

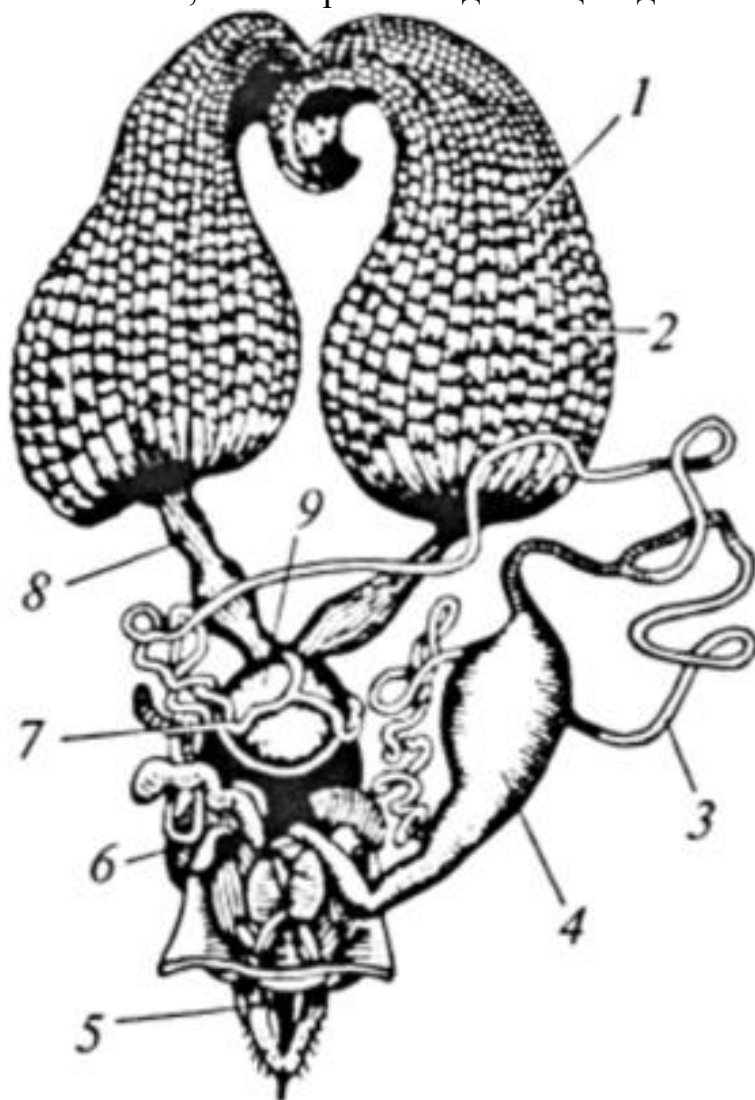
### Тема 3. Органы размножения рабочей пчелы, матки и трутня.

1. Рассмотреть строение половой системы матки.
2. Рассмотреть строение половой системы рабочей пчелы.
3. Рассмотреть строение половой системы трутня.

#### 1. Рассмотреть строение половой системы матки.

Половая система матки. Эта система состоит из парных яичников, отходящих от них парных яйцеводов, впадающих в непарный яйцевод, семяприемника и влагалища (рис. 1.).

*Яичники* — белые тела грушеобразной формы, покрытые тонкой рыхлой оболочкой, направлены к верхней части брюшка. Широкой частью яичники обращены к концу брюшка, верхняя суженная часть загнута в виде крючка книзу. Верхними концами яичники соприкасаются друг с другом, задние концы их расходятся, между ними проходит средняя кишка. У плодной матки яичники занимают большую часть ее полости, располагаясь под 2 — 5 тергитами (длиной 5 — 6 мм, диаметром 3 — 4 мм); каждый яичник состоит из многочисленных (до 250) яйцевых трубочек, в которых происходит формирование яйцеклеток. У вершины яичника эти трубочки тонкие, постепенно диаметр их возрастает, вследствие чего увеличивается и толщина всего яичника. Наружные концы каждой восьми трубочек собраны в группу и образуют чашечки, впадающие затем в общую для всех трубочек полость, от которой отходит яйцевод.



