. Можно отличить по звуку, который они издают, роящихся пчел или пчел, покидающих гнездо, чтобы вернуться. В середине роя выходит матка, пробегает всю прилетную доску. Первак всегда выходит в хорошую погоду, и долго не летает, высоко не поднимается, прививается на низких высотах (ива, желтая акация, облепиха, липа, береза), предпочитает хвойные, но неохотно прививается на осину. Трудно предсказать куда привьется рой.



Стимулируют проявление полового инстинкта теснота, духота или жара в улье, т.е. когда улей находится на солнцепеке, его объем не соответствует силе семьи. Если побуждать семью строить соты, то инстинкт постройки гнезда может затормозить инстинкт роения. Если медосбор не больше 2 кг в день, то это способствует роению семьи, работа пчел на интенсивном медосборе тормозит роение. Способствуют роению старая матка и старые соты в гнезде.

Инстинкт самосохранения семьи проявляется в охране гнезда, летка.

Но весной в день выставки, поздней осенью и зимой семьи принимают пчел с нектаром и пылью, подсаженных маток, а в активное время сезона убивают их.

Инстинкт возвращения на старое место. Если удалить улей на 10-20 м, пчелы в него не летят, а летят на старое место. Но, если рой вышел, ищут другое место для гнезда. Инстинкт роения сильнее. При перемещении точка на 100-3000 м следует проводить сначала перевозку на 5-7 километров, а через неделю, на желаемое место, чтобы пчелы не возвратились на старое место.

В пчеловодстве ведется работа над созданием пород с максимальным проявлением инстинктов сбора пищи, постройки гнезда, воспитания расплода, и слабовыраженным инстинктом роения.

Инстинктивное поведение медоносных пчел осуществляется на основе единства пчелиной семьи, её функционирования как единого целого. Последнее достигается за счет химической коммуникации. Феромоны, выделяемые медоносной пчелой на всех стадиях её индивидуального развития, полностью управляют жизнедеятельностью этого вида, являются основными факторами внутрисемейной и внутривидовой коммуникации, они регулируют процессы размножения, поддержания численности пчелиной семьи и являются поэтому определяющими внутренними факторами формирования инстинктивного поведения пчелиной семьи.

В химической коммуникации пчелиной семьи, кроме маточного феромона, основополагающую роль играют также феромоны, выделяемые расплодом, т.е. личинками и куколками. Рабочие пчелы реагируют на вещества, выделяемые сформировавшейся куколкой матки и предотвращающие выведение дополнительных маток. Вещества, выделяемые личинками и куколками, участвуют в формировании информации о кастовом положении личинок и их возрасте, и представлены смесью 10 эфиров жирных кислот. Эта смесь варьирует как по качеству, так и по содержанию каждого компонента в зависимости от возраста и касты расплода. Рабочие пчелы различают молодых и взрослых личинок по смеси эфиров, выделяемых ими с покровов. Эти вещества присутствуют на кутикуле куколки матки и установлено, что три из них обеспечивают распознавание и восприятие маточника, а также подавление развития яичников у рабочих пчел при отсутствии матки в семье.

Некоторые компоненты феромона расплода контролируют количество и качество кормления личинок рабочими пчелами, в частности, за счет стимулирования развития и секреторной активности гипофарингиальных желез рабочих пчел, которые отвечают за синтез белков, входящих в состав пчелиного и маточного молочка, используемого при выкармливании личинок.

Феромоны расплода, состоящие из производных жирных кислот, наряду с маточным феромоном и феромоном тревоги, железы Насонова, продуцируемыми рабочими пчелами, являются основными компонентами химической коммуникации, контролирующей жизнедеятельность семьи и являются поэтому определяющими внутренними факторами формирования инстинктивного поведения пчелиной семьи.

## Тема ПЧЕЛИНЫЕ И БИОРАЗНООБРАЗИЕ

### 1. ТИПЫ И СПОСОБЫ ОПЫЛЕНИЯ РАСТЕНИЙ

Опыление – перенос пыльцы с тычинок на рыльце пестика, оплодотворение – это процесс слияния мужской половой клетки с женской половой клеткой.

Для 19 % цветковых растений характерно самоопыление: пшеница, ячмень, овес, фасоль, горох, лен, бобы, томаты, когда на одном растении и цветке формируются мужские и женские генеративные клетки.

Большинство современных видов высших растений являются перекрестноопыляющимися. Ветроопыляемые виды (эдафильные) - это растения, у которых пыльца переносится ветром: свекла, рожь, костер, мятлики, облепиха, виды орехов: маньчжурский, грецкий, осина, береза, тополь, все хвойные: ель, сосна, кедр. Цветы анемофильных растений невзрачные, малопривлекательные.

Около 1 % растений опыляются птицами (орнитофильные). Растения могут опыляться летучими мышами, водой (гигрофильные).

Около 80% цветковых растений перекрестноопыляемые.

У ветроопыляемых растений (анемофильных) расходуется много пыльцы, она сухая и сыпучая. Сорта изолировать от перекрестного опыления очень сложно. Поскольку растение тратит много пластических веществ, это не выгодный вид опыления. Не всегда есть ветер при созревании пыльцы.

Много растений переходного типа: чина, горох, вика, бобы, рапс, малина, крыжовник, смородина могут самоопыляться и опыляться насекомыми, имеют белые цветы с розовой каемкой и клейкую пыльцу как у насекомоопыляемых растений. При перекрестном опылении смородины, малины, крыжовника формируется крупная ягода и увеличивается урожай и его качество.

Для перекрестноопыляемых растений важно, чтобы был обеспечен выбор пыльцы, что характерно при опылении насекомыми. На примере

огурца: если 1 посещение пчелой цветка, то формируется огурец очень малой массы, если 2, то плоды крючковатые, если 7-10 кратно посетила пчела – самое эффективное оплодотворение обеспечивает плоды максимальной массы и товарного вида.

Таблица Типы опыления растений

Самоопыли- тели	Переходные формы (	Перекрестноопыляемые	
		энтомофильные	анемофильные
Чечевица (Ervum lens L.) Пшеница Ячмень (Hordeum L.) Овес (Avena L.) Фасоль Горох (Vicia) Лен (Linum usitatissimum L.) Томаты	Смородина (Ribes L.) Крыжовник (Grossularia vulqaris) Малина (Rubus) Чина (Lathyrus L.) Вика (Vicia L.) Бобы (Faba) Рапс (Brassica nupa)	Гречиха (Fagopyrum esculentum) Люцерна (Megicago) Клевер белый (Trifolium repens) Клевер красный (T. pratense) Клевер розовый (T. hybridum) Клевер Шабдор (T. resupinatum) Эспарцет (Onobrychis) Козлятник (Galega) Подсолнечник (Helianthus) Яблоня (Malus) Жимолость (Lonicera) Земляника (Fragaria) Морковь (Daukus carota) Лук (Allium) Огурец и др. тыквенные (Cucurbitaceae)	Свекла сахарная (Beta) Полынь (Artemis ia) Дурнушник (Xanthium) Сосновые (Pinaceae) Лещина (Corylus) Дуб (Quercus) Береза (Betula) Рожь Костер (Bromus L.) Мятлики (Poa L.) Облепиха (Hippophae L.) Осина (Populus tremula L.) Тополь (Populus sp.)

Преимущество насекомоопыления заключается в том, что растение тратит меньше питательных веществ, т.е. не нужно много пыльцы. Во-вторых, когда насекомые посещают много цветков, то собирают много пыльцы с разных растений и возможен ее выбор, т.е. легитимное оплодотворение.

## 2. ПРИСПОСОБЛЕНИЕ РАСТЕНИЙ К ЭНТОМОФИЛИИ

1. Пыльники являются хорошим источником питания для насекомых. Например, шиповник, розы, пионы нектара не выделяют, а пыльники хорошо развиты, и это привлекает насекомых.

2. Цветы выделяют нектар, который насекомые используют для питания. Концентрация сахаров в нектаре 30-50%, но у некоторых растений выше: 74,5% - у каштана, 72% - у липы, 60% - у душицы и жимолости.

3. Запах также привлекает насекомых. Все растения, которые опыляются пчелами, имеют приятный аромат. У некоторых растений имеется только аттрактивный запах и нет нектара. У таких растений запах напоминает феромон самки насекомого или запах предпочитаемой пищи (гниющих субстратов, например).

4. Энтомофильные виды имеют венчики цветков белого, синего или желтого цвета – тех цветов, которые различают насекомые. Томаты имеют белые или розоватые венчики цветков, но в открытом грунте пчелы их не посещают, а в теплице пчелы проводят опыление, хотя это самоопыляющаяся культура.

Не допускают самоопыления следующие приспособления у растений:

1. Физиологическая стерильность в пределах сорта (яблоня, земляника). Для опыления нужно иметь другой сорт яблони или земляники. Сливы, вишни следует иметь минимум 2, лучше 3 сорта, для эффективного опыления.

2. Разновременное созревание пыльцы и рылец (яблони, подсолнечник, гераневые)

3. Разностолбчатость или гетеростелия (гречиха, вероника, примула): у одних растений пыльник длиннее у других - рыльце. При переносе пыльцы с длинных тычинок на длинные пестики и с коротких - на короткие формируется хорошее семя или полноценное зерно, а если наоборот, то опыление не легитимное и зерно мелкое, семена с пониженной жизнеспособностью.

4. Пространственная изоляция ( мужские и женские цветки): у огурца, тыквы, кабачка, дыни, арбуза - разнородные цветки, а еще более выражена изоляция, когда мужские и женские цветки образуются на разных растениях – явление двудомности: ива, облепиха, клубника.

### 3. НАСЕКОМЫЕ КАК ОПЫЛИТЕЛИ

Жуки, клопы редко опыляют, чаще питаются пыльниками и завязью, тело гладкое и пыльца на нем не задерживается.

Бабочки ночные редко опыляют. (Например, ночную фиалку с невзрачным цветком, но сильным ароматом). Для сельскохозяйственных культур не являются опылителями. Дневные бабочки, как правило, плохие опылители, кроме того, описаны виды, которые оставляют после питания на цветке репеллентные вещества, (например, некоторые виды нимфалид), отпугивающие пчел и других опылителей. Бабочки посещают растения разных видов, семейств, поэтому не являются хорошими опылителями, и часто при отборе нектара даже не касаются тычинок.

Мухи посещают растения с открытыми нектарниками: борщевики, дягили. Большой ценности как опылители не представляют.

Более ценные опылители – это перепончатокрылые. Например, шмели: все тело покрыто волосками. Но шмель плохой ботаник, он посещает виды растений, относящихся к разным родам и семействам, ориентируется только на окраску цветка, и часто не учитывает окраску. В весенний период шмелей совершенно не достаточно для опыления массы цветущих растений, поскольку из зимовки выходят одиночные особи, которые еще не успевают сформировать семьи.

Одиночные пчелы (мегахилы) проблемы опыления не решают, поскольку их численность незначительна. Хотя это идеальный опылитель: тело в волосках, работает на растениях одного вида, собирает много нектара для вывода потомства и поэтому посещает много цветов, имеет жесткие волоски, раздражающие рыльце пестика, что облегчает прорастание пыльцы.

Пчелы медоносные - лучшие опылители. Уже весной их в семье много (в отличие от шмелей ) и они посещают много растений. Хорошие ботаники: последовательно работают на растениях одного вида, пока этот вид цветет. Рабочая площадь одной пчелы 25м<sup>2</sup>. Пчелы-сборщицы различают не только виды, но и сорта растений. Перекрестное опыление происходит только за счет пчел-разведчиц, которые ведут поиск на растениях разных сортов и видов. А пчелы-сборщицы строго различают сорта. Все тело пчелы в волосках. Всю пыльцу с себя пчела не счищает и она остается для опыления, за день пыльца накапливается с 300-400 цветков. Избыток и разнообразие пыльцы дает хороший результат при опылении и повышает не только урожай растений, но и его качество.

#### 4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПЧЕЛООПЫЛЕНИЯ

Организационные мероприятия по опылению сельскохозяйственных растений основаны на учете биологических особенностей пчелиной семьи.

У сильных семей пчелы летают дальше (до 5 км), поэтому можно их дрессировать на участок, удаленный от пасеки на 2 км. На опылении следует использовать сильные семьи, которые могут покрыть большую площадь при медосборе, пчелы в них имеют большую продолжительность жизни. Последнее оказывает благоприятное влияние на соотношение в семье молодых (ульевых) и старшего возраста (летных) пчел (табл.). Если семья сильная, где пчелы живут 60 дней, то 1 такая семья заменит 3 слабых семьи. В теплицах, когда кормят сахаром, пчелы, живут не более 20 дней и поэтому в семьях очень мало летных пчел. Это создает проблемы при использовании пчел для опыления в теплицах.

Для получения хорошего урожая следует проводить контроль за работой пчел. Полноценный по количеству и качеству урожай получают, когда работают: 4-6 тыс. пчел на 1 га посевов люцерны; 5 тыс. пчел на 1 га подсолнечника, моркови, тыквенных (кабачки, тыква, арбуз, огурец); 10 тыс. пчел на 1 га горчицы, рапса, капусты, брюквы, лука; 15 тыс. пчел на 1 га

плодовых и ягодных культур, гречихи, донника; 21-28 тыс. пчел на 1 га посевов эспарцета.

Таблица Влияние продолжительности жизни пчел на возрастную структуру пчелиной семьи

Продолжительность жизни пчел, дни	Доля ульевых (гнездовых) пчел в семье, %	Доля летных (фуражиров) пчел в семье, %
20	97	3
28	73,4	26,6
30	66,7	33,3
35	50	50
60	33	66

Летные пчелы сильных семей дальше летают (радиус 4,5 км), чем в слабых (радиус 2,6 км), поэтому для опыления используют семьи с не менее чем 30 тыс. пчел, занимающих как минимум 12 рамок. В такой семье около 15-20 тысяч пчел будут работать на цветах.

Перевозка семей на расстояние более чем 3 км не составляет проблем, если ближе, то могут быть слеты на старое место. К опыляемой культуре, расположенной в радиусе 3 км от пасеки за 10-15 дней до ее цветения подвозят пчелиные семьи, старые пчелы слетают, а молодые к моменту начала опыления станут летными. Или за 10-15 дней пасеку вывозят на медосбор за 10 км и более, а потом подвозят к опыляемому участку. Тогда семьи наращивают силу и забывают старое место на точке и на кочевке, Облетываются сразу после подвоза к опыляемой культуре и в 1-ый же день начинают опылять.

На опыляемом участке самый удаленный цветок должен находиться от улья на расстоянии не более чем 500-600 м. На вытянутых участках (площадь более 70 га ) организуют встречное опыление, но расстояние между ульями должно быть не более 2700 м.



Около культур, трудно посещаемых пчелами (красный клевер, вика, люцерна), высевают медоносы – это так называемые приманочные посевы (гречиха, фацелия, розовый клевер, дикие медоносы - липа).

Для усиления опылительной деятельности пчел применяют дрессировку пчелиных семей на опыляемое растение: до вылета (за 1-1,5 часа) из гнезда пчел следует подкармливать сахарным сиропом (1:1), настоящим на цветах опыляемого растения (100 г на семью) ежедневно пока цветут трудно посещаемые и первые 3 дня хорошие медоносы.

## 5. ДРЕССИРОВКА ПЧЕЛ

Дрессировка пчел на посещение определенного медоноса производится как с целью повышения эффективности опыления культуры, так и с целью повышения медосбора с нее.

Если пасека расположена рядом с опыляемыми растениями, дрессировка включает следующие приемы. Делают изолятор на цветки растения. Готовят сироп 50%: к 1 л воды добавляют 1 кг сахара. На каждую семью расходуют не меньше 100 и не больше 200 г сиропа из расчета, что 100 г сиропа потребляют 2000 пчел, при нагрузке 50 мг на зобик. Каждая пчела мобилизует 10 пчел сборщиц. Всего 20 тыс. пчел мобилизуются танцами на опыление в семье, где не менее 40 тыс. особей.

Для приготовления сиропа кипятят воду, затем высыпают в кипящую воду сахар, после растворения кристаллов сироп оставляют остывать до 36-35<sup>0</sup> С. Затем венчики цветов (но без зеленых частей) опыляемой культуры, например клевера, помещают в 3 л банки, заполняя ее на одну треть, и доливают банку сиропом. Все это взбалтывается и закрывается полиэтиленовой крышкой. Это делается во второй половине дня, т.к. в этот период у клевера отмечается максимальное нектаровыделение. Оставляют на ночь. Кормушки используют эмалированные, алюминиевые, пластмассовые, стеклянные, жестяные, деревянные, покрытые воском. Кормушка не должна сохранять запах. Утром до вылета пчел кормушки помещают в ульи.

Если сильные нектароносы (фацелия, донник, дягель), достаточно 2-3 подкормок, а подкрепление рефлекса обеспечивают сами растения. Если растения плохо выделяют нектар, то подкормка проводится ежедневно, пока цветет культура, т.к. необходимо постоянное воздействие раздражителя для поддержания условного рефлекса.

Чтобы получить хороший урожай клевера, т.е. более 3ц/га семян, следует дрессировать пчел на опыление этой культуры, поскольку глубина венчика у клевера превышает длину хоботка пчел и насекомые неохотно посещают его. Если до дрессировки насчитывается 2 тыс. работающих пчел/га, после нее – 18 тыс. пчел/га опыляемой культуры.

Следует учитывать разделение функций у летных пчел по отысканию и сбору нектара. Классический постулат «флора миграции – флора специализации» отражает то, что специализация характерна для пчел-сборщиц, а миграция – для разведчиц, они не считаются ни с видами ни с семействами растений. Поэтому опыление происходит в основном за счет деятельности пчел-сборщиц, а переопыление разных видов и сортов растений – за счет пчел-разведчиц.

Было установлено (А.Ф. Губин), что при наличии около поля сильных медоносов (липа) увеличивается количество пчел на поле клевера. Е.Г. Пономарева применяла приманочные посевы сильных медоносов (фацелия, гречиха, розовый клевер) около поля красного клевера (5 проходов – клевер, 1 проход – приманочная культура ) для повышения эффективности пчелоопыления красного клевера. Как объяснить этот эффект? Дело в том что инстинкт сбора пищи заставляет пчел-разведчиц искать ее и на соседних культурах, что повышает вероятность их посещения и опыления.

Влияние массива на работу пчел проявляется в том, что только большой массив привлекает пчел. Если на гектаре – 30 пчелосемей обеспечивают максимальный эффект при опылении, то 1 пчелосемья на 30 гектарах обеспечивает тот же урожай огурца. Чем больше площадь медоноса, тем больше летных пчел работает на массиве.

*Дрессировка на растения с мелкими цветками:* гречиха, вайда красильная, донник, дягиль сибирский отличается тем, что в подкормках используются не сахарные настои на цветках, а непосредственно мед или напрыск, полученный с данного вида растений. В Западной Сибири в степной зоне гречиха дает хороший медосбор 2 раза в 10 лет. В годы, когда пчелы не посещают гречиху, их нужно дрессировать. Во время взятка с гречихи необходимо гречишный мед (прошлогодний или свежий) использовать для кормления, когда начинает цвести гречиха. На любые растения с мелкими цветами (дягиль сибирский, донник) нужно дрессировать, подкармливая медом 100г/семью, собранным с этих растений.

Подкормку готовят из расчета 1 кг меда и 0,5 воды, но не горячей, так как запах быстро пропадает или откачать свой мед (напрыск) и скормить до вылета пчелами 100 г на семью. Всегда 2-4 семьи из 100 полетят на новый медонос.

*Прием деления семей.* Чтобы опылить красный клевер отделяют летных пчел от нелетных используя свойство пчел запоминать место или окружающий ландшафт (пчелы запоминают место, где расположено гнездо, а не само гнездо). Летных пчел увозят к полям опыляемой культуры, а молодых (нелетных) пчел подкармливают сиропом с запахом опыляемой культуры. И эти пчелы будут летать только на эту культуру. Таким приемом можно сократить количество необходимых семей для опыления.

*Дрессировка с указанием места* на отдаленные (на 500-2800 м) участки растений, производится с использованием подсобного запаха. Применяется, когда трудно вывозить пасеку на место, где нужно опылять массив, который находится на расстоянии 1...2 км от пасеки. Есть примеры дрессировки на 2800 м. В сахарный сироп (1:1) добавляют 1 -2 капли мятного, или анисового, или бергамотного, или другого эфирного масла на три литра. Этим кормят пчел до вылета на прилетных досках. Семьи должны быть сильными. Затем эти кормушки закрывают, ставят в переносной ящик и переносят на массив, который нужно опылять. Там же ставят палочки с ватой, смоченной этим же

эфирным маслом. В кормушки помещают 50 – 100 г сиропа на 2 – 3 минуты, пока наполнят медовые зобики. Ставят в кормушки плотики, чтобы пчелы не тонули. Пчел, которые были в кормушке, выпускают, они летят в улей и сообщают о местоположении корма. Так несколько дней, пока пчелы привыкнут к месту и опыляемым растениям, затем в кормушках разливают сироп с клевером. Это проводится ежедневно, пока цветет клевер. Одновременно проводят подкормки в ульях. Для донника и гречихи достаточно подкормить 2 -3 раза для дальнейшего посещения этих культур. А для слабых медоносов необходима подкормка в течении всего периода цветения культуры.

*Способ «экранов».* Цветные экраны или аналогичные диски, которые отражают ультрафиолетовый свет расставляют рядом с кормушками. Затем экраны смещают вместе с кормушками последовательно по 50 м до того массива, который требует опыления.

## 6. НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОПЫЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

*Бобовые.* Считаются самоопылителями, но фактически до 33% семян завязывается от прекрасного опыления. Пчелы опыляют лучше, чем шмели, т.к. последние часто прогрызают сбоку венчик. Цветок белый и голубой у бобов, что говорит об их приспособлении к насекомоопылению.