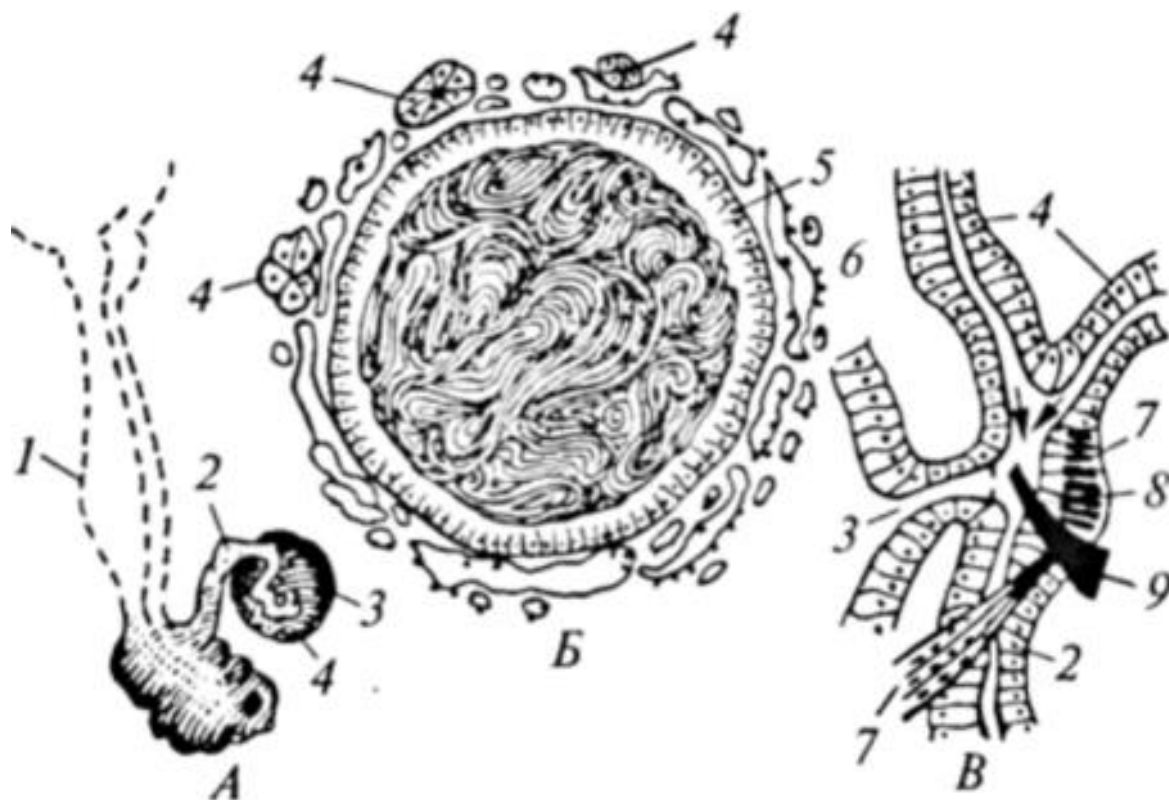
**Рис. 1. Половые органы матки пчелы:**

1 — яичники; 2 — яйцевые трубочки; 3 — большая ядовитая железа; 4 — резервуар ядовитой железы; 5 — жалоносный аппарат; 6 — малая ядовитая железа; 7 — железа семяприемника; 8 — парные яйцеводы; 9 — семяприемник

У неплодной матки яичники небольших размеров и имеют вид тонких нитей.

*Парные яйцеводы*, куда зрелые яйца попадают из яичников, представляют собой трубочки с расширенной срединной частью и складчатыми стенками. Стенки яйцеводов, особенно в средней части, имеют многочисленные очень крупные складки. Изнутри стенки выстланы кутикулярным эпителием, а снаружи покрыты тонким слоем продольных мышц, слабые перистальтические движения которых обеспечивают продвижение яиц по яйцеводу. Правый и левый яйцеводы сливаются в короткий *непарный яйцевод*. В его полость открывается выводной проток *семяприемника* — шарообразного органа диаметром 1,5 мм, предназначенного для длительного хранения запаса сперматозоидов, полученных маткой от трутней при спаривании (рис. 2).

Выводной проток семяприемника представляет собой извилистую трубку, одна часть которой лежит на поверхности семяприемника, а другая, опускаясь вниз, впадает в непарный яйцевод. В начальную область этого протока открывается выводной канал придаточной железы семяприемника, которая участвует в активизации сперматозоидов при осеменении. Придаточная железа



**Рис. 1.46. Строение семяприемника пчелы:**

A — общий вид; B — разрез; B — схема семянного насоса; 1 — парные яйцеводы; 2 — выводной проток семяприемника; 3 — семяприемник; 4 — железа семяприемника; 5 — капсула семяприемника; 6 — чехол семяприемника; 7 — мышцы; 8 — межкамерное пространство; 9 — язычковый клапан

расположена на рыхлом слое поверхности семяприемника. Она состоит из двух извивающихся трубок, стенки которых имеют один слой железистых клеток, а снаружи покрыты прозрачным слоем хитина. В начале протока семяприемника расположен также семенной насос — мускулистый орган, сложная работа которого обеспечивает вывод к яйцеводу мельчайшей капельки семени со сперматозоидами и секретом придаточной железы. При действии семенного насоса сперматозоиды попадают во влажную оболочку яйца и, активно передвигаясь, проникают внутрь яйца.

За непарным яйцеводом находится *влагалище* — извитая трубка с мощным наружным слоем кольцевой мускулатуры, по строению близкая к непарному яйцеводу. С внутренней стороны стенка влагалища выстлана слоем хитина с эпителиальными клетками. В его нижней стенке имеется так называемый зубец влагалища — складчатый выступ с утолщенным слоем хитина и пучками продольных мышц, который обеспечивает правильную ориентировку яйца (оно подается к отверстию выводного протока семяприемника той стороной, где расположено микропиле — отверстие, через которое внутрь яйца проникают сперматозоиды). Стенки влагалища, сужаясь к его концу, образуют половое отверстие (щель), открывающееся в обширную полость, в которой размещается жало. Половая щель расположена в нижней полости камеры жала, передняя часть которой является преддверием влагалища (рис. 3). По бокам половой щели имеются два округлых впячивания — совокупительные карманы, в которые при спаривании входят рожки основания пениса трутня. При откладывании яиц жало матки увлажняется секретом ядовитой железы, который образует на поверхности яиц тонкий слой, поэтому ядовитая железа более развита у матки, чем у рабочей пчелы.

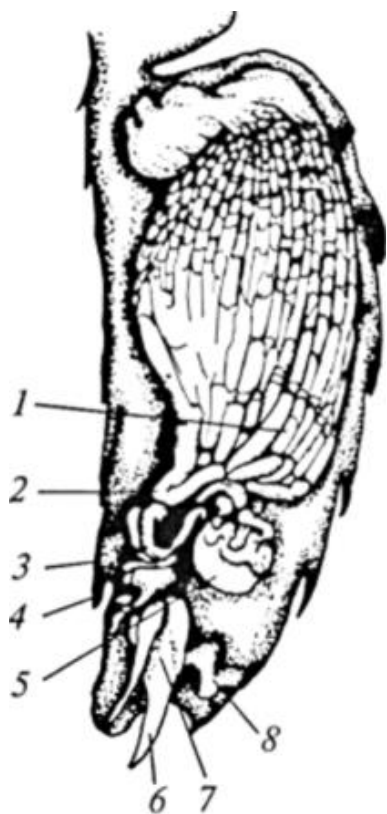


Рис. 3. Продольный разрез брюшка плодной матки:

1 — правый яичник; 2 — правый яйцевод; 3 — непарный яйцевод; 4 — зубец влагалища; 5 — семяприемник с придаточной железой и семенным насосом; 6 — камера жаза; 7 — жало; 8 — анус

## 2. Рассмотреть строение половой системы рабочей пчелы.

Половые органы рабочей пчелы. Рабочие пчелы — это самки с недоразвитыми половыми органами. Яичники нормальной рабочей пчелы имеют вид тонкого лентовидного прозрачного тяжа. В них нет деления на яйцевые трубочки, зачатки их плотно срастаются друг с другом. При определенных условиях яичники молодых пчел могут развиваться, и тогда в них появляются отдельные яйцевые трубочки (от 3 до 21). Пчел, имеющих развитые яйцевые трубочки и откладывающих яйца, называют пчелами-трутовками (рис. 4).

Пчелы-трутовки появляются в безматочных семьях. В таких семьях до 1/3 пчел могут быть физиологическими трутовками. Пчелы-трутовки не способны к спариванию, поэтому они откладывают только неоплодотворенные яйца, из которых развиваются трутни. Яйценоскость трутовки невысока — до 32 яиц в сутки. Трутовки отличаются неправильной кладкой яиц, откладывают по несколько яиц в одну ячейку, кладут яйца в ячейки с пергой и медом. Так как пчелы-трутовки не могут концом брюшка достать доньшка ячейки, они обычно прикрепляют яйца к ее стенкам. Лишние яйца пчелы выбрасывают, а из оставленных развиваются карликовые трутни.

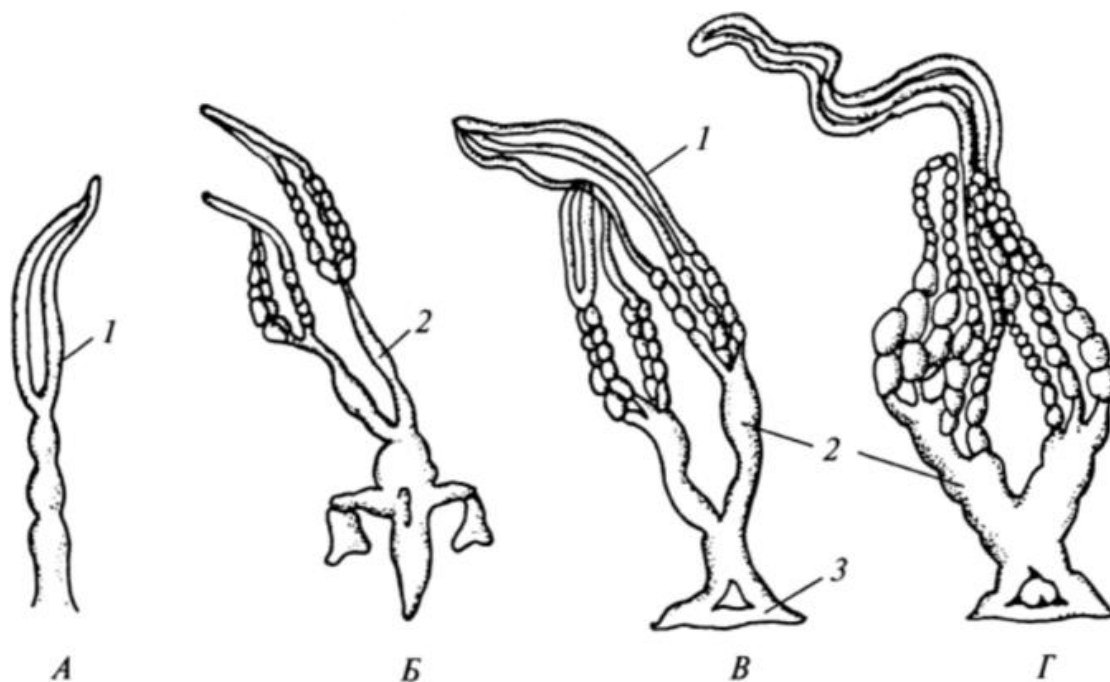


Рис. 4. Половые органы рабочей пчелы (А — В) и пчелы-трутовки (Г): 1 — яйцевые трубочки; 2 — парные яйцеводы; 3 — зачаток семяприемника