*Люцерна.* Множество опытов доказывают, что люцерна опыляется пчелами. Цветок своеобразный, необходимо вскрытие цветка – открытие венчика до того как взять нектар. У пчелы из пыльцы образуется комочек под подбородком, который можно посмотреть под микроскопом и определить посещают насекомые люцерну или нет. Должны работать 4 тыс. пчел. Пчелы получают товарный мед с люцерны поливной до 350 кг/га (12кг/день), а без полива – 35 кг/га. Новые сорта не нуждаются в опылении. Серповидная (желтая) люцерна опыляется лучше, чем синяя люцерна.

*Клевера.* Самая трудно посещаемая культура – клевер красный или луговой, хотя выделяет нектара очень много до 280 кг/га, но пчелам

достается около 8 кг/га. Трубочка венчика глубиной минимум 9 мм, а максимальная длина хоботка пчелы 7,9 мм. Получают товарный мед с двуукостных клеверов : 1-ый на сено, 2-ой – на семена. Клевер 2-го укуса особенно в жару имеет уродливые венчики, а т.к. нектарники у клевера закрытые, то выделяют много нектара, это привлекает пчел для опыления.

Другие клевера: белый, розовый (шведский, гибридный) и однолетний клевер – шабдар, они имеют короткие венчики и хорошо опыляются.

*Сидеральные бобовые: люпины и сираделла.* Сираделла хорошо посещается пчелами. Люпины не выделяют нектара, это хороший пыльценос. Пчелы главные опылители этой культуры.

*Горох:* хотя цветы белые, или розовые, это самоопылитель и пчел не нужно для опыления.

*Эспарцет:* раньше всех бобовых развивается весной. Дает самый ранний медосбор с полевых культур. Для опыления требует большего, чем другие бобовые, количества пчел.

Различные виды *донника* выделяют много нектара, при опылении пчелами урожай семян возрастает.

Крупная культура *гречиха* характеризуется разностолбчатостью – это препятствие к самоопылению: для нормального опыления, с коротких тычинок пыльца попадает на короткий столбик и с длинных на длинный, в противном случае формируется много пустых зерен – это «неэффективное опыление». Особенность цветения гречихи в том, что каждый цветок остается открытым только один день, в первую его половину. Через 1 – 2 часа после раскрытия цветка пылинки лопаются и пыльца осыпается к 12 – 14 часам. Во второй половине дня цветки закрываются и раскрытие повторное отмечается как исключение. В дождливые дни опыление отсутствует, и в ясные оно возможно в очень короткий срок до 12...14 часов, а затем прекращается выделение нектара и лет пчел на культуру. Снижается эффективность пчелоопыления при жаркой погоде при температуре воздуха 26-32 °С и особенно в сочетании с недостатком влаги в почве. Использование

пчелоопыления позволяет повысить урожай гречихи с 5-6 до 15-16 ц/га. Повышение урожаев гречихи должно основаться на использовании сортов с хорошей нектаропродуктивностью, интенсивно привлекающих пчел, например сортов Ирменка и Наташа селекции СибНИИРС СО Россельхозакадемии.

*Подсолнечник* перекрестноопыляемое растение, основные опылители – мононосные пчелы. Обычно во время цветения семьи уже набирают силу, поэтому достаточно 1 семья/га подсолнечника. При опылении пчелами резко повышается качество семян, выход масла.

Каждый цветок в соцветии подсолнечника цветет 2 дня: в первый день он находится в пыльниковой стадии, во второй – рыльцевой. Цветение массива растягивается на 19-30 дней. Одновременно зацветают по 3-4 круга цветков, поэтому для полного распускания всей корзинки требуется от 6 до 10 дней. Скорость прохождения фаз цветения в цветке зависит от метеорологических условий.

При посещении подсолнечника пчелы предпочитают цветки в пыльниковой стадии, поскольку в первый день цветения нектаровыделение в 2-3 раза интенсивнее. Так, количество нектара, выделяемого цветком в пыльниковой стадии составляет 6-7 мг, в рыльцевой – 2-4 мг.

Для полного опыления цветков требуется шестикратное посещение их пчелами, но часто бывает достаточно и трехкратного.

Для продуктивного опыления вблизи цветущего массива подсолнечника следует располагать 0,5-2 пчелиные семьи на 1 га. Это позволяет увеличить урожай семян на 20-40 %.

*Лен* является самоопылителем. Пчелы посещают лен, но для опыления нужно проводить дрессировку.

*Вика* хороший медонос, имеет цветковые и внецветковые (на стеблях и листьях) нектарники, причем последние выделяют больше нектара. Урожай семян возрастает при опылении. Самоопылитель, требует дрессировки пчел для опыления.

*Крестоцветные* являются перекрестноопыляемыми растениями и охотно посещаются пчелами, поэтому организация опыления - это просто подвоз пасеки к участку без всякой дрессировки. Между сортами крестоцветных у пчел нет различий, поэтому происходит переопыление сортов.

*Садовые культуры.* Яблони слабые нектароносы, выделяют по сортам от 9 до 30 кг нектара/га. Имеют «двойной замок» против самоопыления:

а) разновременное созревание пыльцы и пестика;

б) физиологическая стерильность: пыльца не прорастает на пестике того же сорта, поэтому необходим сорт-опылитель, который должен отвечать требованиям: - ежегодное цветение и совпадение с цветением опыляемого сорта; жизнестойкая пыльца, пригодная для оплодотворения; сам сорт-опылитель должен давать урожай.

*Земляника.* Пчелы хорошо посещают. Нужны разные сорта, для эффективного опыления.

*Клубника.* Цветки раздельнополые. На 100 женских растений требуется 15-20 мужских.

*Смородина* самоопылитель, но пыльца очень клейкая, поэтому насекомые лучше переносят её, чем ветер.

*Крыжовник.* Пыльца клейкая, пылинки созревают раньше рылец. Пчелы хорошо посещают. Площадь меньше 50 га- 1 семья на га, площадь больше 50 га- 2,5 семьи на га.

*Малина.* Очень хороший медонос. Цветки многотычинковые и многопестиковые, пыльца клейкая, Способна к самоопылению, при перекрестном опылении при помощи насекомых повышается урожай.

*Тыквы, кабачки, арбузы, дыни.* Перекрестноопыляемые. Хорошо посещают пчелы. Для оптимального опыления требуется не менее 10 посещений, главное утром. Тыквы, кабачки – до 10; арбузы, дыни – до 14 часов.

*Огурцы.* Пчелы посещают охотно с 8 до 21 часа, больше после обеда, а в теплице посещают утром до 14 часов. В теплице цветы живут 2 суток.

*Виноград.* Среди культурных сортов винограда преобладают растения с обоепопылыми цветками, многие из которых относятся к сортам самоопыляющимся. У некоторых сортов (Корна негра и др.) без переноса пыльцы других сортов могут развиваться только мелкие бессемянные ягоды. Дикорастущий виноград - двудомный, его пыльца переносится не только ветром, но и насекомыми. Ветер как опылитель неэффективен. Его сила резко уменьшается среди плантаций, особенно когда направление ветра перпендикулярно к рядам винограда.

Перенос пыльцы цветков винограда насекомыми повышает урожай ягод и их качество. Цветки привлекают медоносных пчел обилием пыльцы, ароматом и нектаром. Пчелы с винограда собирают в основном пыльцу.

Для опыления 1 га винограда сорта Шасла белая требуется одна пчелиная семья. Ульи размещают с таким расчетом, чтобы пчелы летали вдоль рядков и снизу вверх. Летную деятельность усиливают отбором цветочной пыльцы из гнезд при содержании в них открытого расплода. При соблюдении этих правил пчелы хорошо посещают цветущий виноград. Опытами научных учреждений установлено положительное влияние перекрестного опыления пчелами и некоторых сортов винограда при использовании приема дрессировки. Так, в совхозе «Цветущая Молдавия» на участке гибридного винограда Зайбель 14 был собран урожай около пасеки 70,1 ц, а на участках, не посещавшихся пчелами, — 50,2 ц/га.

## 7. ВЛИЯНИЕ ПЕСТИЦИДОВ НА МЕДОНОСНЫХ ПЧЕЛ

Факторы, определяющие токсичность пестицидов для пчел:

- \* Физико-химические свойства препаратов
- \* Способ проникновения пестицида в организм пчел
- \* Время контакта насекомых с пестицидами
- \* Явление синергизма между применяемыми пестицидами



\* Влияние породы и физиологического состояния семьи

\* Абиотические факторы

Виды токсической характеристики пестицидов:

Кишечная (оральная) токсичность (мг/кг) – определяется величиной дозы, вызывающей гибель насекомых, при попадании пестицидов в организм пчёл через пищеварительную систему.

Контактная токсичность (мг/см<sup>2</sup>) – доза, вызывающая гибель особей при контактном воздействии и попадании пестицида на покровы или в дыхательную систему пчёл.

Признаки отравления пчел инсектицидами:

\* Внезапная массовая гибель насекомых

\* Повышенная злобливость пчел

\* Повышенная шумность в ульях

\* Дорсальное положение особей на прилётной доске или дне улья

\* Интенсивное движение сегментов брюшка, вибрация усиков

\* Все признаки через 15-20 минут после контакта с инсектицидом

Признаки отравления пчел фунгицидами и гербицидами:

\* Реакция на отравление через 2-3 часа выражается в оцепенении пчел

Признаки воздействия сублетальных доз пестицидов:

\* Снижение летной активности семьи

\* Повышение злобливости

\* Снижение количества выращиваемого расплода

Классификация пестицидов по классам опасности и условия обработок

Класс опасности	Условия проведения обработки пестицидами	Погранично-защитная зона, км	Ограничение лета пчел, сутки
1	Утром или вечером ветер до 2 м/с	4	3-4
2	Утром или вечером ветер до 3 м/с	3	2-3

3	Утром или вечером ветер до 5 м/с	2	1-2
4	Утром или вечером ветер до 6 м/с	1	6-12 часов

Мероприятия по профилактике отравления пчел пестицидами:

1) Организационные

- агрономы (или другие лица по их просьбе) оповещают в устной и письменной форме владельцев пасек за 3, а предпочтительней – за 7 суток о проведении обработок пестицидами с указанием используемого препарата, места проведения обработки (в радиусе 7 км), времени обработки, способа ее проведения, а также доводится до сведения пчеловода информация о сроках изоляции пчел;
- агрономов предупреждают владельцы пасек о размещении точек при кочевке для опыления и медосбора;

Агротехнические мероприятия:

- недопущение наличия цветущей сорной растительности на неэнтомофильных сельскохозяйственных культурах;
- создание специальной кормовой базы для пчеловодства за счет припасечных культур (донник, огуречная трава, синяк, фацелия);
- при размещении медоносов (гречиха, горчица, рапс и т.д.) в ценозах сельскохозяйственных культур предотвратить совпадение сроков их цветения с обработками растений пестицидами;
- избегать применения пестицидов, требующих изоляции пчел в гнезде более 3 суток, на энтомофильных культурах и в биоценозах, насыщенных цветущими медоносами и пыльценосами.

Одним из важнейших моментов в предупреждении воздействия пестицидов на медоносных пчел является соблюдение агрономами правил применения препаратов в соответствии с учетом класса опасности.

В соответствии с экотоксикологической оценкой пестицидов все препараты разбиты на 4 группы. Применение препаратов того или иного класса опасности требует соблюдения регламентов в момент внесения препарата и правил защиты медоносных пчел от интоксикации.

1-й класс опасности – высокоопасные для пчел пестициды. Экологические регламенты: обработку проводить ранним утром или поздним вечером, при температуре воздуха выше 15°C или ниже 30° С, скорости ветра до 1 – 2 м/с; погранично-защитная зона для пчел составляет не менее 4 км; ограничение лета пчел 4 – 5 суток.

2-й класс опасности – среднеопасные для пчел пестициды. Обработку проводить в утренние или вечерние часы, при температуре воздуха выше 15°C и ниже 30°C, при скорости ветра до 2 -3 м/с; погранично-защитная зона для пчел не менее 3-4 км, ограничение лета пчел 2 – 3 суток.

3-й класс опасности – малоопасные для пчел пестициды. Обработку проводить в утренние или вечерние часы, при температуре не ниже 15°C и не выше 30°C, при скорости ветра до 4 – 5 м/с; погранично-защитная зона для пчел 2 –3 км; ограничение лета пчел – 1 – 2 суток.

4-й класс опасности - практически неопасные для пчел пестициды. Обработку проводить при скорости ветра до 5 – 6 м/с, погранично-защитная зона для пчел не менее 1 – 2 км, ограничение лета пчел в течение 6 – 12 часов.

3) Специальные пчеловодные мероприятия: вывоз пасеки за пределы погранично-защитной зоны; изоляция пчел в гнезде.

Вывоз пасеки гарантирует большую безопасность пчелосемей по сравнению с изоляцией их в гнезде.

При проведении обработок пестицидами в условиях теплиц, где применяются на опылении медоносные пчелы, необходимо убрать ульи из

теплиц не только на момент обработки, но и на весь период ограничения лета пчел.

При изоляции пчел в ульях гнезда расширяют до полного комплекта рамок или ставят магазины. На двухкорпусные или многокорпусные ульи ставят дополнительные корпуса с половинным количеством рамок. На верхний корпус помещают раму с металлической сеткой (размер ячеек 2,5х2,5 мм или 3х3 мм), которую накрывают холстиком и кладут сверху подушку. В день обработки рано утром, до начала лета пчел, летки плотно закрывают, с сетки снимают утепление. В жаркую безветренную погоду под крышки подкладывают рейки толщиной 1 – 2 см. В улей дают воду в сотах, кормушках или поилках. Вечером после окончания лета пчел летки открывают.

Пчелы сравнительно легко выдерживают изоляцию в гнезде, если обеспечена вентиляция, затемнение и снабжение водой. Необходимо исключить все факторы, которые могут вызвать возбуждение пчел, поскольку это приводит к резкому подъему температуры в гнезде и к гибели пчел. Одним из возбуждающих факторов является свет. Поэтому при изоляции нужно исключить доступ солнечного света внутрь гнезда.

Определенная температура в гнезде поддерживается рабочими пчелами за счет усиленного испарения воды и вентиляции. Известно, что изолированная в гнезде пчелиная семья расходует в 10 раз больше воды, чем нормальная. Поэтому нужно обеспечить бесперебойное и обильное снабжение пчел водой на весь период их изоляции.

Кроме того, следует обеспечить семьи доброкачественным кормом – медом и пергой.

В случае риска попадания ульев под обработку пестицидами или нахождения их в зоне сноса препарата рекомендуется убрать прилетные доски. Если это невозможно, промыть их сразу после обработки для удаления возможных загрязнений ядами.

## Тема ПОВЕДЕНИЕ ПЧЕЛ

В 1912 г. Карл фон Фриш приступил к проведению экспериментов с медоносными пчелами. Вопреки господствовавшему в то время представлению он полагал, что медоносные пчелы, вероятнее всего, должны обладать цветовым зрением. Иначе зачем растениям столь красочные цветки? Фон Фриш обнаружил, что пчелы быстро учатся посещать поставленное около улья блюдце с раствором сахара, из которого они получали сироп и уносили его в улей. Затем он помещал это блюдце на лист цветной бумаги. После того как пчелы несколько раз посетили это блюдце, он разложил на экспериментальном столике много листов цветной бумаги и бумаги серого цвета, различавшегося по своей интенсивности. Оказалось, что пчелы разыскивали пищу только на листах соответствующего цвета, демонстрируя тем самым, что они способны отличать различные цвета от оттенков серого тона. Фон Фриш обнаружил также, что пчелы оказываются не в состоянии отличать красный цвет от серого, но обнаруживают разницу между листами серой бумаги, изготовленной на различных фабриках. Дальнейшие исследования показали, что некоторые листы бумаги сильнее отражали ультрафиолетовый свет, чем другие, и что пчелы способны это ощущать.

Теперь мы знаем, что медоносные пчелы обладают хорошо развитым цветовым зрением, которое отличается от нашего тем, что они не воспринимают красного цвета. Однако пчелы воспринимают ультрафиолетовые лучи, к которым глаз человека совершенно нечувствителен. Фон Фриш обнаружил, что на многих цветках имеются особые метки, названные *указателями нектара*. Некоторые из этих меток можно увидеть только в ультрафиолетовом свете; поэтому человек их обычно не различает, а пчелы их хорошо видят.

Когда медоносные пчелы разыскивают пищу, они охотно садятся на цветные предметы, имеющие очертания цветка. Используя пищевое

подкрепление, их можно научить садиться на предметы определенной формы, однако они предпочитают приземляться на модели, имеющие радиальный рисунок и неровный, изломанный контур. В экспериментах с указателями нектара было показано, что для медоносной пчелы имеют значение малейшие детали в рисунке цветка. Существует группа орхидей, у которых цветки имитируют запах и внешность определенного вида пчел. Пытаясь «спариться» с цветком такой орхидеи, самцы опыляют его.

#### Ориентация у медоносных пчел

Когда пчела вылетает из улья в поисках новых источников пищи, она совершает полет по извилистой траектории, посещая различные возможные участки для сбора пищи. В улей же она летит по прямой, не повторяя маршрута пройденного пути. Было высказано предположение, что пчела сохраняет в памяти картину каждого звена своего «изломанного» пути, измеряя длину этого звена по затраченной энергии, а направление этого звена - по величине угла, который оно составляет по отношению к ориентирам на местности и к солнцу.

Заставляя пчел направляться к источнику пищи вдоль своеобразного туннеля (рис. 1), Линдауер (Lindauer, 1963) имел возможность управлять дальностью их обратного полета. Он обнаружил, что пчелы способны правильно оценивать энергию, затраченную на полет от улья к пище, каким бы путем они ни возвращались назад (длинным или коротким). Фон Фриш показал, что пчелы, к которым прикрепляли 55-миллиграммовые грузики (или же увеличивали их «поклажу» с помощью кусочка фольги), переоценивали дальность полета из-за того, что затрачивали больше энергии.

При исследовании значения наземных ориентиров фон Фриш и Линдауер (1954) обучали пчел летать в определенном направлении, давая им мед в качестве вознаграждения. В одном из таких экспериментов маршрут полета пролегал вдоль кромки соснового леса, протянувшейся с севера на юг. Когда обучение пчел закончилось, их подвергли испытанию около опушки такого же леса, но на этот раз линия опушки простиралась с запада на восток

(рис. 2). Большая часть пчел летела вдоль края леса, и лишь некоторые выбирали «правильное» направление на юг. Наземные ориентиры оказываются наиболее эффективными, когда они образуют линию, которая ведет прямо к пище. Растущие посреди поля деревья могут не приниматься в расчет (рис. 3), хотя они, казалось бы, могли служить полезными ориентирами.

Как только пчела-разведчица обнаружит источник пищи, она летит прямо домой. Простой эксперимент показывает, что разведчица использует солнце в качестве компаса. Пчел приучили к кормушке, а затем эту кормушку передвигали на новое место в тот момент, когда некоторые пчелы получали из нее сироп. При возвращении домой эти пчелы летели в том направлении, которое было бы правильным, если бы кормушка оставалась на прежнем месте. Если прилетевших пчел задержать в кормушке на достаточно долгое время, чтобы солнце на небосклоне заметно сместилось, то они все равно будут лететь к улью в правильном направлении, показывая тем самым, что у них есть солнечный компас, который работает с поправкой на время (рис. 4).

Часто пчелы могут оказаться в такой ситуации, где нет никаких подходящих наземных ориентиров, а солнце спрятано за облаками. В этих условиях они тем не менее могут лететь в направлении дома, демонстрируя таким образом свою способность использовать некоторые другие ориентиры для навигации. Как мы уже видели, пчелы чувствительны к плоскости поляризации солнечного света в ультрафиолетовой области спектра.

Фон Фриш рассматривал различные части неба с помощью фильтра в форме восьмигранника, составленного из восьми треугольных кусков поляроида (рис. 5), и видел различные типы распределения яркости этих треугольников даже тогда, когда солнце было закрыто облаками. Картина поляризации света на небе является симметричной относительно солнца, поскольку находящиеся в атмосфере частицы рассеивают солнечный свет. Благодаря этому пчелы могут ощущать направление на солнце даже тогда,

когда оно закрыто облаками. Однако такая информация может быть неопределенной, особенно если животное видит небольшой участок неба, как это случается с примитивными пчелами в лесах Африки. Пчеле достаточно видеть лишь небольшой клочок неба; однако обычно на небе бывают два одинаковых на вид участка, расположенных симметрично по отношению к солнцу. Пчелы выходят из этого положения таким образом, что ведут себя, как будто бы они видят участок неба, расположенный справа от солнца. Такое допущение может иногда приводить к ошибкам, но если все пчелы постоянно используют одно и то же допущение, то ошибки будут взаимопогашаться. Эту проблему можно разрешить и в том случае, если знать, где должно находиться солнце в любое время дня. Подобно многим другим насекомым, пчелы обладают внутренними часами, которые запускаются «генератором хранирующих импульсов». Было высказано предположение, что, поскольку пчелы-работницы проводят много времени в темноте улья, этот генератор учитывает не время восхода и заката солнца, как у некоторых других животных, а суточные изменения магнитного поля земли. Известно, что пчелы чувствительны к магнитным полям, и во время магнитных бурь их чувство времени нарушается.

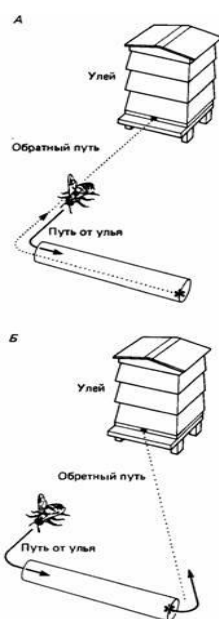


Рис. 1. Эксперименты Линдауера, в которых изучались энергетические затраты пчелы во время полета от улья к источнику пищи. На рис. А пчела



проделывает длинный обратный путь, на рис. *Б* - короткий. В обоих случаях путь от улья к пище один и тот же, и когда пчела возвращается в улей, она сообщает об этом посредством танца.

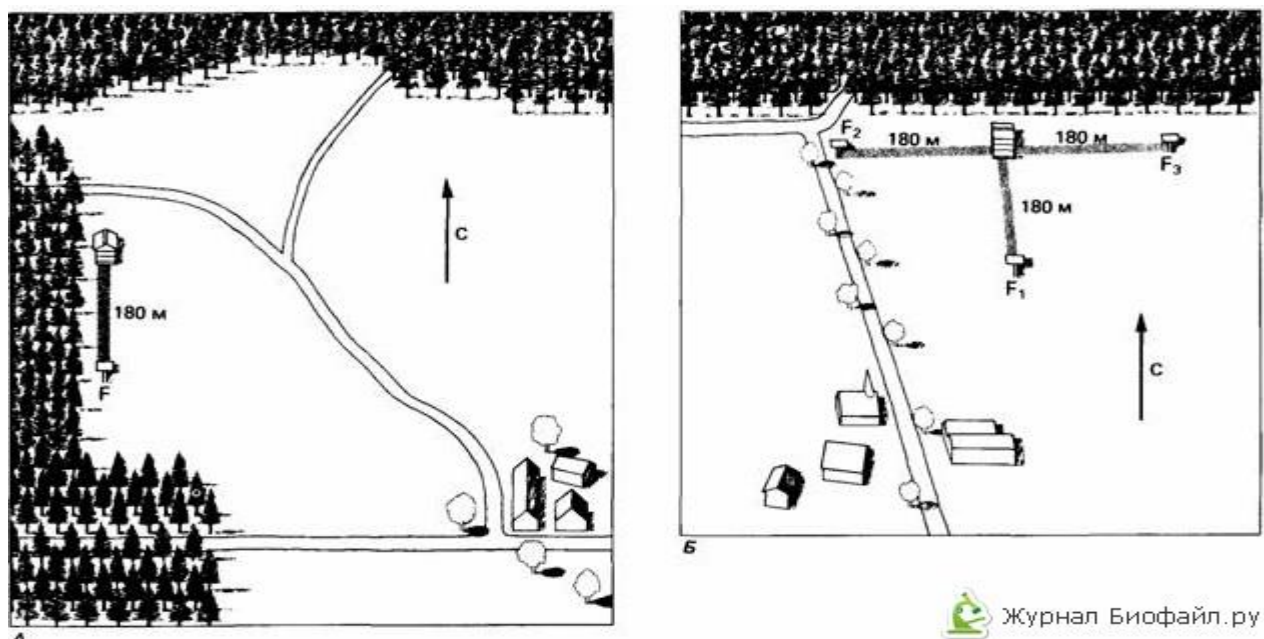


Рис. 2. Эксперименты для выяснения роли линейных ориентиров при ориентации пчел. *А.* Пчелы были приучены летать к столику с пищей *F* вдоль идущего с севера на юг края сосновой рощи, *Б.* После этого пчел тестировали вблизи опушки, идущей в востока на запад, где им предлагали на выбор три столика с пищей *f<sub>1</sub>*, *F<sub>2</sub>* и *F<sub>3</sub>*. Большинство пчел выбирали путь в направлении восток-запад, вдоль опушки леса, хотя они были приучены летать в направлении север-юг. (По Lindauer, 1961.)

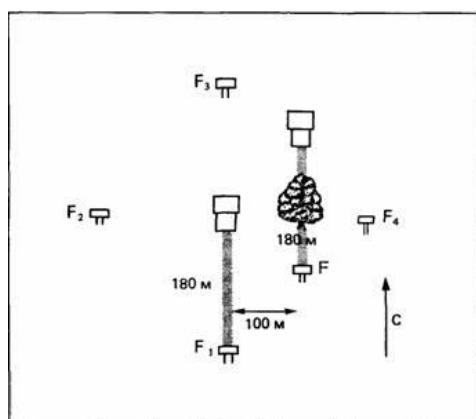


Рис. 3. Пчел приучили летать мимо дерева к столику с пищей *F*. Когда улей перенесли к западу от дерева, пчелы не обращали внимания на дерево и летели на юг. (По Lindauer, 1961.)

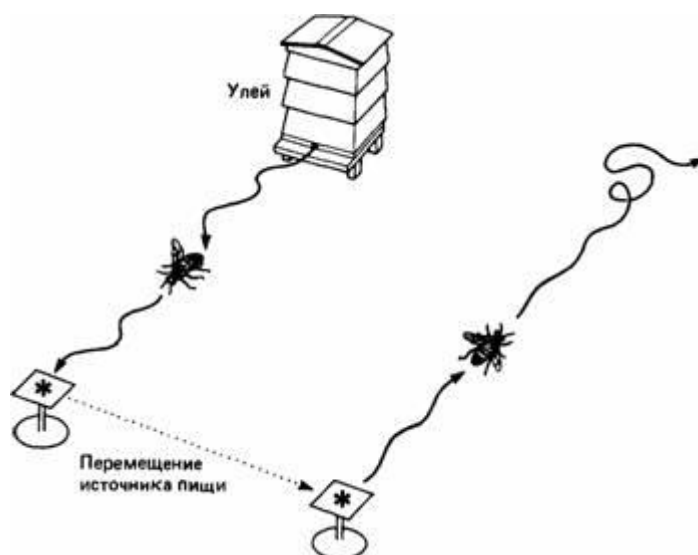


Рис. 4. Когда пчел запирают в кормушке на несколько часов и в это время переносят кормушку, то после освобождения пчелы летят в правильном направлении. Это показывает, что они способны делать поправку на изменение положения солнца во времени.

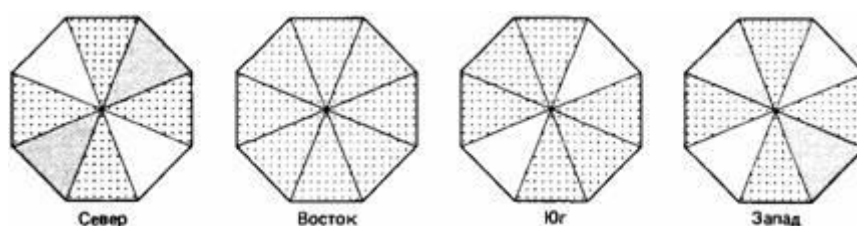


Рис. 5. Четыре различные картины распределения яркости, которые можно видеть в одно и то же время дня, если разглядывать разные участки неба через восьмиугольный фильтр, составленный из восьми кусков поляроида. Плотность серого тона соответствует яркости свечения

#### Коммуникация у медоносных пчел

Фон Фриш наблюдал поведение пчел в специально сконструированном улье со стеклянными стенками и обратил внимание на то, что возвращающиеся в улей пчелы-сборщицы исполняют танцы, которые привлекают внимание других пчел. Он выделил два типа танца: круговой и виляющий. Сначала он думал, что круговой танец сообщает о наличии нектара, а виляющий - о наличии пыльцы, но позднее понял, что это неверно. Оказалось, что виляющие танцы, которые исполняют пчелы-разведчицы по

возвращении от источников пищи, находящихся на различном расстоянии и в разных направлениях от улья, отличаются друг от друга.

Пчелы исполняют этот танец на вертикальных сотовых пластинах в темноте улья. Угол, составленный осью танца и вертикалью (рис. 23.10), соответствует углу между направлением на пищу и направлением на солнце. По мере того как солнце продвигается на запад, ось танца поворачивается против часовой стрелки. Продолжительность виляющей фазы танца соответствует расстоянию между пищей и ульем. Круговой танец - это упрощенный виляющий танец, который показывает, что пища находится настолько близко, что никакие виляния не нужны. Различные географические расы пчел имеют различные танцевальные диалекты. Более примитивные медоносные пчелы тропических широт исполняют свои танцы на горизонтальной поверхности, образованной верхушкой гнезда, причем ось их танца указывает направление на источник пищи. То же самое происходит, когда пчел из умеренной климатической зоны принуждают исполнять свой танец на горизонтальной поверхности.

Вернувшиеся разведчицы привлекают других рабочих пчел с помощью определенной демонстрации (рис. 6), во время которой они машут крыльями и выделяют феромон «привлечения». Но это происходит только в том случае, если обнаруженный ими источник пищи отличается высокими ценностными качествами. Пчела-сборщица определяет эту ценность по расстоянию от улья и по качеству пищи в сравнении с пищей из других источников. Чем дальше пища от улья, тем слаще она должна быть, чтобы заставить пчелу танцевать и привлечь других пчел. Весной и ранним летом, когда вокруг обычно много пищи, данный источник может вызвать «привлечение» пчел только в том случае, если пища там действительно сладкая. Поздним летом и осенью, когда пищи становится недостаточно, пчел будет привлекать даже пища невысокого качества. Каким образом рабочие пчелы извлекают информацию из виляющего танца разведчицы, не вполне понятно. Вернувшаяся разведчица приносит в улей следы пахучего вещества с цветков, которые она

посетила. Другие рабочие пчелы собираются толпой вокруг танцующей пчелы, воспринимают этот запах, быстро его запоминают, чтобы потом использовать память об этом запахе, когда они окажутся вблизи того места, где находится пища. Кроме запаховых раздражителей пчелы, вероятно, используют и звуковые сигналы, которые издает танцующая пчела в темноте улья. Во время виляющей фазы танца пчела издает звуковые импульсы с частотой, которая примерно в 2,5 раза больше частоты ее виляющих движений (Wenner, 1962, 1964). Этот звук, вероятно, является дополнением к частоте виляющих движений, а все вместе воспринимается сгрудившимися вокруг рабочими пчелами как информация о расстоянии до источника пищи.

Некоторые исследователи полагали, что танец не играет существенной роли в привлечении пчел-сборщиц. Основную роль они отводили прежде всего обонятельным сигналам, как это происходит у некоторых других общественных насекомых.

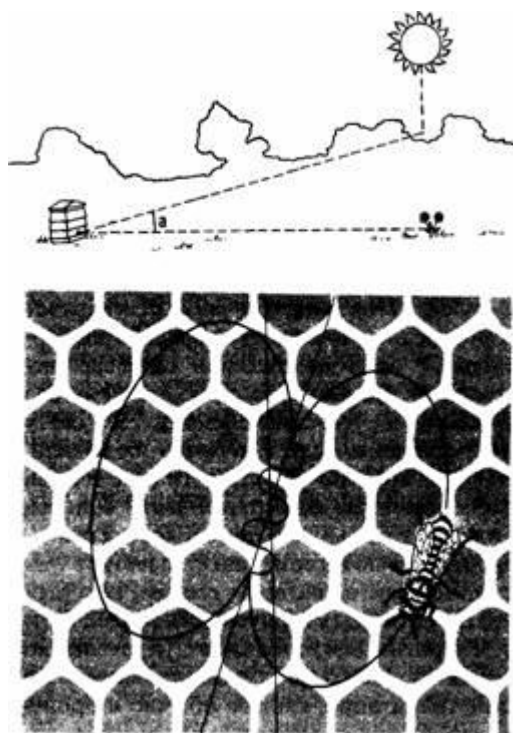


Рис. 6. Виляющий танец медоносной пчелы. Угол между осью танца и вертикалью соответствует угловому расстоянию между источником пищи и солнцем.

Большая часть данных в ранних экспериментальных исследованиях фон Фриша согласуется с этой интерпретацией. В определенных ситуациях медоносные пчелы действительно полагаются на запах при установлении точной локализации пищи. Однако, как было убедительно показано в более поздних экспериментах фон Фриша и других исследователей, танец пчел представляет собой основную систему передачи информации о местонахождении пищевых источников. Например, можно в восемь раз уменьшить чувствительность к свету пчел-сборщиц, если зачернить их оцелли.

Оцелли – это три простых глазка пчелы, расположенные на верхней части головы. Если вертикальные соты, на которых пчелы исполняют свой танец, осветить искусственным солнечным светом, который не могут увидеть вернувшиеся разведчицы с зачерненными оцеллями, то пчелы во время танца будут ориентироваться по силе гравитации, как это обычно и происходит. Однако привлекаемые разведчицами интактные пчелы будут реагировать на искусственное солнце; а это дает экспериментатору средство, с помощью которого он может управлять процессом интерпретации танца пчелами-зрителями. Изменяя положение искусственного солнца, этих пчел можно было заставить отправиться в том направлении, которое задавал экспериментатор. Этот эксперимент показывает, что привлеченные танцем рабочие пчелы полагались именно на танец, чтобы получить информацию о расстоянии до пищи и направлении на нее. По мнению Гоулда (Gould, 1976), коммуникация у пчел потребовала так много времени для ее анализа и вызвала столько споров, потому что она представляет собой очень сложное явление. Мало того, что пчелы-разведчицы имеют изошренную систему сигнализации с помощью танцев - если лишить этих пчел возможности использовать такой вид коммуникации, они зачастую могут возвратиться к системе мобилизации сборщиц при помощи запаха. Они могут ориентироваться не только по прямому солнечному свету, но и по характеру поляризации солнечного света. Исполняя свой танец в темноте улья, пчелы

могут использовать вместо направления на солнце направление сил гравитации. Когда пчелы находятся внутри улья или когда экспериментатор помещает их в ловушку, внутренние часы пчел могут заменить им непосредственное наблюдение за движением солнца. Создается впечатление, что у пчел есть выход из любого положения. Как мы увидим дальше, этот род планирования с учетом всех возможных неожиданностей и есть ключ к пониманию сложного поведения животных, которые на первый взгляд кажутся нам довольно примитивными.

### Организация сложного поведения

В областях с умеренным климатом медоносные пчелы-сборщицы живут в условиях постоянно меняющейся внешней среды. Когда пчела вылетает из улья и начинает свой поиск, солнце может быть хорошо видно, а может быть и закрыто облаками. Цветки, которые раньше были богаты нектаром, теперь могут быть закрыты, могут уже увянуть или их могут съесть какие-либо животные. Запахи, о которых помнили пчелы после последнего полета, могут исчезнуть или смешаться с целым морем новых запахов.

Мы можем представить себе компьютерную программу, предназначенную для того, чтобы воспроизвести случайности, подобные тем, с которыми встречается пчела-сборщица. Когда пчела вылетает на разведку в поисках пищи, программа задает серию вопросов, построенную таким образом, что содержание очередного вопроса зависит от того, какой ответ был дан на предыдущий вопрос. Конечный результат зависит от результата предыдущей стадии и т.д. Такого рода программу можно заложить в простую логическую сеть, специально предназначенную для решения конкретной задачи. Не исключено, что поведение пчелы в определенной степени организовано именно таким образом.

Однако поведение медоносной пчелы сложнее, чем простая программа по схеме если-то. Пчелы способны адаптироваться к новым обстоятельствам посредством научения. Мензел (Menzel, 1979) исследовал вопрос о том,

каким образом пчела запоминает цветовые характеристики источника пищи. Он изменял окраску искусственных цветов на разных стадиях посещения их пчелами, т.е. на стадиях приближения, приземления, питания и отлета от цветка. Оказалось, что пчелы запоминают окраску какого-либо цветка в последние две секунды перед тем, как опуститься на него. Пчела запоминает расположение наземных ориентиров только тогда, когда улетает от цветка. Если наземные ориентиры удалить, пока пчела собирает нектар, и вновь поставить их на место, когда пчела улетит, она будет неспособна вспомнить их, несмотря на то что они находились на месте, когда пчела приближалась к цветку. Таким образом, создается впечатление, что запоминание пчелами цвета и наземных ориентиров тесно связано с определенными фазами их пищедобывательного поведения. Подобным же образом пчелы каждый день, вылетая из улья, запоминают его расположение. Если день ото дня изменять внешний вид улья или окружающих его растений, то это никак не будет беспокоить пчел. Но если улей передвинуть в сторону на какой-нибудь метр в то время, когда пчелы улетели за взятком, то по возвращении им будет очень трудно его отыскать.

Фон Фриш показал, что пчелы способны чрезвычайно быстро запоминать запахи цветков и различать запах одного цветка среди 700 других запахов. Соответственно более медленно запоминаются окраска, форма, местонахождение и время раскрытия цветка. Если запах знакомого искусственного цветка изменить, то пчела быстро запомнит новый запах, однако цвет, форму и другие признаки цветка, которые оставались неизменными, пчела должна будет запомнить заново. Другими словами, складывается впечатление, что пчелы-добытчицы запоминают все признаки цветка (запах, форму, окраску, местоположение и т.д.) как единый комплекс. Если в эксперименте изменить только один запах, то пчела должна будет переучиваться и вновь запоминать весь комплекс признаков цветка. Таким образом, представляется вероятным, что научение у пчел запрограммировано. Это означает, что запоминание конкретных ориентиров

происходит только во время определенных поведенческих реакций, а именно когда пчела вылетает из улья, приближается к цветку или улетает от него.

Чтобы объяснить поведение пчелы, нам не нужно приписывать ей какие-то специальные психические свойства или когнитивные способности. Мы попытаемся объяснить его с точки зрения набора неких «процедурных» правил. Однако этот вопрос может оказаться гораздо более сложным, если нам понадобится охватить весь поведенческий репертуар животного. Более того, всегда существует такая возможность, что будут вскрыты какие-то новые свойства поведения медоносной пчелы, которые заставят нас отказаться от объяснения его как основанного на жесткой программе. Современный уровень наших знаний не позволяет наделять пчел психическими способностями - это кажется просто фантастическим. Когда же мы переходим к изучению более сложных животных, ситуация представляется не такой простой.

## Тема КОРМА ПЧЕЛИНЫХ

В этой лекции будет приведена характеристика растений юга Западной Сибири, составляющих в том числе кормовую базу пчеловодства Новосибирской области, описаны медоносы и их типы, изложены факторы, влияющие на медопродуктивность растений, рассмотрены методы оценки и пути улучшения кормовой базы пчеловодства.

Классификация медоносов по времени цветения, характеру собираемых продуктов, месту обитания, медопродуктивности

*По характеру собираемых пчелами продуктов с растений их разделяют на медоносные - растения, с которых собирают нектар, пыльценосные — растения, с которых собирают пыльцу (купальница азиатская, ветреница дубравная, прострел раскрытый, кандык сибирский, первоцвет весенний, таволга вязолистная, подорожник, осот желтый, конопля) и медо-пыльценосные — растения, с которых собирают и нектар, и*



пыльцу, их большинство среди энтомофильных растений. Последняя группа растений, составляющих основу кормовой базы пчеловодства, определяется в литературе как *медоносы*. Те медоносы, которые специально возделываются вблизи пасек для получения меда, называются *припасечные культуры*.

Все медоносы характеризуются показателем медопродуктивности. *Медопродуктивность* – это количество нектара, которое выделяет данный вид растения при сплошном произрастании на 1 га. Поскольку этот показатель является характеристикой растения, то целесообразнее использовать термин «нектаропродуктивность», что позволит дифференцировать понятия «медопродуктивность пчелиных семей» (количество товарного меда, собранного пчелиной семьей) и «медопродуктивность растений» (количество нектара, выделяемого растениями). До настоящего времени в литературе применяется термин медопродуктивность растений.

*Общую нектаропродуктивность* определяют, исходя из средней нектарности цветка (выделенного сахара в нектаре), числа растений на учетной площади и числа распустившихся на них цветков за весь период цветения. Полученные данные пересчитывают по существующей методике в медовые единицы, принимая во внимание, что 200 весовых частей нектара соответствуют 100 частям сахара или 125 частям меда. Например, если нектаропродуктивность (медопродуктивность) фацелии составляет 500 кг/га, следовательно, при сплошном посеве этот вид может выделять 500 кг/га нектара, или 250 сахара, или 312,5 меда.

*По нектаропродуктивности* (медопродуктивности) все медоносные растения делятся на две группы. *Медоносы поддерживающего медосбора* - виды растений, которые выделяют до 100 кг/га нектара. К этой группе относятся мать-и-мачеха, одуванчик лекарственный, виды горошков, клевер белый, сурепка, рапс, рыжик, горчица, смородина, виды плодовых деревьев и др. *Медоносы главного медосбора* – виды растений, нектаропродуктивность которых превышает 100 кг/га, и это обеспечивает

возможность получения товарного меда, их цветение в Западной Сибири, как правило, совпадает с периодом, когда пчелиные семьи достигают значительной силы. Медоносами главного медосбора являются виды донников, эспарцет, фацелия, иван-чай, виды дягилей, липы и др. Виды ивовых, карагана сибирская (акация желтая), жимолость татарская – это медоносы, цветение которых приходится на период наращивания силы пчелиных семей, но в благоприятные по пчеловодным условиям годы с этих растений можно получить товарный мед.

*По периоду цветения* медоносы классифицируют на медоносы весеннего (мать-и-мачеха, ветреница лесная, медуница, сон-трава, или прострел, ивы, жимолость), весенне-летнего (одуванчик лекарственный, карагана, или желтая акация), летнего (донник) и позднелетнего (василек перистый, василек луговой, льнянка обыкновенная, сурепка, цикорий) взятка.

*По месту произрастания* различают медоносы лесов (виды ив, боярышник, крушина, рябина, калина, черемуха, акация желтая, жимолость татарская, малина дикая, виды дягилей, кипрей, лесная герань, синюха лазурная, брусника, золотарник, виды васильков, мать-и-мачеха), лугов (нанея черноватая, душица, медуница, чина, люцерна серповидная, виды клеверов, эспарцет, виды горошков, змееголовник сибирский, дербенник-плакун, одуванчик лекарственный, герань луговая, чистец болотный, вероника, луговой василек, шалфей луговой, пустырник), полей (горчица, рапс, рыжик, клевер, донник, люцерна, эспарцет, подсолнечник, гречиха), садов (яблоня, вишня, и другие розоцветные плодовые деревья и кустарники, жимолость, ирга, смородина, крыжовник, малина) и огородов (огурец, тыква, арбуз, дыня, семенники капусты, брюквы, редиса), парковых зон (клен татарский, липа, карагана сибирская, жимолость татарская, снежнаягодник).

*По условиям произрастания* медоносные растения подразделяют на культурные и дикорастущие. На необрабатываемых землях, неудобьях и пустошах кормовую базу пчеловодства составляют такие медоносные

растения, как лопух, пустырник, многолетние васильки, глухая крапива, одуванчик, сурепка, мать-и-мачеха, цикорий, виды донников, клеверов и люцерны, цикорий, осоты, серпухи, чертополох.

Из припасечных культур наиболее эффективными являются донник желтый и белый, синяк, фацелия, огуречная трава.