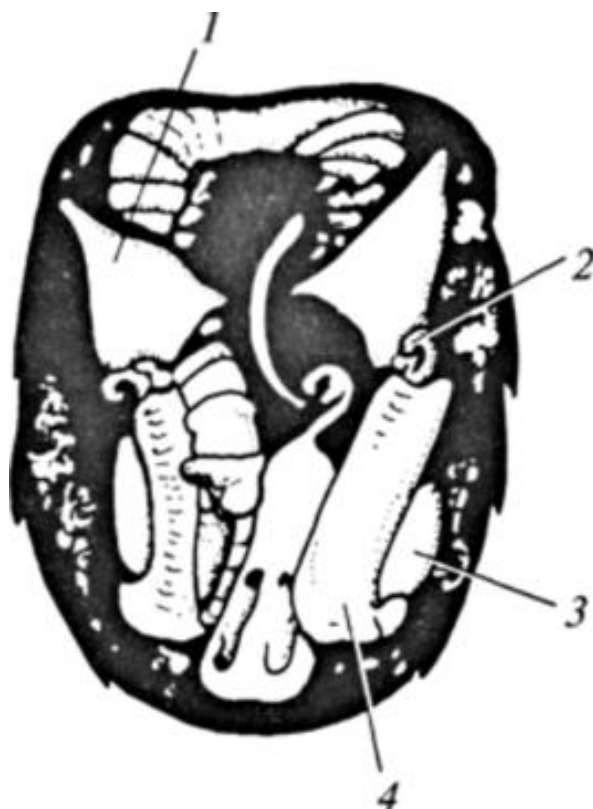
## 3. Рассмотреть строение половой системы трутня.

Половая система трутня. Она состоит из парных семенников, половых путей с придаточными железами и копулятивного аппарата (рис. 5). Формирование

семенников завершается на 5 — 6 сут стадии куколки, наибольшего объема они достигают на 7 сут.

Развитые *семенники* — бобовидные тела длиной 5 — 6 мм, диаметром 3 — 3,5 мм, расположены в передней части брюшка между кишкой и сердцем. Покрываются двумя оболочками — внутренней, состоящей из слоя рыхлых эпителиальных клеток, и внешней, состоящей из скопления клеток жирового тела. Каждый семенник — совокупность многочисленных (до 200), слегка извилистых трубочек (семенных канальцев), в которых формируются сперматозоиды (у одного трутня их развивается до 11 млн).

*Сперматозоид* — тонкая нить длиной примерно 250 мкм и диаметром около 5 мкм с заостренным кончиком, в отличие от сперматозоидов других насекомых, не имеет ясно различимой головки.