#### Нектар, падь и медвяная роса

Источником углеводного корма для пчел являются нектар цветковых растений, падь и медвяная роса. Нектар – это примерно 35%-й раствор сахаров (сахарозы, глюкозы, фруктозы и др.), в котором содержатся в незначительном количестве и многие другие вещества: витамины, декстрины, кислоты, азотистые и минеральные соединения, эфирные масла, флаваноиды, алкалоиды и др. Химический состав нектара довольно сложен. Нектар вырабатывается нектарниками – железистыми образованиями цветковых растений.

Нектарники классифицируют по их месторасположению. Они встречаются как внутри, так и вне цветков. Цветковые (флоральные) нектарники располагаются на разных частях цветка. Форма и расположение цветковых нектарников весьма разнообразны. Нектарники встречаются на разных органах цветка - на чашелистниках, лепестках, цветоложе, тычиночных нитях, на наружной поверхности плодолистиков. Иногда они скрыты в шпорцах, представляющих модифицированные чашелистики (у настурции) или лепестки (у борца, водосбора и живокости). Хорошо известны нектарные ямки (кармашки) у основания лепестков лютиков. Функции нектарников выполняют расширенные основания тычиночных нитей (у гвоздичных). У спайнолепестных двудольных нектарники нередко имеют вид кольца, окаймляющего верхнюю завязь (у норичниковых, бурачниковых, губоцветных). В цветках с нижней завязью они имеют вид диска, окружающего столбик (у зонтичных, колокольчиковых, сложноцветных).

Внецветковые (экстрафлоральные) нектарники могут располагаться на листовой пластинке, черешках, прилистниках, чашелистиках, цветоножках, в пазухах листьев. У большинства растений они выделяют мало нектара. Исключением являются такие виды, как хлопчатник, возделываемый на поливе, с внецветочных нектарников которого пчелы собирают больше нектара, чем с цветочных. Септальные нектарники располагаются на перегородках завязи однодольных растений.

Выделение нектара представляет весьма динамичный процесс. Оно зависит от времени дня, возраста и стадии развития цветка, условий освещения, температуры, влажности воздуха и почвы и других экологических условий, причем проявляется эта зависимость у разных видов неоднозначно. Особый интерес представляет зависимость нектаровыделения от стадий развития цветка. Наиболее интенсивное выделение нектара связано, по-видимому, с фазой зрелого рыльца.

Суточная динамика выделения нектара неодинакова у разных видов. Согласно исследованиям Н. Н. Карташовой (1965), наиболее интенсивно нектар выделяется утром (липа, яснотка белая, душица обыкновенная), но у некоторых видов — днем (фацелия), под вечер (синюха голубая, дербенник иволистный) или имеется утренний и вечерний максимумы выделения нектара (клевер луговой, мышиный горошек, чина луговая и др.).

Нектаропродуктивность цветков весьма различна. В тропиках очень богаты нектаром цветки, опыляемые птицами и летучими мышами. У представителей нашей флоры огромное количество нектара обнаружено у княжика сибирского (*Atragene sibirica*) — до 90 мг и гвоздики пышной (*Dianthus superbus*) — до 44 мг в одном цветке.

Секреция нектара является активным метаболическим процессом, связанным с жизнедеятельностью клеток нектарников. Метаболизм секреции нектара определяется связью нектаровыделения, во-первых, с дыханием растений, которое обеспечивает энергией все процессы, происходящие в нектарнике, во-вторых, с превращением углеводов в нектарниках, что

приводит к определенному набору сахаров, характерному для данного растения. Различный баланс углеводов в нектаре связан с различиями в накоплении и передвижении углеводов в нектарниках разных растений. У одних видов нектар образуется из накопленного ранее крахмала (например, у тыквы), у других – из поступающих во время секреции сахаров (у ваточника).

Основу нектара составляет флоэмный сок. Во флоэмном соке преобладает сахароза. В состав нектара входят три основных сахара - сахароза, глюкоза и фруктоза. Около 60% медоносных растений выделяют нектар с преобладанием сахарозы, примерно 30% – с преобладанием моносахаров и 10% - с приблизительно равным количеством этих трех видов сахаров.

В меньших количествах в нектаре содержатся такие сахара, как галактоза, мелибиоза, мальтоза, раффиноза. Олигосахариды глюкоза и фруктоза образуются из сахарозы под действием ферментов нектара – трансгликогеназ и трансфруктогеназ. Концентрация всех сахаров нектара изменяется в пределах от 7 до 87 и даже до 99,5% в зависимости от организации нектарников, условий влажности и температуры

Растения одного семейства или рода имеют, как правило, один тип нектара. В отличие от качественного состава, суммарная концентрация сахаров (часто определяемая как «концентрация нектара») значительно изменяется как у разных видов растений, так и у разных представителей одного вида в зависимости от условий произрастания.

Несахарные компоненты нектара это минеральные ионы и микроэлементы. Больше содержится  $K^+$  (0,1- 12,1 мг/г сахаров), меньше  $Na^+$  и  $Ca^{2+}$  (соответственно 0,02 – 0,8 и 0,05 – 4,15 мг/г сахаров), очень мало  $Mg^{2+}$  (0 – 0,14 мг/г сахаров). Набор аминокислот нектара постоянен для вида растения, но их концентрация и количественное соотношение изменяются в широких пределах. Имеется широкий спектр ди- и трикарбоновых органических кислот. Белки представлены ферментами. Количество различных витаминов варьирует в широких пределах. В нектаре

антибиотические вещества представлены кумариновыми соединениями, фенолами, алкалоидами и др.

Медоносные пчелы используют для приготовления меда растворы сахаров как растительного, так и животного происхождения. Мед, приготовленный из нектара цветковых растений, называют цветочным. Когда для приготовления меда пчелы используют сладкие растворы нерастительного происхождения, то такой мед называют падевым. Естественная смесь цветочного и падевого меда называется смешанным медом.

О существовании пади и ее сборе пчелами знали еще в III в. н. э. Первые наблюдения падеобразования провел швед Лехе в 1765 г. Он установил, что экскременты, выделяемые «растительными вшами» (насекомыми), собираются пчелами. В XIX в. были выполнены работы по уточнению источников падевыделения, роли пади в медосборе и по количеству пади, выделяемой различными падевыделителями (Леопольдов, 1837; Даценко, 1868). В более ранней литературе различают животную и растительную падь, затем падь и медвяная роса фигурируют как синонимы. Падь растительного происхождения образуется при выделении клеточного сока растениями в местах их повреждения (при градобое соломины злаков на стадии молочной спелости, при раздавливании арбузов и т.п.). Продуцентами пади животного происхождения (медвяной росы) являются равнокрылые насекомые – тли (Aphidinea) и червецы (Coccidinea). Наибольшее количество пади продуцируется при питании насекомых на древесных растениях (дубе, липе, меньше – на осине, иве, клене, березе, черемухе). Насекомые выделяют падь при питании на травянистых растениях, но в меньшем количестве.

Падь от нектара отличается низким содержанием воды (около 24,8 %) и очень высоким содержанием декстринов (около 27,4 %) и минеральных солей (в среднем 3,2 %). Соответственно по нектару эти показатели составляют 78,8; 1,6 и 0,2 %. Сахарный состав пади разнообразнее, чем у

нектара. Обнаружены эрлоза и мелицитоза. Последний полисахарид является характерным компонентом падевого меда, так как продуцируется не растениями, а насекомыми-падевыделителями.

### Влияние абиотических факторов на нектаровыделение растений

Природно-климатические условия оказывают значительное влияние на морфометрические признаки, продолжительность вегетационного периода и продуктивность растений, а также на интенсивность нектаровыделения.

На степень развития секреторной ткани нектарников влияют погодные условия. Например, число слоев клеток секреторной ткани смородины черной в теплый год составляет 6 – 7, а в холодный сокращается до 3 - 4. Это ведет к уменьшению количества выделяемого нектара.

Большинство видов медоносных растений Западной Сибири начинают нектаровыделение при температуре воздуха 14...15°C, но встречаются и такие, как например вишня, которые выделяют нектар и при 10°C. С повышением температуры от этого предела наблюдается и увеличение нектаровыделительной деятельности растений, которая достигает своего максимума в интервале 25...35°C°. Дальнейшее повышение температуры воздуха приводит к снижению количества выделяемого растениями нектара.

Влажность воздуха также имеет существенное значение и оказывает влияние не только на количество выделяемого растениями нектара, но и определяет концентрацию сахаров в нем. Как правило, воздушная засуха приводит к повышению содержания сахаров в нектаре и к сокращению его количества. Но некоторые виды медоносов Западной Сибири, например, пустырник, увеличивают медопродуктивность в условиях пониженной влажности и при повышенной температуре воздуха.

Атмосферные осадки определяют характер нектаровыделения растений в зависимости от их интенсивности. Затяжные обложные дожди вызывают снижение концентрации сахаров в нектаре, что может привести к тому, что пчелы покидают растения, посещаемые ими до начала осадков. Кратковременные грозовые ливни оказывают благоприятное влияние на

интенсивность нектаровыделения и качество нектара, что приводит к повышению медосборов, особенно при температуре воздуха близкой к 28°C.

Ветра, особенно суховеи, снижают количество выделяемого растениями нектара и в большей степени у видов с открытыми нектарниками.

Почвенное плодородие наряду с погодными условиями определяет физиологическое состояние растений и играет определяющую роль в формировании и развитии генеративных органов, поэтому оптимизация почвенного питания повышает медопродуктивность растений. Наблюдается повышение нектаровыделения у дикорастущих видов при их произрастании на почвах в ряду: кислые, песчаные, супесчаные, черноземы. Элементы минерального питания не определяют выделение нектара непосредственно, но оказывают влияние через изменение физиологических процессов в растениях (фотосинтеза, передвижения веществ и т. д.).

Уровень агротехники и сорт возделываемых культурных растений непосредственно определяют их медопродуктивность. Она возрастает при посевах по чистому пару, в ранние сроки, семенами высокой кондиции и с соблюдением требований по технологии возделывания, обеспечивающей высокую урожайность культуры.

#### Типы медосборов.

Тип медосбора определяется набором видов медоносных растений, их количеством и погодными условиями в период их цветения. Различают продолжительные слабые медосборы, когда на протяжении длительного периода цветут растения с низкой медопродуктивностью, продолжительные сильные медосборы, когда на протяжении длительного периода цветут растения с высокой медопродуктивностью, короткие бурные, когда в течение непродолжительного времени отцветает основная часть сильных медоносов, и так далее.

В соответствии с характером медосбора кормовые условия можно разделить на два основных вида: обеспечивают поддерживающий медосбор



и обеспечивают главный медосбор. В период *поддерживающего медосбора* суточные привесы улья не превышают 1 кг. *Главный медосбор* характеризуется цветением максимального количества медоносов с высокой нектаропродуктивностью и суточными привесами улья, превышающими 1 - 1,5 кг.

Активный пчеловодный сезон в районах Западной Сибири короткий и составляет около 6 месяцев. Выставка пчел из зимовника производится, как правило, во второй половине апреля, а последний облет отмечается в первой половине октября. Медосбор в весенний период и в первой половине лета в основном поддерживающий. Завершение наращивания силы пчелиных семей происходит в конце июня – начале июля. Подготовка семей к зимовке начинается во второй половине июля в таежной зоне и в августе – в лесостепной и степной зонах.

Характер медосбора в Западной Сибири различается в соответствии с природно-климатическими зонами. *Для таежной зоны* характерным является наличие обилия пыльценосов и, как правило, гарантированный поддерживающий медосбор в весенний и раннелетний периоды. Это обеспечивает быстрое наращивание силы пчелиных семей. Главный медосбор приходится на конец июня – начало июля с прекращением к третьей декаде июля. Медосбор в таежной зоне обильный и непродолжительный, обеспечивается цветением кипрея, различных видов дягилей, дикой малины. Поддерживающий медосбор длится и первую декаду августа и обеспечивает возможность наращивания семей на зимовку за счет воспитания большого количества расплода. Матка рано прекращает яйцекладку, и осеннее поколение пчел успевает подготовиться к зимовке.

В степной и лесостепной зонах отсутствует такое обилие растений-пыльценосов, как в таежной. В июне нередко наблюдается безмедосборный период. Такие условия медосбора сдерживают рост пчелиных семей. Главный медосбор начинается во второй декаде июля. В августе с наступлением холодной неустойчивой погоды медосбор резко обрывается.

Безмедосборный период сдерживает развитие пчелиных семей, их наращивание и физиологическую подготовку к зимовке. В лесостепной и степной зонах Западной Сибири семьи уходят в зимовку более слабыми, чем в таежной.

### Характеристика медоносов Западной Сибири

В начале сезона кормовую базу пчеловодства на юге западной Сибири составляют такие пыльценосы как Кандык сибирский, *Erythronium sibiricum* (Fisch. et Mey.) Kryl. = *E. dens-canis* var. *sibiricum* Fisch. et Mey. (Сем. Лилейные, Liliaceae), произрастающий в хвойных, смешанных и березово-осиновых лесах, обычен в тайге. Цветение: апрель –первые числа мая.

Из семейства Первоцветные, Primulaceae Первоцвет весенний, *Primula veris* L. ;

Из сем. Лютиковых, Ranunculaceae Прострел раскрытый (сон-трава), *Pulsatilla patens* Mill.= *Anemone patens* L., виды Адонисов (стародубок): сибирская, весенняя, Ветреница дубравная, *Anemone nemorosa* L., ветреница лесная , *A. sylvestris* L.; Чистяк весенний, *Ficaria verna* Huds. В степной и лесостепной зонах Купальница азиатская (огонек, жарок), *Trollius asiaticus* L. Типичный лугово-болотный вид Калужница болотная, *Caltha palustris* L.

Значительную роль в большинстве пчеловодных районов играет в качестве источника как пыльцы, так и нектара Мать-и-мачеха обыкновенная, *Tussilago farfara* L. (сем. Compositae или Asteraceae), зацветающая после схода снега. Из сем. Бурачниковых Boraginaceae виды медуниц *Pulmonaria* неясная, или темная — *P. obscura* мягчайшая, *P. mollissima* = *P. mollis* = *P. montana*, узколистная, *P. angustifolia* L.

Важнейшую роль в качестве весеннее-раннелетнего мёдо-пыльценосного растения играет одуванчик *Taraxacum officinale* (сем. Compositae или Asteraceae), обеспечивая поддерживающий медосбор в период наращивания силы пчелиных семей.

В период цветения мать-и-мачехи, а затем одуванчика существенным источником нектара для пчёл служат виды ивовых (сем. Salicaceae).

Различные виды зацветают в разное время и тем самым формируют естественный природный кормовой конвейер для пчёл. Цветёт в апреле-мае 20-25 дней Ива козья (бредина) *S.caprea* L. в смешанных лесах, по опушкам, редко по берегам водоемов. Цветение до распускания листьев, пчёлы собирают обножку желтого цвета. Цветение в апреле-мае до распускания листьев также характерно для Ивы остролистой (краснотал, верба красная, шелюга красная) *S.acutifolia* Willd. В лесостепи в поймах рек в мае в течение 10-14 дн. цветёт Ива белая (ветла) *S.alba* L. Берега водоемов заселяет Ива трехтычинковая, *S.triandra* L., которая цветёт в мае – июне, а по болотам, их окраинам, по заболоченным берегам цветёт Ива пятитычинковая (чернотал) *S.pentandra* L.. Кроме этих видов в Западной Сибири произрастают и зацветают в апреле Ива волчниковая (верба, шелюга желтая) *S.daphnoides* Ива лапландская, *S. lapponum* L. В мае цветут Ива сибирская, *S.sibirica* L.. Ива корзиночная, *S.viminalis* L., Ива пепельная, *S.cinerea* L., Ива грушанколистная *S.pyrolifolia* Ledeb.

Для всех ивовых характерно наличие в нектаре большего количества глюкозы, чем фруктозы, поэтому мед с этих растений не пригоден для зимовки пчёл. И в случае медосбора с ивовых, который происходит в нашей зоне по экспертным оценкам в 2 года из 10, мед используют как товарный. Нектарность ивовых оценивается в 120...220 кг/га.

Из деревьев и кустарников в качестве источников пыльцы и поддерживающий медосбор обеспечивают Клен ясенелистный, *Acer negundo* L. (Aceraceae, Кленовые), который цветёт в апреле– мае; в мае 10-12 дней цветёт Черемуха обыкновенная *Padus avium* Mill. (Rosaceae); в конце мая–начале июня - ( 20 дней) Рябина обыкновенная, *Sorbus aucuparia* L.; Рябина сибирская, *S. sibirica* Hedl. (Розоцветные Rosaceae), в июне: 10-12 дней цветёт Боярышник кроваво-красный (сибирский) *Crataegus sanguinea* Pall. (Rosaceae), обеспечивающий нектаровыделение 3 дня, максимум – на 2-й день, 0,27мг/цветок (нектаропродуктивность до 80 кг/га), а так же Калина обыкновенная, *Viburnum opulus* L. (Жимолостные Caprifoliaceae).

В течение 1,5 месяцев летом цветёт Крушина ломкая *Frangula alnus* Mill.(Крушиновые Rhamnaceae).

Деревья и кустарники, обеспечивающие главный медосбор это Карагана древовидная (желтая акация) *Caragana arborescens* Lam., Карагана кустарниковая (чилига) *C. frutex* C.Koch. (Fabaceae), которые зацветают в разреженных лесах, на открытых склонах в конце мая-начале июня, цветение продолжается 12-18 дней: Нектаропродуктивность - 300 -350 кг/га (0,27 – 1,45 мг/цветок), привесы ульев - 10-16 кг/сутки.. Мед с преобладанием фруктозы, поэтому долго не даёт садку и является идеальным для зимовки пчёл. Обножка - бледно-оранжевая. В этот же период цветёт Жимолость татарская *Lonicera tatarica* L. (Caprifoliaceae) с высокой нектарностью (0,23-1,1 мг сахара/цветок) и пылевой продуктивностью 0,54 мг пыльцы/цветок. Обножка ярко-желтая.

В июле зацветает (Убинский р-н на р. Сенча, верховья р.Омь - реликтовые произрастания, в парковых зонах) Липа сердцевидная, мелколистная, северная, *Tilia cordata* Mill. (Липовые, Tiliaceae). Нектарность 800-1000 кг/га. На Дальнем Востоке были получены рекорды суточных привесов на липовом медосборе. Мед не пригоден для зимовки, имеет высокую активную кислотность и зольность. Прозрачный, светло-янтарный. Быстро садится. Светло-желто-зеленая пыльца, обножка зеленая. При наличии более 30% зёрен от пыльцы в составе меда последний является монофлерным.

Ряд возделываемых растений является источником хорошего или отличного медосбора. Хорошими медоносами являются посевные крестоцветные: Вайда красильная, *Isatis tinctoria* L. Рапс, *Brassica napus*, Рыжик, *Camelina sativa* Crantz. Горчица сарептская, *Brassica juncea* (L.) Czern. Горчица белая, *Sinapis alba* L.(Brassicaceae), но мед не пригоден для зимовки пчел.

Горчица белая, *Sinapis alba* L. Относится к числу хороших медоносных растений. Ее нектаропродуктивность зависит от агротехники,

метеорологических условий и, в большей степени, от сорта и колеблется от 20 до 341 кг/га (Копелькиевский, 1953). Ее пыльцевая продуктивность оценивается в 40-150 кг/га (Jablonski, Skowronek, 1985). Период цветения составляет от 28 до 38 дней в зависимости от погодных условий. Больше всего медоносных пчел на цветках регистрируется в утренние часы (с 10 до 11) и к 15 часам их лет значительно снижается, но одиночные пчелы встречаются до позднего вечера (21-22 часа), их доля среди других опылителей составляет около 16% (Наумкин, 2004).

Редька масличная, *Raphanus sativus* L. является хорошим медоносом. Мед из нектара этой культуры содержит большее количество глюкозы и дает быструю садку, поэтому не пригоден для зимовки пчел, но обладает хорошими органолептическими свойствами. Редька масличная используется как техническая (для получения масло-семян), силосная и сидеральная культура. Продолжительность вегетационного периода в Западной Сибири составляет от 73 до 99 дней в зависимости от срока сева, который может колебаться от 1 мая до 20 июня. Фаза «посев - всходы» составляет от 6 до 9, «всходы – цветение» - от 26 до 35, продолжительность цветения от 22 до 27 дней. Продолжительность цветения массива предыдущего срока сева перекрывает срок начала цветения последующего посева. Например, цветение посевов 1 мая наступает 13 июня и продолжается до 8 июля, а начало цветения посевов 20 мая отмечается 25 июня и окончание – 19 июля. Цветение редьки масличной различных сроков сева может обеспечить цветочный конвейер с 13 июня по 17 августа, если сеять культуру 1, 10, 20 мая и 10, 20 июня. Это увеличивает продолжительность медосбора до 2 месяцев. Более высокой медопродуктивностью отличаются посевы ранних сроков, так же как и урожайностью, которая составляет 18 – 20 ц/га. При посеве в сроки после 10 мая до 20 июня урожайность культуры колеблется от 9 до 5 ц/га, а уровень нектаровыделения может обеспечивать поддерживающий медосбор. При использовании редьки масличной в полевых севооборотах не следует ее высевать после капустных культур

(рапса, рыжика, сурепицы, горчицы) и рядом с полями сильных медоносов (фацелии, огуречной травы, донника).

Свербига восточная, *Bunias orientalis* L зацветает рано (в середине мая) и цветет до 30 дней. Отличается исключительно высокой медопродуктивностью - до 500-600 кг/га. Посев весной следует проводить во влажную почву. В первый год образует розетки листьев, цветет начиная со второго года. Молодые листки съедобны и используются для ранних салатов.

Из дикоросов сем. Капустовые, обеспечивающих поддерживающий взятки в течение всего пчеловодного сезона в лесо-степной зоне распространены, Сурепка обыкновенная, *Barbarea vulgaris* R.Br., Гулявник лекарственный, *Sisymbrium officinale* Scop.

Гречиха, *Fagopyrum esculentum* Moench. Медоносные пчелы посещают цветки преимущественно в первой половине дня, их доля среди других насекомых-опылителей составляет около 42%. Цветёт Июль – август, 30–40 дней. Мёд не пригоден для зимовки пчел. Высокая диастазная активность, кислотность и зольность. Темно-желтый красноватый до темно-коричневого. Острый и резкий вкус. Мелко- или крупнозернистая садка. Нектарность 70 – 90 кг/га и зависит от сорта и условий возделывания. Во всех регионах возделывания рассматривается в качестве хорошего медоноса. Обеспечивающего получение уникального мёда. Но не пригодного для зимовки пчёл.

Гречиха имеет два основных вида - обыкновенная и татарская. Татарская - дико растет в Сибири и встречается в двух формах: обыкновенная и ржаная, или ржевидная (*F. tatar. G. var. stenocarpa*). Является сорным растением, хорошо посещается пчёлами.

Подсолнечник однолетний, *Helianthus annuus* L. (Compositae, или Asteraceae) В степной зоне возделается. Цветение: июль – август, 30 дней. Из светло-окрашенных медов наиболее высокая ферментативная активность у подсолнечникового мёда. Светло-золотистый или светло-янтарный. Садка крупнозернистая. Терпкий вкус. Монофлерность меда при наличии

45%пыльцы этого вида. Пригоден для зимовки пчел Пыльца золотистая, обножка оранжевая.

Наибольшее значение для пчеловодства имеют бобовые посевные культуры, которые отличаются высокой нектарностью и дают мед, пригодный для зимовки пчёл. Клевер розовый (гибридный) *Trifolium hybridum* L. (Fabaceae) Июнь – сентябрь цветение. Нектарность 80 – 260 кг/га. Светлый, прозрачный, ароматный мед. Клевер луговой, *Trifolium pratense* , Клевер белый (ползучий), *Trifolium repens* L. , Инкорнатный клевер, *Trifolium incarnatum* и другие виды различаются по мёдпродуктивности и местообитанию.

Лядвенец рогатый, *Lotus corniculatus* L. (Fabaceae) Июль-август цветение, нектарность 30 – 60 кг/га.

Козлятник восточный, *Galega orientalis* Lam Конец мая-начало июня цветение.

Люцерна посевная (синяя), *Medicago sativa* L. Июнь – июль цветение. Нектарность - 35 – 40, до 350 кг/га – на поливе. Эспарцет посевной, *Onobrychis sativa* Lam. цветёт в июне 15-20 дней. Обножка коричневая. Мёд: светлый с желтоватым оттенком. Низкая зольность. Густая консистенция. Медленная садка в белую твердую массу с кремовым оттенком. Умеренно сладкий вкус. Низкая диастазная активность.

Дикорастущие эспарцет, Клевер белый (ползучий), *Trifolium repens* L.( 60 - 100; 0,05-0,4 мг нектара/цветок в сутки с 26-50% сахара), люцерна, различные виды горошков (Горошек заборный, *Vicia sepium* L. Горошек приятный, *V. sylvatica* Fisch., Горошек мышиный, *V. cracca* L. ), Чина луговая, *Lathyrus pratensis* L., Чина лесная, *L. sylvestris* L., и еще шесть видов чины в травостое лесного, лугового и степного разнотравья являются хорошей кормовой базой для пчёл.

Из сорных растений Василек синий, *Centaurea cyamus* L. Осот полевой, *Sonchus arvensis* L Осот огородный, *S. oleraceus* L. (Compositae); из сложноцветных (Compositae, или Asteraceae): Бодяк полевой, *Cirsium arvense*

L. Бодяк щетинистый, *C. setosum* Bess. Бодяк обыкновенный *S. vulgare* Ten. Кроме того, Молочай прутьевидный, *Euphorbia virgata* Waldst. et Kit. (Euphorbiaceae, Молочайные), Колючеголовник шиповатый (эхиноцистис), *Echinocystis echinata* Muehl ex Willd Britton (Cucurbitaceae). Из сем. (Lamiaceae) Яснотка белая (глухая крапива), *Lamium album* L.; яснотка пурпурная, *L. purpureum* L. Чистец болотный, *Stachys palustris* L.

Дикорастущие травянистые растения. Из губоцветных или Яснотковых (Lamiaceae) медоносов – Душица обыкновенная, *Origanum vulgare* L. Шалфей степной, *Salvia stepposa* Schost. 300 – 400; 65% сахара. Тимьян, чабрец, *Thymus serpyllum* L.s.l. (Конец мая – июль). Мята перечная, *Mentha piperita* L. Пустырник обыкновенный, *Leonurus cardiaca* L. Цветёт июль – август, 40 – 50 дней Нектаропродуктивность цветка 0,6 мг, растений 100 – 300, в условиях засухи до 600 кг/га. Мед с зеленоватым оттенком. Мелисса лекарственная, *Melissa officinalis* L. (Июнь –август).

На остепненных и суходольных лугах, залежах, в разреженных лесах в июле-августе цветут Змееголовник поникший, *Dracosephalum nutans* L. Змееголовник Руйша (с нектаропродуктивностью 200 – 400 кг/га), Зопник клубненосный, *Phlomis tuberosa* В июле-сентябре в лесо-степи - Пустырник сизый, *Leonurus glaucescens* Bunge. и Пустырник татарский, *L. tataricus* L, Чистец болотный, *Stachys palustris* L. Котовник сибирский, *Nepeta sibirica* L. Котовник голый, *N. nuda* L. Шалфей пустынный, *S. deserta* Schang..

На сырых лугах, берегах рек, лесных полянах преимущественно в таёжной и лесной зоне в июле цветёт Синюха голубая, *Polemonium caeruleum* L. (Polemoniaceae, Синюховые); Нектарники у основания лепестков с внутренней стороны выделяют 80–200кг/га.

В степной и лесостепной зонах там, где болота, сырые луга, берега водоемов произрастает Плакун (дербенник) прутьевидный, *Lythrum virgatum* L. Плакун иволистный, *L. salicaria* L. (Дербенниковые, Lythraceae).

По сырым лугам, берегам рек, озер - Гравилат речной, *Geum rivale* L. (Rosaceae)



Из сем. Бурачниковые (Boraginaceae) по залежам, сорным местам, посевам, лугам и в степи - Ноняя темно-бурая, *Nonea pulla* L.. (100 –150кг/га). Окопник клубненосный, *Symphytum tuberosum* Окопник лекарственный, *S.officinale* L.(сем. Бурачниковые, Boraginaceae) 4–7 мг нектара или 1,8-2,4 мг сахара на цветок; нектаропродуктивность 208 -340 кг/га; 0,5-2,8 мг желтой пыльцы на цветок. Мед Пригоден для зимовки пчел

Астровые (Compositae, или Asteraceae): Кориандр посевной, *Coriandrum sativum* L. Маралий корень (левзея сафлоровидная), *Rhaponticum carthamoides* Jejin. Цикорий обыкновенный, *Cichorium intybus* L. Характерно позднелетнее цветение: Золотарник обыкновенный (золотая розга, желтушник), *Solidago virgaurea* L. Подсолнечник клубненосный, топинамбур, земляная груша, *Helianthus tuberosus* L. : Мордовник круглоголовый, *Echinops sphaerocephalus* L. Даёт мед пригодный для зимовки пчел до 1000кг/га – в жаркую погоду, перемежающуюся дождями. Позднелетнее цветение: Татарник колючий (будяк, бодяк, чертополох, байдрак), *Onopordon acanthium* (Asteraceae) (200-220кг/га) В степной зоне и южная лесостепь. Большеголовник серпуховый, левзея алтайская, *Rhaponticum serratuloides* Bobrov. Серпуха обыкновенная, венценосная, *Serratula coronata* L. цветет в июль – августе. Заселяет светлохвойные и черневые леса, колки, опушки, вырубки, балки, высокотравные луга, нектаропродуктивность до 200кг/га.

Виды васильков (сем. Compositae, или Asteraceae) на лугах, залежах, выгонах , луговых степях, колках: луговой *Centaurea jacea* L.; шероховатый, *C. scabiola* L. прижаточешуйчатый, *Centaurea adpressa* Ledeb. Цветут с июня по сентябрь. От 100 до 400 кг/га. Мед, получаемый с них, пригоден для зимовки пчел. Берега водоемов, окраины болот, рямы, кустарники заселяет Соссюрея мелкоцветковая, *Saussurea parviflora* DC.

Лесная зона, лесостепь, степь. Сырые луга, заболоченные леса, берега водоемов сложноцветные медоносы Бодяк съедобный, *Cirsium esculentum*

С.А.Мей. Бодяк разнолистный, *C. heterophyllum* Hill. И другие виды р. *Cirsium* цветут с июля по сентябрь (100 – 140кг/га).

На пустошах. по обочинам дорог - Лопух войлочный (паутинный), *Arctium tomentosum* Mill Июль– август, 40–45 дней Прозрачный с зеленоватым оттенком мёд Пригоден для зимовки пчел. Нектаропродуктивность до 60..100 кг/га

Представители зонтичных характеризуются высокой нектаропродуктивностью, мед пригоден для зимовки пчёл. В лесах, лугах, кустарниковых зарослях (Apiaceae, Сельдереиные или зонтичные) Сныть обыкновенная, *Aegopodium podagraria* L., Купырь лесной *Anthriscus sylvestris* Hoffm. ( цветение конец июня– август). Леса, лесные луга, опушки, колки, балки заселяют Дягиль (дудник) лекарственный, *Angelica archangelica* L., Дудник лесной, *Angelica sylvestris* L., Борщевик сибирский, *Heraeleum sibiricum*; Борщевик рассеченный, пучка, *H.dissectum* Ledeb. Все

На ряду с дягелям в таёжной и лесо-степной зоне главный медосбор обеспечивает Иван-чай узколистный (кипрей, хаменерион), *Chamaenerion angustifolium* Scop. (Onagraceae, Кипрейные). Мёд прозрачный, при кристаллизации – белый. Аромат не выражен. Идеален для зимовки пчел (400 – 500кг/га).

Лиственные и светлохвойные леса населяет Очиток живучий, *Sedum aizoon* L. (Толстянковые, Crassulaceae), цветёт в июнь – июле, леса, пойменные луга, берега рек, сосновые боры, березовые колки Очиток пурпуровый, *S.telephium* . цветет в июле-августе.

Медоносы сем. Норичниковые, Scrophulariaceae. .Лесостепная, степная зоны: Льянка обыкновенная, *Linaria vulgaris* Mill., льянка острополосая, *L. acutiloba* Frisch; Вероника длиннолистная, *Veronica longifolia* L.; Вероника седая, *V. Incana* L. Из норичниковых хорошим пыльценосом является Коровяк обыкновенный, или Медвежье ухо, *Verbascum thapsus* L.

Из пыльценосов следует отметить Пион аномальный (марьин корень), *Paeonia anomalia* L. (Paeoniaceae); Лобазник вязолистный, *Filipendula ulmaria*

(Rosaceae), Тысячелистник обыкновенный, *Achillea millefolium* L., Тысячелистник азиатский *Achillea asiatica* Serg. (Asteraceae); Подорожник большой (обыкновенный), *Plantago major* L. (Подорожниковые, Plantaginaceae).

Садовые культуры. Яблоня домашняя, *Malus domestica* Borkh. Слива домашняя, *Prunus domestica* L. Вишня обыкновенная, *Cerasus vulgaris* Mill. Малина обыкновенная, *Rubus idaeus* L. (Rosaceae) обеспечивают поддерживающий весенний медосбор, так же как и ягодники Крыжовник обыкновенный, *Grossularia reclinata* L. Смородина красная, *Ribes rubrum* L. Смородина черная, *Ribes nigrum* L. (Grossulariaceae, Крыжовниковые). Самое ранне цветение из садовых - Жимолость съедобная, *Lonicera edulis* Turcz. (Caprifoliaceae. Жимолостные)

Из огородных и бахчевых культур тыквенные (Cucurbitaceae), цветущие в июле-августе обеспечивают поддерживающий взток, т.к. имеют низкую нектаропродуктивность (до 30..40 кг/га), но мед пригоден для зимовки пчёл: Тыква, *Cucurbita maxima*, Арбуз, *Cucurbita*, Дыня, *Melago sativa*, Огурец посевной, *Cucumis sativus* L..

### Источники прополиса

Считается, что смолистые выделения почек и свежераспускающихся листочков древесных растений, таких как тополь (*Populus*), ивы (*Solix*), березы (*Betula*), сосны (*Pinus*), ели (*Picea*), дуб (*Quercus*), ольха (*Alnus*), вяз (*Ulmus*), пихта (*Abies*), слива (*Prunus domestica*), черешня (*Prunus avium*), ясень (*Fraxinus*), дикий каштан (*Aesculus hippocastanum*), собираются пчелами для получения прополиса.

Березы трех видов – белая (*Betula alba* L.), карликовая (*B. nana* L.) и повислая (*B. pendula* Roth.) - произрастают на территории Новосибирской области, цветут в мае. Однолетние побеги березы повислой имеют белые смолистые бородавочки. Тополь белый (*Populus alba* L.), черный (*P. nigra* L.) и осина (*P. tremula* L.) описаны в Новосибирской области, почки и листья у

этих видов не смолистые. Вероятными источниками прополиса могут служить виды, у которых почки и молодые листья очень смолистые - это тополь лавролистный (*P. laurifolia* Ledeb.) и душистый (*P. suaveolens* Fischer), ольха черная (*Alnus glutinosa* L.), которые произрастают в Сибири.

#### Улучшение кормовой базы. Припасечные культуры

Улучшение кормовой базы пчеловодства за счет медоносных растений в полевых, кормовых или в специализированных севооборотах обеспечивается при учете существенного влияния агротехники их возделывания на интенсивность и продолжительность нектаровыделения. Сроки и способы посева, нормы высева и глубина заделки семян оказывают решающее влияние на развитие растений, выделение ими нектара и посещаемость их медоносными пчелами.

Известно, что ранние сроки посева однолетних медоносных растений (рапс, горчица, рыжик, сурепица, фацелия) увеличивают медосбор. Сроки сева оказывают влияние также на продолжительность фенофаз культуры, что определяется темпами накопления суммы эффективных температур (более 10°C). Поэтому у поздних посевов проходит меньше дней до начала цветения, чем у ранних, и это определяет как начало, так и продолжительность цветения однолетних медоносов. Так, наступление цветения у горчицы может составлять от 30 до 35 дней после посева и продолжаться от 20 до 25 дней, у гречихи и фацелии – через 35-40 и длится 30 – 40 дней, а у подсолнечника – через 60 – 65 и длится 20 – 30 дней. Используя описанные закономерности, практикуют посев однолетних медоносных культур в разные сроки для обеспечения поддерживающего и главного медосбора за счет цветущего конвейера.

У двулетних и многолетних культур (донник, синяк, свербига, пустырник) начало и продолжительность цветения не зависят от сроков посева и определяются биологическими особенностями и погодными условиями их развития. Начало их цветения можно сдвинуть на более

поздние сроки за счет подкашивания растений перед цветением. Многолетние культуры в первый год вегетации растут медленно, что создает опасность зарастания посевов сорняками, и не цветут.

Для эффективного использования посевных площадей целесообразно высевать двулетние и многолетние медоносы под покров однолетних медоносных культур (фацелии). Такие смешанные посевы следует проводить в ранние сроки. Более поздние посевы смесей дают изреженные всходы как многолетних, так и однолетних медоносов. Нормы высева у подпокровных культур следует увеличивать на 15 – 20%, а покровных однолетних уменьшать на 20 – 25%.

Борьбу с сорняками ведут путем сева по паровому участку, подкашивания не позднее июля или междурядных обработок.

Широкорядный посев используют при возделывании крупных однолетних (подсолнечник) и многолетних культур, формирующих мощные многостебельчатые габитусы (синяк, пустырник). Это требует обязательных культиваций междурядий. Широкорядным способом следует высевать фацелию. Рядковые посевы (междурядья 15 см) предпочтительны для горчицы, донника, клевера.

При ручном способе сева и заделке семян граблями или бороной следует увеличивать рекомендуемые нормы высева на 40 – 50%.

Из растений, возделываемых не в севооборотах, а в качестве самостоятельных медоносных припасечных культур, наиболее технологичными (т.е. для посева могут использоваться сеялки, а для уборки – комбайны) признаны фацелия, донник, пустырник.

При возделывании припасечных культур основным лимитирующим фактором является борьба с сорной растительностью. Поэтому предпочтительней использовать в качестве предшественников пар. Подготовку почвы для посева осуществлять в зависимости от почвенно-климатических условий согласно зональным рекомендациям. В качестве эффективных припасечных культур в Западной Сибири рекомендуются

фацелия рябинколистная, огуречная трава, донник желтый и донник белый под покров фацелии, синяк под покров фацелии.

Фацелия рябинколистная (*Phacelia tanacetifolia* Benth.: Водолистниковые, Hydrophyllaceae) является превосходной припасечной культурой и может использоваться как в монокультуре, так и в качестве покровной. Пчелы посещают посевы наиболее интенсивно с 13 до 15 часов. Цветки продуцируют нектар в течение всего дня. За 2 дня жизни цветок выделяет в среднем 5 мг нектара. На одном растении формируется от 300 до нескольких тысяч цветков. Медопродуктивность составляет 150 – 500 кг/га, определяется агротехникой культуры и, прежде всего, сроками сева. Следует высевать в несколько сроков с 1 мая по 20 июня. Средняя продолжительность периодов «посев-всходы», «всходы - цветение» и «цветение - уборка» составляет 8, 47 и 44 дня соответственно. Продолжительность цветения максимальная (46 дней) при севе 1 июня и сокращается в ряду при посеве 20 июня, 10 июня, 20 мая, 1 мая и 10 мая до 41 дня. Сев в июне обеспечивает поддерживающий взятки с фацелии до двадцатых чисел сентября. Норма расхода семян – 8 кг/га, способ сева широкорядный (35-40 см), на глубину 1 см с обязательным прикатыванием. Для подавления сорной растительности следует проводить культивации междурядий до периода формирования первых завитков на культуре. Уборка проводится при побурении нижней части завитков, когда созреют первые семена. Урожайность от 2 до 4,8 т/га.

Огуречная трава, или бурачник лекарственный, *Borago officinalis* L. (сем. Бурачниковые, Boraginaceae) цветет с середины лета до сентября. Период цветения можно продлить, срезав в августе отцветшие завитки до листы. Пчелы посещают в течение всего дня. Медопродуктивность составляет от 200 до 600 кг/га. Высевать культуру лучше ранней весной широкорядным способом нормой посева 30 кг/га, заделывать на глубину 2-4 см. Она легко обсеменяется и держится на одном месте несколько лет. Растения лучше развиваются на легкой плодородной почве.

Синяк обыкновенный, *Echium vulgare* L. (сем. Бурачниковые, Boraginaceae). Посевы посещаются пчелами наиболее интенсивно с 12 до 13 часов. Считается, что 1 га синяка заменяет пчелам 25 га гречихи (Бородина, 2004). Медопродуктивность оценивается в 300 – 600 кг/га. Цветение с середины лета до сентября. К почве синяк неприхотлив, засухоустойчив. Допустимо высевать на заброшенных местах. Зацветает на второй год после посева, поэтому рекомендуется высевать под покров фацелии нормой 6 кг/га фацелии и 3 кг/га синяка. В первый год цветет фацелия, во второй – синяк. С целью продления периода цветения массива следует во второй год вегетации провести весенний посев синяка (3 кг/га) поперек предыдущих рядков. Затем синяк возобновляется самосевом в течение нескольких лет.

Донник лекарственный (желтый), *Melilotus officinalis* (L.) Pall. и донник белый *M. albus* Medik. Двулетние растения с высокой нектаропродуктивностью - до 300 кг/га. Цветение длится до 2 месяцев, а при подкашивании – до заморозков. Белый донник зацветает на две недели позже, чем желтый. Донник белый однолетний цветет с июля до заморозков. Донники растут на каменистых, песчаных и суглинистых почвах, встречаются в диком виде на сорных местах и по оврагам. Культура светолюбивая, лучше развивается и обладает большей нектаропродуктивностью на водопроницаемых плодородных почвах, не переносит сильнокислых почв. Посев проводят ранней весной, предпочтительно под покров фацелии, которая обеспечит цветение поля в год посева. Обязательной процедурой после посева является прикатывание. Всхожесть семян донника повышается при их скарификации перед посевом.

#### Растения, вызывающие пыльцевой и нектарный токсикоз у пчел

Некоторые виды цветковых растений выделяют нектар, содержащий ядовитые для пчел, а иногда и для человека, вещества. Пыльца определенных видов, чаще таких, которые способны накапливать алкалоиды или другие подобные вещества вторичного синтеза, может вызывать отравления пчел.

Из семейства лютиковых: живокость высокая, *Delphinium elatum* L., борец шерстистоусый, *Aconitum losiostomum* Rehd., аконит аптечный, *A. napellus*, лютик едкий, *Ranunculus acer* L.

Живокость высокая – это многолетнее растение с голым стеблем высотой от 80 до 150 см. Цветет в июле – августе, цветы синие, неправильные, собраны в простую или ветвистую кисть. Пыльца желтая, скульптура пыльцевых зерен зернистая, текстура пятнистая, размер от 26 до 36, но чаще 28-30 мкм. Произрастает в лесах, на лугах, опушках, по берегам рек в лесной и лесостепной зоне.

Лютик едкий – многолетнее растение с прижато-волосистыми, ветвистыми, многоцветковыми стеблями до 30 – 70 см. Цветение в конце июня – июле, диаметр цветка 1,5 – 2 см. Распространен в лесах и на лугах лесной, лесостепной зон.

Пупавка красильная, *Anthemis subtinctoria* Dobrocz. (Compositae, или Asteraceae) – многолетнее травянистое растение с пушистым стеблем до 25 – 60 см. Корзинки диаметром 3 – 4 см с язычковыми желтыми (оранжевыми) и трубчатыми цветками, цветоложе с пленчатыми прицветниками. Обертка беловойлочная, листочки ее на верхушке бахромчатые, прижатые. Цветение – с июня по август. Произрастает в лесостепной зоне, по молодым залежам, у дорог и жилья.