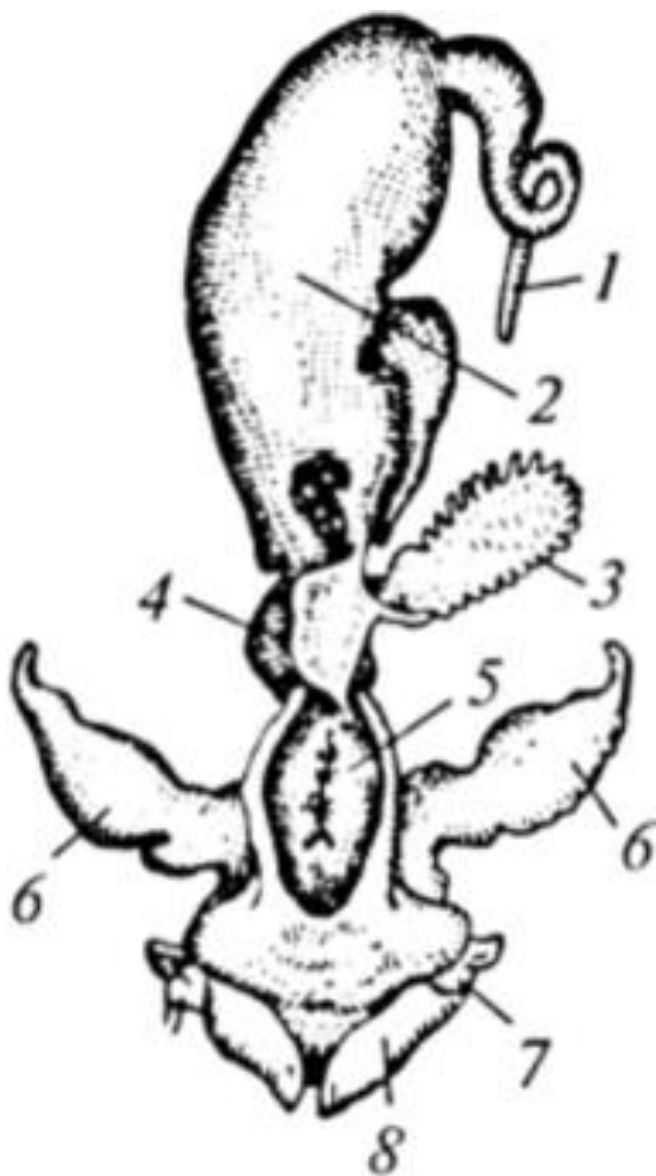
**Рис. 5. Половые органы половозрелого трутня:**

1 — семенник; 2 — семяпровод; 3 — мукусная железа; 4 — семенной пузырек

При формировании сперматозоидов из зародышевого эпителия, находящегося в концевых частях семенных канальцев, образуются крупные недифференцированные мужские половые клетки — первичные сперматогонии, между которыми располагаются мелкие фулликкулярные клетки. Продвигаясь по канальцу, они делятся; возникающие при этом вторичные сперматогонии группируются и покрываются оболочкой, образуя семенные цисты. На следующем участке семенных канальцев сперматогонии делятся, формируя сперматоциты, затем из сперматоцитов образуются сперматиды — незрелые сперматозоиды. Окончательное формирование сперматозоидов происходит в конце семенного канальца.

Сперматиды вытягиваются в длинные нити, в них происходит деление созревания, однако изменения в ядре не приводят к уменьшению в нем числа хромосом. На всех стадиях сперматогенеза ядро половой клетки имеет гаплоидный набор хромосом. Сформировавшиеся сперматозоиды выходят в чашеобразное расширение семенника, куда открываются выводные концы семенных канальцев.

Чашеобразное соединение с *семяпроводом*, который начинается узкой спиралеобразной трубкой, затем расширяется, образуя семенной пузырек, и заканчивается короткой трубкой, входящей в стенку основания придаточной железы. Развитие сперматозоидов в семенниках происходит в течение 4 сут, предшествующих выходу трутня из ячейки, в последующие несколько суток они перемещаются в семенные пузырьки, где их созревание заканчивается. Стенка семенного пузырька имеет хорошо развитые мускульные слои (что способствует выведению семени при спаривании).



**Рис. 6. Копулятивный аппарат трутня (луковица заполнена):**

1 — семяизвергательный канал; 2 — луковица; 3 — перистый придаток; 4 — спиральная полоска; 5 — основание пениса; 6 — рожки; 7 — малая покровная пластина; 8 — боковая покровная пластина

*Придаточные (мускусные) железы* — два слегка изогнутых цилиндрических тела длиной 6 — 7 мм, стенки которых состоят из внутреннего слоя железистых клеток и мощных мышечных слоев, обеспечивающих выталкивание секрета (мускуса) в семяизвергательный канал. Через 10—12 сут после выхода из ячейки, когда трутень становится половозрелым, семенные пузырьки увеличиваются, в их конечной части образуется губчатая пробка, препятствующая преждевременному выходу содержимого. Придаточные железы также увеличиваются, их просвет заполняется молочно- белым мускусом. Семенники к этому времени редуцируются, превращаясь в плоские треугольные зеленоватые тела. При жизни трутня семяизвергательный канал не сообщается с резервуаром придаточных желез, сперма соединяется с их секретом с помощью копулятивного аппарата.