Чемерица черная, *Veratrum nigrum* L.(сем. Liliaceae) – однодольное многолетнее травянистое, высотой 60 – 100 см, цветет в июле – августе, цветки темно-вишневые, соцветие метельчатое. Произрастает в разреженных светлых хвойных и смешанных лесах, остепненных лугах, изредка в лесостепи. На влажных лугах, в лесах встречается чемерица Лобеля, *V. Lobelianum* Bernh. , которая от предыдущего вида отличается тем, что имеет желто-зеленые цветки и достигает 1,5 м. Оба вида вызывают у пчел нектарный и пыльцевой токсикоз.

Лук репчатый, *Allium spp.*(Alliaceae) – многолетнее растение, охотно посещается пчелами. Медопродуктивность до 100 кг/га, пыльца желтая,



нектарники расположены у основания венчика. Из-за присутствия в нектаре и пыльце таких алкалоидов, как кемпферол, тиопропинал, циклоаллиин и других, наблюдаются нектарные и пыльцевые отравления пчел.

Ландыш майский, *Convallaria majalis* L. (сем. Liliaceae) – многолетнее растение с белыми, сростнолепестными цветками в виде бубенчиков с шестью зубчиками по краю. Цветет в мае, в диком виде встречается в Восточной Сибири, широко распространен в качестве декоративного растения повсеместно. Пыльца и нектар собираются пчелами, ядовиты для них. Происхождение токсикозов можно диагностировать по наличию характерных пыльцевых зерен в пищеварительном тракте. Пыльцевые зерна лодочковидной формы, однобороздные. Длина 37-50 мкм, ширина 20-23 мкм, высота до 20,5 мкм, в очертании с полюса эллиптические, с экватора плосковыпуклые, скульптура тонкая мелкозернистая, текстура пятнистая. Цвет пыльцы бледно-желтый.

#### Календарь цветения медоносов. Контрольный улей

При организации стационарной пасеки необходимо составить календарь цветения пыльце- и нектароносных растений, произрастающих на площади, определяемой дальностью полета пчел. В календаре проводят записи с начала зацветания первых и до окончания отцветания последних видов медоносов в течение нескольких лет. Чем большее количество лет ведутся наблюдения, тем более точный прогноз возможен о цветении местных видов растений. Известно, что начало и продолжительность цветения растений в конкретной природно-климатической зоне определяются погодными условиями, а период между началом цветения разных видов в данной местности является более или менее постоянным. Это дает возможность с некоторой долей вероятности устанавливать дату цветения интересующих видов, если отмечена дата цветения в данном сезоне первого медоноса. Кроме того, календарь цветения медоносов необходим для выявления безмедосборных периодов.

В календаре следует отражать даты начала, окончания и продолжительность цветения растений. Начало цветения – это дата появления первых цветков данного вида. Окончание цветения – дата, когда из растений данного вида остается не более трети цветущих, если это травянистые виды, или не более четверти распустившихся цветков на деревьях и кустарниках. В календаре следует указать, на какой день после зацветания первого медоноса или любого удобного для наблюдения растения наблюдали зацветание данного вида.

Наблюдения по привесам контрольного улья помогают скорректировать равномерность распределения нектаровыделения в течение сезона. В качестве контрольного улья выбирают пчелиную семью, которая характеризует среднюю силу семей пасеки, здоровую, имеющую молодую матку. При выставке пчел улей с такой семьей помещают на весы на весь период до постановки в зимовник. Над весами следует соорудить навес. Ежедневно определяют массу контрольного улья по окончании лета пчел. Разница между двумя смежными определениями показывает наличие или отсутствие суточных привесов. На основании этих данных следует составить диаграмму медосбора в течение сезона. Это позволяет выявить основные медоносы в окрестностях пасеки по совпадению привесов с цветением того или иного вида, установить начало главного медосбора по величине суточных привесов, определить безмедосборные периоды по убыли суточных привесов.

Информация, полученная на основе показаний контрольного улья и календаря цветения растений, позволяет :

- скорректировать технологию содержания пчелиных семей;
- определить даты проведения основных технологических операций;
- спланировать медопродуктивность пасеки;
- оценить и обеспечить улучшение кормовой базы.

## Определение медоносных ресурсов местности и оптимизация размеров пасеки

Состояние кормовой базы является одной из основных составляющих успешного развития пчеловодства. Спецификой пчеловодной отрасли является широкое повсеместное использование естественных кормовых ресурсов – дикорастущих медоносов. Выявление видового и количественного состава медоносных растений позволяет определить потенциальные медовые запасы местности, что необходимо для организации новых и расширения имеющихся пасечных хозяйств.

Сбор и анализ отчетно-статистических данных комитетов по земельным ресурсам и землепользованию (сведения о площадях пашни, многолетних насаждений, сенокосов, пастбищ, залежей, лесов, вырубок, гарей, болот, других категорий земель), в комитете по лесоустройству (сведения об общей площади лесного фонда по категориям земель, распределение покрытой лесом площади по преобладающим породам и группам возраста) и карт землеустройства конкретных административных районов и хозяйств проводится с целью общей оценки изучаемых территорий с точки зрения перспективности в качестве медоносных угодий.

Для получения более полной информации о медоносной ценности местности проводят ее детальное обследование. Площади различных категорий медоносных угодий определяют по крупномасштабным картам, разработанным лесоустроительными, землеустроительными организациями и геоботаническими экспедициями. Основные экспедиционные исследования кормовой базы пчеловодства проводят в местах размещения имеющихся и планируемых для организации новых пасек, расположенных в типичных для изучаемой территории медосборных условиях. Эти исследования проводят в зоне продуктивного лета пчел (2 км) вокруг пасеки. Для выяснения видового и количественного состава медоносных растений на всех вошедших в изучаемую площадь типах медоносных угодий, а в некоторых случаях и на отдельных растительных сообществах проводят маршрутные обследования.

Для каждого типа угодья получают информацию о среднем количестве стеблей травянистых медоносных растений (шт/м<sup>2</sup>) и о площадях, занятых медоносными древесными и кустарниковыми растениями (% от общей площади обследованного участка).

Количественный учет медоносных растений проводят методом линейных transectов (маршрутов). В каждом медоносном угодье закладывают не менее двух – трех маршрутов с учетом охвата всех типичных растительных ассоциаций отдельно на каждом из доминирующих медоносных угодий исследуемой территории.

Для определения количественного участия медоносов на transectах закладывают учетные площадки (от 25 до 50) через равные промежутки (50 – 65 шагов). Травянистые медоносные растения (или стебли, например, у бобовых и других кустовых растений) учитывают на площадках 0,25 или 1 м<sup>2</sup> в штуках. Древесные и кустарниковые растения медоносного значения – на площадках 25 и 100 м<sup>2</sup> ( 5x5 или 10x10 м) по занимаемой проекцией крон площади (глазомерно определяется общая проекция крон каждого вида в процентах от учетной площадки). Полученные данные усредняют и пересчитывают на 1 га. Для более достоверной оценки древесных пород в лесах необходимо обращать внимание не только на общие площади, но и на возрастной состав соответствующих насаждений. Поскольку многие древесные виды (например, клен остролистный, липа) старших классов возраста выделяют больше нектара, чем молодняки и среднеспелые насаждения. Следует обращать внимание на возраст вырубок и гарей. Начиная со 2 – 3-го года после их появления, на таких угодьях обычно существенно увеличивается количество нектароносных видов (кипрей, сныть, малина и др.). Со временем сукцессионные процессы приводят к вытеснению медоносов молодняком лиственных древесных пород (береза, осина и др.). Поэтому через 10-15 лет ценность таких участков для пчеловодства снижается.

Имея отчетно-статистические материалы о медоносных угодьях, а также усредненные результаты маршрутных исследований видового и количественного состава медоносных растений по всем основным типам медоносных угодий, сведения об удельном весе и площадях этих угодий в общей структуре пчелиных пастбищ, получают необходимый исходный материал для характеристики медоносной ценности различных обследованных территорий.

Для расчета медовых и пыльцевых запасов этих территорий необходимо иметь дополнительные данные по гектарной медовой и пыльцевой продуктивности отдельных растений и исследуемых угодий в целом. Для этих целей используют имеющиеся в литературе справочные нормативы или проводят собственные исследования нектарной и пыльцевой продуктивности цветков и растений.

Своеобразие видового состава растений природно-климатических зон Западной Сибири определяет актуальность проблемы оценки медоносных ресурсов конкретных ландшафтов. Изучение кормовой базы пчеловодства того или иного хозяйства является важнейшим вопросом в решении этой проблемы, а также серьезным практическим вкладом в формирование и развитие пчеловодной отрасли. Методика получения анализируемой информации подробно описана в руководствах (Пономарева, 1980; Пономарева и др., 1986; Методические указания., 2001). Кратко она заключается в проведении маршрутных обследований местности, на которой предполагается размещение пасеки. Площадь обследования представляет собой круг радиусом, равным дальности полета пчел (от 2 до 3 км), с центральным расположением пасеки. Площадь обследования составляет от 1800 до 2500 га. При маршрутном обследовании определяют долю медоносных растений в травостое и в лесных угодьях по стандартным методикам.

## ПРОИСХОЖДЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ ПЧЁЛ

Бумажные осы, по мнению учёных, демонстрируют нам промежуточный этап возникновения социальности у насекомых: их рабочие заботятся не только о яйцах королевы, но и о своих собственных, и они всё ещё в состоянии уйти из гнезда и основать собственную колонию. Общественные насекомые до сих пор остаются загадкой для исследователей. Как известно, особи колонии делятся у них на касты, и одна из этих каст - рабочие, забывает о размножении в пользу заботы о чужом потомстве. Но всякое живое существо более всего хочет передать свои гены следующему поколению. Что же получают рабочие касты взамен шанса оставить собственное потомство?

40 лет назад была выдвинута гипотеза, которая как будто объясняла плюсы «рабочей» жизни. Согласно ей, оставить свои гены следующему поколению можно не только через собственных детей, но и через заботу о потомстве родственников. Родственные особи обладают общими генами, и забота о «племянниках» повышает их выживаемость, а значит, увеличивает шансы твоего гена уцелеть в поколениях, хотя ты сам можешь потомство и не оставить. Поэтому рабочие заботятся о яйцах королевы: репродуктивные особи, которые из них выведутся, будут нести в том числе гены нянек-рабочих.

Однако это довольно косвенная выгода. Между тем для возникновения в прошлом такого эгоистичного альтруизма со стороны части особей колонии они должны были иметь какие-то непосредственные дивиденды от помощи другим. Предками нынешних рабочих управлял обычный биологический эгоизм, который требовал немедленной выгоды. Джеймс Хант из Национального центра синтетической эволюции (США) утверждает, что изначально все особи в колонии осуществляли взаимовыгодное сотрудничество, результаты которого были очевидны всем участникам. Г-н Хант строит свою теорию на данных, полученных более чем за 30 лет

наблюдений за поведением настоящих ос Vespidae. Их 5 тыс. видов, и большинство живёт поодиночке, но некоторые, вроде шершней или бумажных ос, образуют сложные сообщества с кастовой системой.

У бумажных ос рабочие помогают охранять и достраивать то гнездо, в котором они сами родились. В какой-то момент они покидают его. Но до этого они носят пищу, из которой потом могут взять часть с собой, и откладывают свои яйца. Заботясь о собственных яйцах, они одновременно заботятся и о яйцах королевы. Это, по словам учёного, представляет собой промежуточный этап становления общественного поведения: особи уже начинают делиться по кастам, но ещё сохраняют определённую самостоятельность.

У ос гнездо держится за счёт тех, кто пока ещё выбирает свой путь, и если оса решит строить собственный дом, то она спокойно улетит из гнезда. Потом такое перестанет проходить: ни один настоящий рабочий не может уйти из улья, чтобы начать откладывать яйца и основать собственную колонию. Подробно гипотеза об эволюции общественной жизни у насекомых описана в издании *Journal of Evolutionary Biology*. Если гипотеза действительно верна, то это закроет длительные и бурные дебаты, которые до сих пор продолжаются вокруг проблемы возникновения общественной жизни и кастовой системы у насекомых.

Современная систематика определяет положение пчелы в мире животных следующим образом

Царство животные(Zoa)

Подцарство Многоклеточные (Metazoa)

Раздел Двустороннесимметричные (Bilateria)

Подраздел Вторичнополостные (Coelomata)

Тип Членистоногие (Arthropoda)

Подтип Трахейнодышащие (Tracheata)

Надкласс Шестиногие (Hexapoda)

Класс Насекомые открыточелюстные (Insecta-Ectognatha)

Отряд Перепончатокрылые (Hymenoptera)

Подотряд Сидячебрюхие (Symphyta)

Подотряд Стебельчатобрюхие (Aprocryta)

Надсемейство Пчелиные (Apoidea)

Семейство Коллетид (Colletidae)

Семейство Андренид (Andrenidae)

Семейство Галиктид (Halictidae)

Семейство Мелиттид (Melittidae)

Семейство Мегахилид (Megahilidae)

Семейство Антофорид (Anthophoridae)

Семейство Пчёл (**Apidae**)

Род шмели-кукушки (Psithyrus)

Род шмели (Bombus)

Род настоящие пчелы (Apis)

Отряд перепончатокрылых делится на два подотряда: сидячебрюхие (Symphyta) и более прогрессивные в эволюционном отношении стебельчатобрюхие (Aprocrita). В состав подотряда входят паразитические (Parasitica) и жалоносные (Aculeata). Жалоносные - наиболее организованные представители перепончатокрылых. К ним относятся муравьи, осы и пчёлы. Практически все исследователи сходятся во мнении, что пчёлы произошли от ос, но окончательного ответа нет до сих пор. Еще Г. Мюллер в "Приложении учения Дарвина к пчелам" (1872) пытался доказать происхождение пчёл от роющих ос. Вопросу происхождения пчёл посвящены работы С.Д. Михнера (1944, 1974), А.Л. Тахаджяна (1961) и других исследователей. С.И. Малышев писал: "Ближайшее изучение показало, что происхождение надсемейства пчелиных (Apoidea), выкармливающих своих личинок не животной пищей, как это характерно для ос, а нектаром и пылью цветов, принадлежит к числу наиболее тёмных вопросов эволюции перепончатокрылых". К.Д. Батлер (1980) признал, что наши знания по этому вопросу далеко не полны, и в родословной пчёл есть ещё недостающие звенья. Отряд



перепончатокрылых (Hymenoptera), к которому относятся и пчелиные, очень древний. С.И. Малышев считает, что первые перепончатокрылые существовали уже в начале пермского периода или даже в конце карбона. Первые из истинных перепончатокрылых были найдены в отложениях юрского периода, т.е. около 150 млн. лет назад (К.Д. Батлер, 1980). Интенсивные горнообразовательные процессы в начале кайнозойской эры привели к образованию современных горных цепей, коренному изменению материков и соответственно к изменению природно-климатических условий, флоры и фауны. Господство на суше переходит к покрытосеменным растениям, млекопитающим, птицам и высшим насекомым. В меловых отложениях того времени обнаружено много остатков цветковых. Эволюция пчёл шла совместно с эволюцией цветковых растений, т.к. изменения и развитие одних влияло на развитие других. По мнению Батлера первые пчёлы появились уже 80 млн. лет назад. Г. Арнольд (1979) считает, что пчёлы появились существенно позже - 50 млн. лет назад. Исследуя древних обитателей земли, найденных в балтийских янтарях, Л. Армбустер (1939) нашёл и описал целый ряд ископаемых пчёл, возраст которых составляет 40 млн. лет. Таким образом, можно считать появление пчёл на земле в промежутке 40 - 80 млн. лет. (Некоторые исследователи склонны считать, что пчёлы появились вместе с осами и муравьями около 100 млн. лет назад). В мире насчитывается более 20000 видов пчелиных (Apoidea), которые в настоящее время объединены в девять семейств. Самые высокоорганизованные представители пчелиных, характеризующиеся высокоспециализированным собирательным аппаратом и общественным образом жизни (кроме паразитических Psithyrus) входят в семейство Apidae объединяющее род Psithyrus - шмели-кукушки, Bombus - шмели, Apis - медоносные пчёлы. В процессе эволюции пчёл приспособление шло не по изменению признаков отдельных особей, а по признакам семьи пчёл как целостной биологической единицы.(4) Род настоящих пчёл (Apis) объединяет четыре вида с наиболее совершенными общественными инстинктами.

Основные особенности этого рода сформировались, по мнению Ф. Манниту (1952), Ф.Е. Зенера (1951) во время верхнего олигоцена. Эти авторы считают, что темп эволюционных изменений, ведущих к появлению рода, был быстрым и составлял около 10 млн. лет (между верхним эоценом и верхним олигоценом). Т.В. Каллиней (1983), проанализировав разнообразные источники, исчисляет возраст рода *Apis* в 35 млн. лет. У представителей этого рода имеет место тесный контакт с выращиваемым потомством, постоянная забота о нём на всех стадиях развития. Значительно усовершенствованы способы обмена информацией, поддержания оптимальных условий микроклимата в семье, защиты от врагов и неблагоприятных условий. Внутри семьи отмечается четкая морфологическая и функциональная дифференциация особей. Основатель систематики Карл Линней дал описание только одного вида: *Apis mellifera* L. - медоносная пчела. (Причем вскоре он решил дать виду другое, более правильное имя: *Apis melifica* - делающая мёд. Но первое название прижилось. Учёными не раз поднимался вопрос о видовом названии пчелы. В литературе изредка встречается и название *Apis melifica*.) В 1775 году Фабриций дал описание трех видов индийских пчёл:

*Apis dorsata* Fabr - большая (гигантская) индийская пчела,

*Apis florea* Fabr - малая (карликовая) индийская пчела,

*Apis cerana* Fabr - средняя индийская пчела.

Гигантская и карликовая пчелы распространены в Индии, Индо-Китае, на Цейлоне, на островах Малайского архипелага, Зондских островах

Гигантские пчелы возводят единственный сот на открытом воздухе под ветвями тропических деревьев до 1 м в длину. Характеризуется отсутствием заметных различий во внешнем строении между особями семьи; матка такой же величины, как и рабочие пчелы, в связи с этим в постройках не обнаружено маточников. Длина тела рабочей гигантской пчелы 18 мм, трутней 16 мм. Не поддается одомашниванию. Медслужит предметом промысла местного населения.

Карликовая индийская пчела возводит единственный сот вне укрытия под деревьями или скалами размер приблизительно с ладонь человеческой руки с ячейками трех видов — рабочие, трутневые, маточники; матки, рабочие пчелы и трутни хорошо различимы.. Рабочая пчела почти в два раза меньше медоносной пчелы; длина тела 7-8 мм. Одомашниванию не поддается. Практическое значение ее, как предмета промысла, небольшое.

Является аборигенной в Азии. Ареал от умеренных горных районов до тропических островов Азии. Кроме Индии, Индо-Китая, островов Малайского архипелага и др. тихоокеанских островов, обитает в Корее, Маньчжурии, Китае, Японии и в России ( $\leq 40$  семей) на Дальнем Востоке, Приморском крае и, частично, в Хабаровском крае. По своей биологии имеет много общего со среднерусской медоносной пчелой. Гнездо в укрытиях, в дуплах деревьев, в расщелинах скал, и т. п. Соты отстраивает, как и медоносная пчела, в несколько параллельных рядов. Печатка меда белая. Матки, рабочие пчелы и трутни хорошо различимы. В сотах имеются три основных вида ячеек — рабочие, трутневые и маточники.

В биологии значительные своеобразия. Средняя толщина сота в месте воспитания расплода 18 - 20 мм; толщина медовых сотов доходит до 40 мм и более; диаметр вписанного круга ячейки рабочей пчелы 4,6 - 4,9 мм, т. е. почти на 1 мм уже, чем у медоносной пчелы. Печатный трутневый расплод имеет конусообразную крышечку с отверстием на вершине конуса. Резкая отличительная особенность выражается в неспособности воспитывать свищевых маток при утрате старой матки, склонности к оставлению гнезда (к слетам), поэтому их труднее культивировать, чем обычную медоносную пчелу. Очень агрессивны. С давних времен содержат в ульях в Индии, Китае, Японии. Мед их отличается очень высокими вкусовыми качествами. Одной из важных особенностей является способность вылетать из гнезда при низких температурах. На очистительный облет они вылетали при температуре ниже 0 в тени в солнечный день.

*Apis cerana* Fabricius, 1793 □ индийская, уссурийская, приморская, маньчжурская, китайская восковая, азиатская домашняя пчела. Описано 12 подвидов. На территории Азии 6 подвидов (выделены по морфологии): севеонный, гималайский, индийский равнинный, индокитайский, филиппинский, индомалайский.

Г.А. Кожевников (1931), Г. Деодикар (1978) родиной всего рода *Apis* считают Индию, откуда шло дальнейшее расселение и дифференциация пчёл. С.Д. Михенер (1974) полагает, что сначала внутри рода *Apis* выделилось две филогенетические линии, одна из которых привела к возникновению *A. florea*, а вторая - общего предка *A. cerana* и *A. mellifera*. Цитогенетические исследования также подтвердили родственную связь между двумя последними видами. Некоторые исследователи (В. Кур, Г. Лейдлоу, Г.Б. Деодикар) склонны предполагать, что виды *A. cerana* и *A. mellifera* могут слиться в один вид. Наиболее широкое распространение получил вид *A. mellifera*, обитающая на всех материках, кроме Антарктиды. Этот вид, по мнению Е. Вилсона (1971), зародился в африканских тропиках и субтропиках в конце третичного периода, откуда позднее пчёлы мигрировали в широты с более холодным климатом. Поскольку пчёлы расселились очень широко, дальнейшая эволюция их шла в различающихся природно-климатических условиях, оказывающих определенное воздействие на комплекс признаков отдельных внутривидовых групп. Этот фактор, а также воздействие человека в более поздние времена привели к образованию ряда подвидов (рас, примитивных пород), различающихся по ряду признаков и имеющих специфическую реакцию на воздействия внешней среды. По мнению Вильсона (1976) вид пчелы медоносной зародился в африканских тропиках в конце третичного периода, откуда потом мигрировал в другие широты. Другие гипотезы говорят о возможности зарождения вида в Индии или передней Азии. Образование внутри вида основных европейских пород (темной лесной, краинской, и итальянской) произошло, очевидно, в результате последнего оледенения, когда в Европе сложились условия,

невозможные для выживания пчёл (Е. Дюпрау, 1965). Выжившие пчёлы сохранились лишь в трёх изолированных южных районах (Испания и южная Франция, Италия, Балканы). По мере отступления ледника они распространились шире. Г.А. Аветисян (1958) считает пчёл, которые проникли в северные и высокогорные районы с суровым климатом, более прогрессивными (тёмные лесные, серые горные кавказские, краинские). В результате длительного естественного отбора, в разных биоценозах сформировались местные или географические породы пчёл. Морфологические и биологические признаки были закреплены наследственно. Различия медоносных пчёл по внешнему виду и хозяйственным признакам известны еще со времени Аристотеля, но научные основы были разработаны только в XX веке благодаря классическим работам профессора Московского университета Г.А. Кожевникова и его учеников. В настоящее время наиболее распространена медоносная пчела *Apis mellifera* L., завезённая на все материки. Вид *Mellifera* разделяется на несколько подвидов или рас. В.В. Алпатов (1948 г.) выделил следующие расы:

1. *Apis mellifera mellifera* L. - среднерусская тёмная лесная,
2. *Apis mellifera acervorum* Scop. - украинская степная
3. *Apis mellifera caucasica* Gorb. - серая горная кавказская
4. *Apis mellifera remipis* Gerst. - жёлтая кавказская
5. *Apis mellifera taurica* Alpatov. – крымская
6. *Apis mellifera ligustica* Spin. - жёлтая итальянская
7. *Apis mellifera carnica* Pollm. – краинская
8. *Apis mellifera carpatica* – карпатская

В 1966 году известный селекционер К. Адам описал следующие расы пчел:

9. *Apis mellifera cecropia* – греческая
10. *Apis mellifera anatolica* – анатолийская
11. *Apis mellifera syriaca* – сирийская
12. *Apis mellifera cypria* – кипрская

13. *Apis mellifera intermissa* – тельенская
14. *Apis mellifera fasciata* – египетская
15. *Apis mellifera sahariensis* - сахарская

Наиболее широко в пчеловодстве используются представители следующих пород. Среднерусская порода пчел (*Apis mellifera silvanum*) или темная лесная пчела, которая входит в состав темной европейской суперпороды *Apis mellifera mellifera* Z., серая горная кавказская порода (*Apis mellifera caucasica*), карпатская порода (*Apis mellifera carpatica*) — восточная популяция украинской суперпороды *Apis mellifera carnica* Pollm. и итальянская порода (*Apis mellifera ligustica* Spin.), которая включает 3 типа: золотистая итальянская, серая итальянская, трехполосая.

В государственный реестр селекционных достижений включены породы, допущенные к использованию на территории России с 1993г. : Среднерусская, Карпатская, Серая горная кавказская и породный тип «Приокский», в 1996г. включена Башкирская порода, в 2008г. – породные типы «Орловский», «Майкопский» и «Краснополянский».

Среднерусские пчелы, характеризующиеся хорошей приспособленностью к суровым условиям, устойчивостью к заболеваниям, высокой яйценоскостью маток, эффективным использованием позднего сильного медосбора, районированы в 52 регионах России и составляют 60% от общего количества пчел в стране. Селекционную работу по породе ведет Орловская опытная станция пчеловодства, на которой имеется генофонд 13 популяций среднерусской породы.

Карпатские пчелы, отличающиеся интенсивным весенним развитием, умеренной ройливостью, эффективным использованием раннего медосбора, районированы в 18 регионах, их доля составляет 17% общей численности пчелиных семей России. Селекционная работа ведется в племенном совхозе «Кисловодский» Ставропольского края.

Серые горные кавказские пчелы, для которых характерны самые длинные хоботки, исключительное миролюбие и эффективное использование

продолжительного слабого медосбора, в том числе с бобовых культур, рекомендованы к разведению в 16 регионах, а их доля составляет 14% от числа пчелосемей в стране. Племенная работа ведется в опытно-производственном племенном пчелоразведенческом хозяйстве «Краснополянское» Краснодарского края.

Пчелы Приокского типа отличаются высокой приспособленностью к неблагоприятным условиям, высокой яйценоскостью маток, миролюбием, слабой ройливостью и эффективным использованием медосбора различной интенсивности. Они рекомендованы для разведения в 4 регионах России.

К 2007 г. сотрудниками НИИ пчеловодства создано три породных типа пчел: породный тип пчел среднерусской породы «Орловский», обеспечивающий повышение медовой продуктивности на 38-40%; породный тип пчел карпатской породы «Майкопский», обеспечивающий повышение медовой продуктивности на 77-88%; породный тип пчел серой горной кавказской породы «Краснополянский», обеспечивающий повышение медовой продуктивности на 30-45% по сравнению со средними показателями по породе.

В Дальневосточном регионе разводят дальневосточных пчел, которые получены при стихийном скрещивании среднерусских, украинских, кавказских и итальянских пчел. Отличаются миролюбием, хорошей зимовкой в местных условиях, устойчивостью к заболеваниям, эффективным использованием позднего сильного медосбора с липы. Количество семей дальневосточных пчел оценивается в 6% от общего числа в стране. До настоящего времени не все специалисты в области пчеловодства признают наличие дальневосточной породы медоносных пчел.

Для сохранения генофонда медоносной пчелы созданы заповедники и заказники в Башкортостане, в Орловской и Пермской областях, в Алтайском и Приморском краях. Планируется создание новых заказников, в которых разведение осуществляется по типу закрытой популяции, в Красноярском

крае (среднерусская порода), в Республике Дагестан (серая горная кавказская порода).

Типичность породы пчел определяют по совокупности фенотипических (экстерьерных и этологических) признаков, но из-за их значительной variability в зависимости от условий среды необходимы более четкие критерии идентификации. Разрабатываются подходы к использованию полимеразной цепной реакции (ПЦР) со случайными праймерами для тестирования чистопородности пчел.

Вид *Apis mellifera* обитает в различных природно-климатических условиях, которые определили формирование устойчивых рас. Представители различных рас (или подвидов) свободно скрещиваются между собой и дают плодовитое потомство, но существенно отличаются по ряду экстерьерных и поведенческих признаков.

Расы пчел, возникшие в результате естественного отбора, часто рассматриваются как примитивные породы пчел, в отличие от пород, которые создавались на основе этих рас в процессе векового отбора, осуществляемого человеком преимущественно по хозяйственно важным признакам. Поскольку медоносные пчелы, разводимые человеком, способны жить в условиях дикой природы, без ухода и контроля со стороны человека, то относить их к разряду домашних животных можно с большой натяжкой. С другой стороны, без надлежащего кормления и содержания, любая порода утрачивает характерные для неё признаки и устойчиво сохраняет только отличительные признаки данной расы, сформированной в определенных климатических условиях.

Каждая раса пчел лучше приспособлена к тем условиям, в которых она сформировалась. Поэтому племенная работа в пчеловодстве должна вестись с аборигенными расами пчел. Многочисленные попытки акклиматизации и содержания чужеродных для данных условий рас медоносных пчел, как правило, терпели неудачу.



В настоящее время в мире наиболее распространенной расой является итальянская. В России кроме этой ещё среднерусская, карпатская и серая горная кавказская.

Естественный ареал медоносных пчел на территории России ограничивался Уральскими горами. Впервые в Сибирь пчелы были завезены человеком в конце 18 века (1792-1793 г.г. Н.Ф. Аршиневский) из Башкирии, где обитали пчелы среднерусской расы.

В течение 2-х веков среднерусские пчелы Сибири не претерпели каких-либо серьезных изменений по сравнению с их предками.

Среднерусская порода одна из самых высокопродуктивных в России. Рекордный медосбор составлял 325 кг на семью в Новосибирской области и 430 кг на семью в Красноярском крае.

Темная лесная пчела, *Apis mellifera mellifera*, (в России — среднерусская) с древнейших времен являлась коренной породой Центральной и Северной Европы. Только эта пчела продвинулась до 60<sup>0</sup> с.ш. благодаря своей феноменальной способности переносить суровые природно-климатические условия и длительный зимний безоблётный период. Изменившиеся приоритеты пчеловодов (поиски лучшей породы, желание работать с более миролюбивыми и спокойными пчелами других пород, а то и увлечение их внешним видом) привели повсеместно к деградации этой уникальной породы. Так, в США превалирует итальянская порода, хотя в диких местах все еще встречается *A. m. mellifera*, завезенная переселенцами из Европы. В Западной Европе господствует *A. m. carnica*. В России также во многих регионах произошла бесплановая метизация среднерусских пчел пчелами других пород. Тем не менее, в настоящее время в России сохранились в чистоте островки — локальные популяции среднерусских пчел: башкирская (заповедник «Шульган-Таш»); татарская (Сабинский и Мамадышский районы); пермская; вологодская; орловская. Планом породного районирования рекомендовано разведение среднерусских пчел более чем на 50 административных территориях. Сейчас предпринимаются

широкомасштабные мероприятия по организации репродукции среднерусских пчел, создаются племенные заводы этой породы. Однако они до сих пор не обеспечивают существующего спроса на пакеты пчел и среднерусских маток.

В Европе также в последние годы прослеживается тенденция на восстановление генофонда темной лесной пчелы. Во многих странах создаются общества любителей этой породы (Австрия, Норвегия, Германия). Создана Международная ассоциация по сохранению *Apis mellifera mellifera* (Sicamm).

Пчелы *Apis mellifera mellifera* имеют следующие характерные признаки: злобливый чрезвычайно; мало склонны к пчелиному воровству; плохо защищают гнездо от пчёл-воровок; слабо прополисуют гнездо; запечатывают мёд белой «сухой» печаткой; соты строят высокого качества, не соединяя их друг с другом восковыми перемычками, лучшие среди других пород по воскопродуктивности (кроме итальянской); сильно беспокойны при разборке гнезда: возбужденно при осмотре бегают по соту и повисают гроздьё на нижнем бруске рамки; проявляют исключительную зимостойкость.

Безоблётный период длится до 215 дней, зимой концентрация углекислоты в клубе пчёл примерно 4% (это снижает их активность до состояния глубокого покоя), поэтому меньше других пород реагируют на колебания температуры воздуха.

Весеннее развитие начинается поздно и завершается к середине июня. Максимальная плодовитость самок 2000 яиц в сутки. Сила семей в июне 5-6 и более килограммов.

Любой поддерживающий медосбор в первой половине лета используют для увеличения количества выращиваемого расплода.

Характерна повышенная устойчивость к падевому токсикозу, нозематозу, европейскому гнильцу.

Склонны к ройливости, в период роения сильно снижают выращивание расплода, использование медосбора, строительство сотов, с трудом переключаются из роевого в рабочее состояние.

Хорошо работают на сильном, устойчивом медосборе с липы, гречихи, вереска. Лучше используют монофлерный, чем полифлерный медосбор. Плохо используют медосбор с бобовых. Медленно выявляют лучшие нектароносы и с задержкой в 2-3 дня переключаются на лучшие. Мёд складывают сначала в магазин, затем в расплодную часть гнезда, пергу – в нижний корпус. Тихой смены маток не бывает.

Эколого-морфологические адаптации среднерусских пчел к северным условиям ареала состоят в следующем. Хорошо приспособлены к длительной зимовке за счет механизма экономного расходования энергоресурсов(расход за зиму составляет 1,2-2 кг меда на улочку) и увеличения (от 23 до 63 мг) наполнения задней кишки (третикума).

Во-вторых, они приспособлены к быстрому запасу кормов за счет:

- 1.Быстрого весеннего наращивания силы семьи благодаря высокой плодовитости маток;

- 2.Увеличенного наполнения медовых зобиков, масса которых у среднерусских пчел на юге ареала составляет примерно 35,8 мг, а на севере – примерно 58,1 мг, у пчел карпатских – 28-38 мг;

- 3.Пониженного холодового порога летной активности (примерно 13,5°C)

Среднерусские пчелы (темная европейская, лесная среднерусская раса) наиболее крупные представители своего вида. Масса тела однодневных рабочих пчел – 100-110 мг; трутней – 238-249 мг; неплодных маток – 174-206 мг. Рабочие пчелы имеют количество крыловых зацепок от 16 до 27 штук. У *Apis mellifera mellifera* длина правого переднего крыла – 9,33-9,5 мм, ширина – 3,26 мм. У *Apis mellifera caucasica* длина равна 9,3 мм, ширина – 3,9 мм.

Самой северной границей естественного ареала среднерусских пчёл является Пермская область, где обитает верхне-камская популяция.

Прикамская популяция сформировалась на севере ареала (вишерский экотип) и сегодня представляет собой особую ценность. В связи с обитанием в суровых климатических условиях пчелы получили развитие специфические адаптации, имеющие важное значение для их хозяйственного использования: матки обладают высокой плодовитостью (до 3 тыс. яиц в сутки); рабочие пчелы максимально используют световое время суток для медосбора; за счет высокой численности рабочих пчел в семье и экономичного расходования энергии успешно преодолевают 7-месячную зимовку под снегом; обладают низким темпом накопления непереваримых остатков в ректуме; способны принести в медовом зобике до 85 мг нектара, а среднесуточные привесы улья достигают 21 кг; роение происходит в течение короткого времени в середине лета; обладают повышенной устойчивостью к нозематозу.

По месту обитания различают в пределах среднерусской расы орловскую, татарскую, уральскую, вологодскую, новосибирскую (Монахов, 1976, Кривцов), алтайскую (Чернышов, 1981), полесскую (Шеметков, 1991) популяции. Все особи среднерусских пчел имеют темно-серую окраску без желтизны.

Самые крупные восковые зеркальца, ширина которых 2,55-2,62 мм; самый низкий (52-54%) тарзальный индекс и самый высокий кубитальный (60-65%). Длина хоботка, например, у рабочих среднерусских пчел Пермской популяции 5,7-6,7 мм (карпатские - 6,4-6,5 мм). Морфометрические признаки особей в пределах среднерусской расы изменяются как в течение сезона в зависимости от экологических факторов, так и в зависимости от местообитания (таблица).

Экстерьерные признаки среднерусских пчел Красноярской популяции (по Бородачеву А.В. и Савушкину Л.Н., 2003г.)

Признаки	Значения признаков в 2001 г.		Стандарт
	$\bar{x} \pm S_x$	$C_v, \%$	
Длина хоботка, мм	$6,17 \pm 0,02$	1,3	6,0 – 6,4
Ширина 3-го тергита, мм	$5,02 \pm 0,02$	2,6	4,8 – 5,2
Кубитальный индекс, %	$61,23 \pm 1,23$	11,0	60 - 65

Селекция ведется на Башкирской и Орловской опытных станциях пчеловодства. В НИИ пчеловодства и его структурных подразделениях создан породный тип среднерусской породы «Орловский», в Башкирском научно-исследовательском центре по пчеловодству и апитерапии была апробирована порода Башкирских пчел.

Башкирская популяция среднерусской породы – тёмно-серая без жёлтых полос на брюшке. Матка длиной 20-25мм, масса неплодной матки 190-195мг. Рабочая пчела – 12-14мм, 100-110мг. Трутень – 15-17мм, 210-240мг. Длина хоботка 5,5-6,3мм (самый короткий). Рекордистки откладывают до 2 тысяч яиц в сутки. Нагрузка задней кишки при зимовке 40 мг. Безоблётный период 6-7 месяцев. Концентрация углекислого газа в клубе 4%. Высокая зимостойкость. Прополисуют гнездо умеренно, прополис высокого качества. Маточники с толстыми стенками. Медленно осваивают новые источники медосбора, но очень интенсивно его используют. Заливают мёдом надставки, гнездо – в последнюю очередь. Сухая печатка. Злобливые, ройливые (маточников не более 20). Высокая воскопродуктивность и пыльцепроодуктивность.

Серая горная кавказская порода, *Apis mellifera caucasica*, включает экотипы (популяции): абхазская, мегрельская и другие.

Чисто-серые с серебристым оттенком. Мелкие (масса 75-90мг при выходе из ячейки). Хоботок 6,7-7,25мм. Низкий кубитальный (50-58%) и высокий тарзальный (57%) индексы. Длина переднего правого крыла 9,3мм, ширина – 3,2мм.

Пчёлы миролюбивы, воровиты, хорошо защищают гнездо, максимально прополисуют гнездо, соединяют соседние соты восковой перемычкой, печатают мёд тёмной мокрой печаткой, спокойны при осмотре гнезда, максимальная плодовитость самки 1100-1500 яиц в сутки (невысокая), весеннее развитие начинается рано, воскопродуктивность ниже, чем у *A. m. mellifera*, характерна «тихая смена маток», не склонны к блужданиям, слётам и налётам, слабая ройливость (3-5%).

При роении не снижают темпы медосбора, выращивания расплода и строительства сотов, легко переключаются на работу при срывании маточников, расширении гнезда и наличии взятка хотя бы 0,5 кг в день.

Способны жить на юге небольшими (50-100 особей) семейками, что выгодно для формирования нуклеусов.

Плохо зимуют в Сибири, на Урале, в регионах северной России, чувствительны к падевому токсикозу, нозематозу, европейскому гнильцу.

Лучше среднерусских используют полифлёрный, медосбор с бобовых и фацелии, а также относительно слабый, неустойчивый медосбор. При скудном медосборе в засушливой местности или в засушливые годы превосходят все другие породы, а при сильном устойчивом медосборе с липы и гречихи уступают среднерусским.

Селекцию и репродукцию пчёл ведёт Краснополянское опытно-производственное племенное пчеловодческое хозяйство НИИ пчеловодства. Создан породный тип пчел серой горной кавказской породы «Краснополянский», обеспечивающий повышение медовой продуктивности на 30-45% .

Помеси кавказских маток и среднерусских трутней отличаются высокой продуктивностью и плодовитостью.

Итальянская порода, *Apis mellifera ligustica* Spin. Известны 3 типа этой породы: золотистая итальянка (ярко-жёлтая грудь и первые пять сегментов брюшка), серая (без желтизны в окраске), трёхполосая (жёлтые первые 3 тергита брюшка). Последняя, трёхполосая итальянская пчела, наиболее распространена на земном шаре и ценная в хозяйственном отношении.

Рабочие пчелы крупные: масса при выходе из ячейки 110-115 мг. Хоботок 6,4-6,7мм, кубитальный индекс 40-45%.

Пчёлы миролюбивы, спокойно работают при осмотрах, качество сотов высокое, прополисование гнёзд слабое, печатка белая «сухая», очень вороваты, хорошо защищают гнездо, предприимчивы в отношении отыскания корма, быстро переключаются на лучшие источники, «тихая

смена» наблюдается редко, самая высокая устойчивость к акарапидозу, чувствительны к падевому токсикозу, нозематозу и европейскому гнильцу, мёд складывают сначала в магазин, а затем в расплодную часть.

Поддерживающий медосбор стимулирует выращивание расплода. Зимостойкость низкая. Весеннее развитие начинается поздно, но идёт интенсивно, сила семей достигает 6-8 кг. Яйценоскость матки 2,5-3 тысячи яиц в сутки. Ройливость умеренная (30%)

Высокая мёдопродуктивность и воскопродуктивность отмечается при средне-позднелетнем продолжительном медосборе, так как поздно наращивают силу и выводят расплод в период медосбора в большем количестве, чем другие породы. Эффективны в районах с обильными нектароносами и тёплыми зимами.

Помеси с кавказской породой дают рекорды мёдопродуктивности в районах с обильными нектароносами и тёплыми зимами.

Карпатская порода, *Apis mellifera carpatica* – восточная популяция украинской породы *A. m. carnica* Pollm.

Чисто-серые, слегка серебристые, размером мельче среднерусских и крупнее кавказских. Хоботок 6,3-6,7 мм. Кубитальный индекс 45-50%.

Пчёлы миролюбивы, спокойно работают при осмотре гнезда, печатка промежуточная, ближе к «сухой», прополисование гнезда умеренное, реже, чем у кавказских «тихая смена» маток.

Среднее положение занимают между среднерусскими и кавказскими по показателям: зимостойкости и устойчивости к падевому токсикозу, нозематозу и европейскому гнильцу, плодовитости маток, ройливости (30-35%), в отыскании источников корма.

Характерно раннее весеннее развитие и наращивание семей к моменту цветения садов.

Первичная репродукция ведется пчелопитомниками Западной Украины, вторичная – Ставропольского края (пчелосовхоз «Кисловодский»). Племенная работа координируется кафедрой пчеловодства ТСХА. Выведен

породный тип пчел карпатской породы «Майкопский», обеспечивающий повышение медовой продуктивности на 77-88%.

Приокский заводской тип пчёл среднерусской породы. Создан на основе воспроизводительного скрещивания горной кавказской и среднерусской пород. Семьи – помеси второго поколения (по формальной кровности  $\frac{3}{4}$  кавказской и  $\frac{1}{4}$  среднерусской) разводили «в себе». При воспроизводительном скрещивании и получении родоначальниц линий применяли гетерогенный подбор, а при разведении по линиям – гомогенный. Наряду с однородным подбором применяли тесный инбридинг (для консолидации наследственности формируемых линий), а для устранения его отрицательных последствий проводилась жёсткая браковка маток и пчелосемей, не соответствующих требованиям стандарта.

Признаки отбора: зимостойкость, устойчивость к нозематозу, европейскому гнильцу, плодовитость маток, выращивание расплода, ройливость, мёдопродуктивность и воскопродуктивность, масса тела и длина хоботка, эффективность использования типичных условий медосбора.

По зимостойкости, выносливости, устойчивости к нозематозу и европейскому гнильцу не уступают среднерусским, но роятся в 2 раза меньше, выращивают расплода на 15% больше, мёдопродуктивность их на 8,5кг или 30% выше.