*Копулятивный аппарат* (рис. 6) состоит из семяизвергательного канала, луковицы и пениса с парными рожками. Семяизвергательный канал — длинная, слегка изогнутая трубка диаметром 0,3 — 0,5 мм, внутренняя поверхность которой хитинизирована; извилистые стенки канала позволяют расширяться его просвету при прохождении семени. Начинается канал в области придаточных желез, проходит мускусные слои, далее образует две замкнутые короткие трубки, подходящие к выводу протокам придаточных желез и к отверстиям семяпроводов (сбоку). Канал направлен к переднему краю брюшка, на уровне третьего стернита загибается назад и переходит в луковицу — грушевидный орган со складчатыми стенками, заполненный студенистым веществом.

За луковицей находится пенис. На верхней стороне его шейки имеется перистый придаток, против которого располагается состоящая из 6 — 8 поперечных складок спиральная полоска. Шейка переходит в основание пениса, по бокам которого располагаются рожки, проникающие при спаривании в совокупительные карманы матки. Выводной проток полового органа и анальное отверстие выходят в клоаку — полость, которая открывается наружу. К наружным половым придаткам относятся примыкающие к половому отверстию покровные пластинки: две боковые, две малые и две внутренние. Анальная пластинка, которая располагается против полового отверстия, при выпячивании пениса во время копуляции прижимается к последнему тергиту, закрывая анальное отверстие. Внутренний слой стенки семенного пузырька содержит железистые клетки, секрет которых служит жидкой средой для поступающих сперматозоидов и обеспечивает их питание.

Развитие и оплодотворение яиц. Спаривание маток с трутнями происходит только в воздухе, матка обычно спаривается с неродственными ей трутнями. Половая зрелость трутней наступает на 8—14 день после выхода из ячеек. В тихую теплую погоду трутни вылетают по нескольку раз в день на расстояние до 4 км от улья. Трутни летают обычно на высоте 10—12 м, собираясь в больших количествах в определенных местах.

В возрасте 3 — 5 дней при хорошей погоде молодые матки вылетают из улья и совершают обычный ориентировочный облет, во время которого знакомятся с местоположением улья и летка. На 7—10 день жизни, после нескольких ориентировочных облетов, матка совершает уже брачные вылеты продолжительностью 15 — 20 мин. Плохая погода может задержать вылет маток на

спаривание иногда на 2 — 3 недели. Неоплодотворенные матки выделяют ароматический секрет, который привлекает трутней.

Спаривание происходит обычно в наиболее теплые часы дня при температуре не ниже 25 °С. Большинство маток вылетает на спаривание 1—2 раза, а некоторые матки — до 3 — 4 раз. Матка спаривается в среднем с 6 — 8 трутнями. Если матка не спарилась в течение 30 — 35 дней, она утрачивает способность к спариванию, прекращает вылеты из улья и становится *трутовкой*. Во время спаривания со всеми трутнями, кроме последнего, матка не зажимает жалоносной камеры до такой степени, чтобы произошел отрыв копулятивного органа трутня. Получив достаточный запас спермы, матка зажимает копулятивный аппарат спарившегося с ней последним трутня и отрывает его. После этого дальнейшее спаривание становится невозможным, и она возвращается в улей, имея «знак оплодотворения», или шлейф, — белую пленку, выступающую из конца ее брюшка. От этой пленки матка освобождается в улье через несколько часов.

В брачных полетах матки и трутни избегают водных пространств, над водой они вообще не летают. Объясняется это тем, что при спаривании матка вместе с трутнем падают на землю, а попав в воду, они неизбежно погибнут.