При сравнительном изучении пчел среднерусской, серой горной кавказской, итальянской, украинской и карпатской пород (Тришина А.С., Жмелева Н. Д., 1978) было установлено, что закономерность изменений морфологических признаков у маток разных пород такая же, что и у рабочих пчел: размеры тела, его масса, сумма длин 3-го и 4-го тергитов, кубитальный индекс у среднерусских маток наибольшие, а длина хоботка и количество яйцевых трубочек наименьшие по сравнению с пчелами южного происхождения. А для трутней такая картина изменений признаков не обнаружена. Среднерусские трутни имеют наибольшую массу тела и наименьшую длину хоботка, исключая итальянских трутней, но по



показателям большинства экстерьерных признаков среднерусские трутни занимают промежуточное положение.

У медоносных пчел наблюдаются расовые различия и в свойствах высшей нервной деятельности, то есть в поведении, которое находится в прямой зависимости от врожденной приспособленности пчел к экологическим факторам, в частности конкретным климатическим условиям. Например, формирование летной и сигнальной деятельности в онтогенезе происходит раньше у краинских и карпатских пчел, чем у среднерусских пчел. Концентрация сахара, которая вызывает мобилизационные танцы пчел составляет 6-8 мг для краинской, карпатской, итальянской и серой горной кавказской рас и 10-11 мг – для среднерусской и степной украинской.

Устойчивым расовым признаком пчел является характер звуковых компонентов в танцах и их длительность, но форма самих фигур сигнальных движений одинакова у всех рас.

Таким образом, расовые отличия медоносных пчел сформировались под влиянием определенных экологических факторов и каждая раса лучше приспособлена к тем условиям, в которых была сформирована. Среднерусские пчелы по всем основным хозяйственно важным показателям в условиях Западной Сибири лучше других пород, в частности по медопродуктивности и воскопродуктивности и по зимостойкости.

Интродукция серых горных кавказских пчел в Новосибирскую и Кемеровскую области, предпринятая в конце 20-х, в 30-х и 50-х годах XX века показала, что эти пчелы в условиях Сибири проявляют низкую продуктивность (по меду 88,5 кг и по воску – 1932 г на семью по сравнению со среднерусскими, продуктивность которых составляла 142 кг и 3325 г соответственно); плохую зимостойкость и слабую устойчивость к возбудителям нозематоза. Хорошие результаты были получены при завозе в Новосибирскую и Кемеровскую области карпатских пчел. Интродукция проводилась в 1974-1983 г.г. И хотя карпатская раса характеризуется ценными признаками, такими как: низкая ройливость, миролюбивость,

высокая яйценоскость маток, их продуктивность сопоставима с продуктивностью среднерусских пчел, помеси, получаемые при скрещивании с аборигенными породами проявляли низкую зимостойкость.

Негативным примером использования помесей является опыт завоза дальневосточных пчел, которые являются результатом скрещивания серых горных кавказских, кубанских и итальянских рас, завезенных в своё время (примерно 100 лет назад) на Дальний Восток. Продуктивность дальневосточных пчёл в Западной Сибири по мёду составляла 123,2 кг, по воску 2889г на семью. Кроме того, рассылка маток дальневосточных пчёл по всей стране привела к распространению повсеместно клеща варроа яacobsoni, паразитирующего на медоносных пчёлах и вызывающего заболевание варроатозом.

Некоторые исследователи считают, что в результате внедрения в пчеловодную практику скрещивания дальневосточных и среднерусских пчел, которое осуществлялось в Новосибирской области с 1962 г., продуктивность отрасли упала. Помеси, как правило, характеризуются промежуточным положением между материнской и отцовской породой по экстерьерным и продуктивным показателям.

Серьёзным отрицательным последствием межпородного скрещивания является потеря среднерусской породы, представителей которой в настоящее время трудно найти в Новосибирской области. Задача пчеловодов должна состоять в том, чтобы сохранять и улучшать чистопородных пчёл, в первую очередь среднерусских.

## ГЕНЕТИКА ПЧЕЛИНЫХ

Первые сведения о хромосомном наборе пчелы появились в середине XX века, когда стало известно, что рабочие пчелы и матки диплоидны - имеют двойной набор из 32 хромосом, а трутни гаплоидны. Гаплоидный набор состоит из 16 хромосом, размер которых различен и колеблется от 1 до 3,5 мкм.

Размер генома *Apis mellifera* составляет 260 млн. пар нуклеотидов, он несколько больше, чем геном дрозофилы (200 млн. пар нуклеотидов) и комара (1 млн. пар нуклеотидов), и более чем в 100 раз меньше генома человека (3,2x10<sup>9</sup> млн. пар нуклеотидов), но размер генома не коррелирует с биологической сложностью вида. Особенности организации генома пчелы, как и других эукариот, являются избыточность ДНК, наличие уникальных и повторяющихся последовательностей, наличие мобильных генетических элементов.

Видовые особенности генома *A. mellifera* заключаются в том, что характерно высокое содержание А+Т (67% по сравнению с 58% у дрозофил и 56% у малярийного комара). Секвенирование показало, что структурная организация генома имеет большее сходство с геномами позвоночных, чем насекомых. У пчел меньше число генов, связанных с врожденным иммунитетом, белками детоксикации и вкусовыми рецепторами, чем у других насекомых, но больше – с рецепторами пахучих веществ.

В геноме *Apis mellifera* высокий уровень внутри хромосомных рекомбинаций, на порядок выше, чем у дрозофилы, комара и человека. Предположительно, это один из генетических механизмов адаптации вида, который позволил ему распространиться по всем континентам. У пчел выявлены уникальные гены, ответственные за сбор и переработку нектара и пыльцы, обнаружен новый класс микроРНК, которые специфически экспрессируются в зависимости от стадии развития и спецификации пчел.

Исследования на основании сведений о структуре генома могут развиваться как в фундаментальном, так и в прикладном направлениях. Первое связано со сравнительным анализом направлений и скорости эволюции геномов у видов, ведущих одиночный и общественный образ жизни, изучением генетических механизмов адаптации, изучением эволюции систем детерминации и развития пола, с изучением генетической структуры естественных и искусственно созданных популяций. В прикладном аспекте большое значение приобретает генетическая паспортизация популяций пчел,

изучение генетической природы полиморфизма пчел, разработка селекционно-генетических подходов для оценки производителей при инструментальном осеменении маток, при апимониторинге.

У пчел не обнаружено специализированных половых хромосом, но описаны половые гены (Sex-гены), ответственные за формирование пола, которые сосредоточены в определенном участке одной из аутосом. Они могут мутировать и находиться в разных состояниях (множественные аллели). Пол у пчелы формируется по гаплодиплоидному типу, определяется плоидностью особей. Гаплоидные трутни могут иметь Sex-гены только в одном состоянии (гомозиготное). У диплоидных женских особей два Sex-локуса, при этом половые гены могут находиться в гомо- и гетерозиготном состоянии. При гетерозиготном состоянии аллелей пола развиваются нормальные диплоидные самки, а при гомозиготном – диплоидные трутни, которые обладают пониженной жизнеспособностью.

Если трутни окажутся братьями, матки, несущими одинаковые с ней половые аллели, то в семье будет наблюдаться максимальный процент пестрого расплода (50%).

Например, в локальной популяции возможно следующее комбинирование половых аллелей (рис.). Здесь матка образует два типа гамет, каждая из которых несет по одному аллелю гена пола  $S^a$  или  $S^d$ . Гаплоидные трутни, их гаметы несут только по одному аллелю из возможной серии множественных аллелей  $S^a$  или  $S^d$ ,  $S^c$  и др.

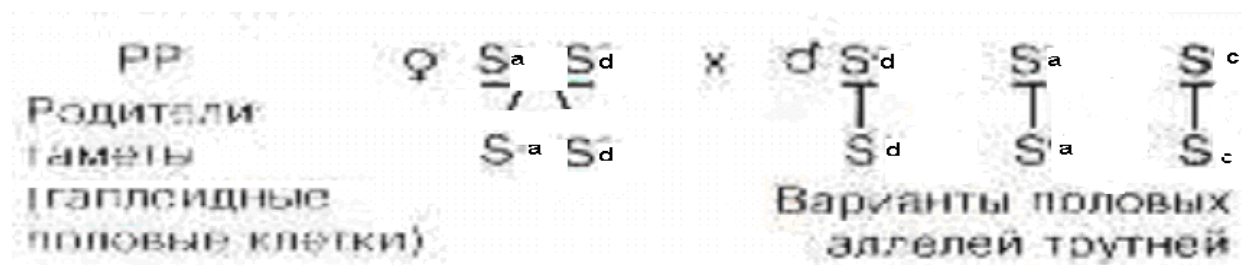


Рис. Схема возможного комбинирования половых аллелей

При оплодотворении возможны различные комбинации аллелей в зиготе (рис.). Диплоидных трутней пчелы уничтожают ещё на стадии личинки, если их экспериментально сохранить, то они обладают пониженной жизнеспособностью и вскоре погибают.

Родители	♂ a	b	c	d
♀ a	♂ aa	♀ ab	♀ ac	♀ ad
d	♀ da	♀ db	♀ dc	♂ dd

Рис. Комбинации аллелей в зиготе. По горизонтали – аллели гамет трутней, по вертикали - матки

Для того чтобы избежать высокой концентрации одноименных аллелей при искусственном выводе маток следует использовать несколько донорских семей. Это неременное требование особенно актуально для изолированных пасек.

Гаплоидная генетическая система трутней представляет собой полигон, на котором выявляются все вредные рецессивные гены, которые снижают жизнеспособность и адаптационный потенциал вида. Их проявление приводит к гибели особей, носителей этих генов. Именно на уровне генетической системы трутней идет отбор наиболее приспособленных к конкретным условиям существования генетических комбинаций. Из этого следует нецелесообразность уничтожения трутней в пчелиных семьях, поскольку это препятствует реализации одной из самых совершенных программ адаптации вида, которая позволила медоносным пчелам освоить все континенты, за исключением Антарктиды.

Половые аллели не имеют фенотипического выражения, позволяющего проводить их идентификацию по внешнему виду. Поэтому ведется интенсивный поиск их молекулярных маркёров и работы по картированию генома пчелы с их использованием. Получены первые результаты по картированию Sex –локуса (Hasselman et.al., 2004).

Трутни первично гаплоидны, так как это состояние сохраняется в клетках, дающих начало половым клеткам, которые не проходят типичного мейоза, редукции числа хромосом (одноступенчатый мейоз). Соматические клетки, клетки тела, за счет полиплоидизации могут иметь до 2, 4, 8 наборов хромосом на ранних этапах эмбрионального развития. К концу личиночного развития в соматических тканях трутня преобладают клетки с диплоидным набором – 32 хромосомы. Здесь имеет место вторичная диплоидизация соматических тканей трутня.

### ФИЛОГЕНЕТИКА ПОДВИДОВ МЕДОНОСНОЙ ПЧЕЛЫ

Естественный ареал вида *A. mellifera* охватывал всю Африку и Европу и часть Ближнего Востока. Большинство исследователей придерживаются мнения, что Ближний Восток может быть центром происхождения вида.

Филогенетика пчел несколько лет назад была основана только на морфометрической характеристике подвидов. Первые критерии для внутривидовой систематики медоносной пчелы были разработаны В.В. Алпатовым (1948) и Гоци (Goetze, 1940), европейская морфометрическая система приняла окончательных вид после работ Руттнера (F. Ruttner, 1992).

Руттнер подразделил вид на 25 подвидов, а в 2003г. был обнаружен в горах Тянь-Шаня Шеппардом (W.S.Sheppard, M.D.Meixner, 2003) еще один - *A.m. romonella*. В результате деятельности человека происходит постоянная и интенсивная их гибридизация. При гибридизации популяций использование морфометрических методов идентификации подвидов не эффективно, поэтому всё шире используются молекулярно-генетические методы.

Согласно морфометрическим характеристикам Руттнер разделил вид на 4 группы: А, М, С и О. Группа А включает африканские подвиды, Группа М – подвиды из Северной Европы, с Пиренейского полуострова и из Северной Африки. Группа С – подвиды из Центральной и Восточной

Европы, с балканского полуострова. Группа О – подвиды с Кавказа, Средиземноморья и Ближнего Востока.

Согласно молекулярно-генетическим оценкам Арисом и Шеппардом (M.C.Arias, W.S.Sheppard, 1996), которые провели секвенирование мтДНК, были выделены также 4 подвиговые группы, а исследование микросателлитного полиморфизма, проведенное Иступом (A.Estoup, 1995), подтвердили существование и состав трех эволюционных ветвей М, С и А, ранее выделенных Руттнером.

Сравнительная таблица результатов филогенетических исследований трех авторов показывает, что у Ариса и Шеппарда из 16 сравниваемых подвидов только 8 подвидов соответствуют группам Руттнера, а у Иступа из 7 подвидов – только 6.

#### Состав эволюционных групп подвидов медоносной пчелы

По F.Ruttner, 1988		По M.C.Arias,W.S.Sheppard, 1996		По A.Estoup, 1995	
Группа	Подвиды	Группа	Подвиды	Группа	Подвиды
А	<i>A.m.monticola</i>	I	<i>A.m.monticola</i>	I	<i>A.m.capensis</i>
	<i>A.m.adansonii</i>		<i>A.m.adansonii</i>		<i>A.m.intermissa</i>
	<i>A.m.capensis</i>		<i>A.m.capensis</i>		<i>A.m.scutellata</i>
	<i>A.m.lamarckii</i>				
	<i>A.m.yemenitica</i>				
	<i>A.m.litorea</i>				
	<i>A.m.scutellata</i>				
	<i>A.m.unicolor</i>				
М	<i>A.m.mtlifera</i>	III	<i>A.m.mtlifera</i>	II	<i>A.m.mtlifera</i>
	<i>A.m.iberica</i>		<i>A.m.ligustica</i>		
	<i>A.m.intermissa</i>				
	<i>A.m.sahanensis</i>				
	<i>A.m.major</i>				
С	<i>A.m.ligustica</i>	IV	<i>A.m.ligustica</i>	III	<i>A.m.ligustica</i>
	<i>A.m.carnica</i>		<i>A.m.carnica</i>		<i>A.m.carnica</i>
	<i>A.m.macedonica</i>		<i>A.m.macedonica</i>		<i>A.m.cecropia</i>
	<i>A.m.cecropia</i>				
	<i>A.m.sicula</i>				
О	<i>A.m.meda</i>	II	<i>A.m.meda</i>		
	<i>A.m.caucasica</i>		<i>A.m.lamarckii</i>		

	A.m.anatoliaca				
	A.m.syriaca				
	A.m.cypria				
	A.m.adami				

Современные филогенетические исследования проводят с использованием как морфометрических, так и молекулярно-генетических методов. Схемы родства подвидов, построенные на основе использования разных методов, имеют определенную степень сходства в числе групп, чаще возникают разногласия по составу каждой группы. Морфометрические методы не могут использоваться отдельно от молекулярно-генетических, так как каждый морфометрический признак кодируется несколькими генами, куда включены структурные и регуляторные гены, и зависит от случайности мутаций в каждом из них. Молекулярно-генетические методы не могут подменить морфометрических, поскольку непосредственной точкой приложения естественного отбора являются фенотипы, соотносящиеся с генотипами, но не отображающие их непосредственно. Филогенетика пчел только начинает развиваться и в настоящее время является широчайшим простором для дальнейших исследований.

## АПИМОНИТОРИНГ

Мониторинг (от латинского слова *monitor*- тот, кто напоминает, предупреждает) подразумевает слежение за какими-то объектами или явлениями. В его систему входят комплексное наблюдение, оценка и прогноз состояния биосферы или ее отдельных элементов. Апимониторинг – оценка состояния окружающей среды с использованием медоносных пчел и пчелопродуктов. Это один из методов экологической оценки, методы и нормативы которого наименее разработаны. Отличие экологических подходов состоит в том, что в них превалируют интересы природы, а не человека или общественной системы. При включении человека природа превращается в среду обитания, а экологическая оценка – в санитарно-гигиеническую. Интенсивно разрабатываемым в настоящее время



направлением в области мониторинга экосистем является анализ показателей безопасности получаемой продукции на основе оценки состояния природных условий ее получения.

Проблема высокой трудоемкости, затратности и длительности процесса, обеспечивающего комплексный мониторинг условий производства сельскохозяйственного сырья и продукции, может быть решена при использовании комплексного индикатора состояния окружающей природной среды, обеспечивающего контроль в масштабах однотипных ландшафтов.

Система апимониторинга с использованием продуктов пчеловодства позволяет решить, во-первых, задачу мониторинга агроэкосистем и, во-вторых, прогнозировать качество и безопасность растительного сырья и продуктов питания, в частности – продуктов пчеловодства, на начальной стадии их получения.

Какие биологические особенности пчел делают их перспективным объектом для мониторинга окружающей среды?

Продукты пчеловодства и пчелы могут дать широкий комплекс экологической характеристики местности, так как эти насекомые, собирая нектар в радиусе 2-3 км от пасеки, в процессе сбора нектара и пыльцы вступают в контакт с огромным количеством энтомофильных растений. Пчела, посещая растения и соприкасаясь с окружающей средой, подвергает себя опасности контаминирования поллютантами. Особенностью пчел является их способность накапливать на своих покровах различные, в том числе и нежелательные элементы, что ведет к накоплению остаточных количеств пестицидов, тяжелых металлов, энтомопатогенных микроорганизмов и других контаминантов в гнезде, в организме членов пчелиной семьи и в продуктах пчёл. Поступающие в окружающую среду химические вещества пчелы обычно заносят в улей с нектаром, падью, пыльцой, смолой деревьев, водой. Их концентрация в пчелином гнезде может быть в 1000-100000 раз больше, чем в воздухе и в 1000 -10000 раз выше, чем в растении. Токсичные элементы обнаруживаются как в теле

насекомых, так и в производимых ими продуктах. Анализ их содержания может обеспечить интегральный показатель загрязнения поллютантами прилегающей к пасеке территории. Пасеки представляют собой готовую мониторинговую сеть, а в местах, где требуется дополнительная информация для оценки экологической ситуации, можно использовать мобильные пасеки и передвижные пчеловодные павильоны.

Апимониторинг применялся для контроля тяжелых металлов и уровня радиоактивной загрязненности местности в России на территориях Новосибирской, Пермской, Смоленской, Московской областей, Алтайского края, Башкортостана и Удмуртии, а так же в Чехии, Хорватии, Беларуси, Италии, Англии и США. Пчелиная обножка является наиболее перспективным индикатором апимониторинга. Она формируется пчелами из пыльцевых зерен медоносов, которые могут быть контаминированы как механическим путем (с поверхности), так и биохимическим (из почвы). Следует отметить, что пыльца, являясь генеративным органом растения, в высокой степени устойчива к изменениям микроэлементного состава почв и поддерживает генетически детерминированное соотношение элементов, который может быть нарушен только при существенных изменениях микроэлементного почвенного баланса. Однако она не защищена от попадания ТМ воздушными потоками. Следовательно, механическая составляющая загрязнений в обножке более выражена, поэтому этот продукт пчеловодства может служить индикатором загрязнения местности непосредственно после инцидента, сопровождающегося выбросом токсичных элементов. Воздействие пчелы на обножку ограничивается склеиванием составляющих ее пыльцевых зерен нектаром и секретом слюнных желез, что не влияет на содержание в продукте токсичных элементов, в отличие от других продуктов, например, таких как мед, при получении которых пчёлы концентрируют потенциально опасные микроэлементы в своем теле. Обножку отбирают до заноса ее пчелами в гнездо, поэтому она не подвергается воздействиям специфических факторов

микроклимата улья. Спектр пыльценосных растений намного шире медоносных. Кроме того, обножка как продукт пчеловодства подлежит сертификации. Для нее установлены предельно допустимые нормы содержания тяжелых металлов, радионуклидов и пестицидов. Таким образом, пчелиная обножка представляется наиболее подходящим индикатором для проведения апимониторинга. Для этого требуется процедура оценки безопасности данного продукта пчеловодства с анализом его географического происхождения.

Анализ экономической целесообразности использования апимониторинга показывает, что затраты на изучение содержания поллютантов в пыльцевой обножке пчёл и в других растительных и животных индикаторах, так же как и в почве, воде и воздухе сопоставимы, поскольку используются аналогичные аналитические и микробиологические методы оценки, в то время как репрезентативность получаемых результатов выгодно отличает апимониторинг от других видов, в том числе и биологического, мониторинга окружающей природной среды. Последнее обусловлено, во-первых, повсеместным распространением медоносных пчёл и возможностью, при необходимости, кочёвки пасек или организации АПИ-постов. Так, например, в Алтайском крае зарегистрировано 10323 пасеки, на которых содержится более 183 тыс. пчелиных семей (данные по состоянию на 2007 г.), в Новосибирской области – 102 тыс. пчелосемей (данные по состоянию на 2003 г.), в Томской области – около 6 тыс. пчелосемей (данные по состоянию на 2003 г.). Природно-климатические условия юга Западной Сибири благоприятны для развития пчеловодства, что определяется как богатой медоносной флорой, так и возделыванием энтомофильных культур (технические и кормовые капустные и бобовые травы, гречиха, подсолнечник).

Во-вторых, биологические особенности медоносных пчел и специфика получения ими кормов определяют возможность использования их продуктов в качестве интегрального индикатора, отражающего состояние

всех местообитаний и экологических ниш, с которыми пчёлы контактируют: фитоценозов, водных источников, энтомофауны, воздушной среды и геохимических особенностей почвенных провинций на контролируемых территориях. В-третьих, возможность преодоления сезонной фрагментарности биологического мониторинга за счет пролонгированного контроля за состоянием пчелиных семей в ходе зимовки. Об этом свидетельствуют данные исследований, проведённых с использованием имаго пчёл и их расплода.

При мониторинге экосистем, занимающих значительные площади, отбор проб любых образцов для получения объективной информации связан с затратами финансовых, материальных и человеческих ресурсов. Использование образцов пыльцевой обножки, уже собранной пчёлами с площади в несколько тысяч гектар, обеспечивает значительную экономию и не наносит ущерба пчелиной семье и пчеловодной отрасли.

Осинцева Любовь Анатольевна

## АПИДОЛОГИЯ И ОСНОВЫ АПИМОНИТОРИНГА

Курс лекций

В авторской редакции

Усл. печ. л. ...9,3.