Если за один вылет матка получила недостаточное количество спермы, то на другой день она вылетает повторно. У *облетавшейся* матки в семяприемнике собирается 5 — 7 млн сперматозоидов. Количество запасенных сперматозоидов определяет репродуктивный потенциал молодой матки — израсходовав их, она превратится в трутовку. Поэтому необходимо своевременно заменять маток (не позднее 3 лет).

У высших животных процесс оплодотворения яйцеклетки наступает вслед за спариванием. У пчелиной матки эти два процесса разделены во времени. В начале своей жизни матка спаривается с трутнями, при этом никакого оплодотворения не происходит. Яйцеклетки оплодотворяются во время откладывания маткой яиц в течение всей ее жизни. У высших животных яйцеклетки приобретают способность к развитию только после оплодотворения. У пчел, как и у многих других насекомых, яйца, откладываемые маткой, способны к развитию и без оплодотворения. Из таких неоплодотворенных яиц развиваются трутни. Женские же особи (матки и рабочие пчелы) развиваются из оплодотворенных яиц. Биологическое значение процесса оплодотворения заключается в том, что таким образом получается организм с двойной наследственностью: материнской и отцовской. Двойная наследственность обуславливает большую жизнеспособность организма, и более широкие возможности его приспособляемости к внешним условиям (явление гетерозиса).

Выделение сперматозоидов на яйцо во время его откладывания регулируется величиной ячейки. Когда матка опускает брюшко в пчелиную ячейку, то чувствительные волоски брюшка, соприкасаясь со стенками ячейки, передают раздражение мышцам выводного протока семяприемника, в результате происходит выделение жидкости со сперматозоидами на проходящее яйцо. При откладке яйца в более крупную трутневую ячейку иннервации не происходит, сперма не выделяется, яйцо оказывается неоплодотворенным. При подготовке к роению матка откладывает оплодотворенные яйца в широкие мисочки, которые позже будут достроены до маточников. Однако перед кладкой в них яиц маткой пчелы сужают мисочки сверху, а затем, после выхода личинки, расширяют их.

Яйца в ячейки сота матка откладывает только тогда, когда сот предварительно освоен молодыми пчелами, т.е. ячейки очищены, а их стенки и доньшки отшлифованы. Если же матка не находит на соте пчел-кормилиц и подготовленных ячеек, то она не откладывает на таком соте яиц, т.е. не червит. Таким образом, яйценоскость матки, как и другие процессы в семье, регулируется рабочими пчелами. Матка откладывает лишь столько яиц, сколько ячеек освоено пчелами-кормилицами и, следовательно, сколько расплода пчелы в состоянии выкормить. При кладке яиц матка сначала обследует ячейку с помощью усиков. Если ячейка пуста, вычищена и отполирована, то матка опускает в нее свое брюшко и откладывает яйцо, которое прикрепляется узким концом к ее доньшку. Яйцо приклеивается к доньшку клейким веществом, выделяемым придаточными железами половой системы матки. На соте, содержащем неправильные или загрязненные ячейки, матка много времени тратит на поиски подходящих ячеек, что уменьшает ее возможную яйценоскость. *Плодную* матку всегда окружают молодые пчелы, образуя так называемую свиту матки. Пчелы, составляющие свиту, обращены головками к матке и непрерывно ощупывают ее усиками. В перерывах между кладкой яиц молодые пчелы кормят матку молочком, вырабатываемым их гипофаренгиальными железами. Чем чаще матка получает корм от пчел, тем выше ее яйценоскость.

#### Контрольные вопросы:

1. Из каких органов состоит половая система матки?
2. В чем сходство и различие в строении половых систем матки и рабочей пчелы?
3. Из каких органов состоит половая система трутня?
4. Сроки наступления половой зрелости матки и трутней?
5. Что представляют собой анатомические и физиологические трутовки?
6. Расскажите о строении придаточной железы и значении ее секрета.
7. Какие изменения происходят в половых органах взрослого трутня?

Задание 1. Зарисовывать в тетради строение органов размножения рабочей пчелы, матки и трутня.