МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВПО «Пензенская ГСХА»

Е.А. Зуева, А.Н. Кшникаткина

ПЧЕЛОВОДСТВО

Пенза 2012

Анна Кшникаткина

Пчеловодство

«БИБКОМ»

2012

УДК 638.1(075)
ББК 46.91я7

Кшникаткина А. Н.

Пчеловодство / А. Н. Кшникаткина — «БИБКОМ», 2012

В методических указаниях содержатся задания для лабораторно-практических занятий и методика их выполнения, вопросы для самостоятельной подготовки.

УДК 638.1(075)
ББК 46.91я7

© Кшникаткина А. Н., 2012
© БИБКОМ, 2012

Содержание

Занятие 1 (4 часа) 5
Занятие 2 (2 часа) 13
Занятие 3 (2 часа) 17
Занятие 4 (2 часа) 20
Конец ознакомительного фрагмента. 23

Кшникаткина А. Н., Зуева Е. А. Пчеловодство

Занятие 1 (4 часа) ОСОБЕННОСТИ ВНЕШНЕГО СТРОЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПЧЕЛЫ, МАТКИ И ТРУТНЯ

Цель: изучить наружное строение тела рабочей пчелы, матки и трутня.

Оборудование и наглядные пособия. Бинокулярный микроскоп МБС-1 или МБС-9, настольные лампы, пинцеты, препаровальные иглы, предметные и покровные стекла, вода, салфетки, фарфоровые чашечки, макет пчелы, таблицы, зафиксированные в 70 %-м растворе спирта матки, рабочие пчелы и трутни.

Задание 1. Рассмотреть наружное строение матки, рабочей пчелы, трутня. Заполнить таблицу 1.

Методика выполнения задания. Зафиксированных в 70 %-м растворе этилового спирта пчел, маток и трутней разложить на предметном стекле (по одному экземпляру) и, пользуясь микроскопом, рассмотреть при 16-кратном увеличении их строение.

Вводные пояснения

Пчелиная семья состоит из трех видов особей: матки, рабочих пчел, трутней. Тело взрослых маток, трутней и рабочих пчел покрыто кутикулой и состоит из трех подвижно соединенных между собой отделов: головного, грудного и брюшного. На голове расположены три простых, два сложных глаза, пара усиков и ротовой аппарат. Форма головы, размеры, расположение простых и сложных глаз у всех особей различны. У рабочей пчелы голова треугольной формы, у трутня круглой и у матки многоугольной. У трутня сложные глаза занимают всю боковую поверхность головы и соприкасаются на темени; у рабочей пчелы и матки сложные глаза меньших размеров и занимают боковые поверхности головы. Простые глаза у рабочей пчелы располагаются треугольником на темени, у трутня на лбу, у матки занимают промежуточное положение между теменем и лбом.

Грудной отдел пчелы состоит из четырех сросшихся между собой сегментов. От первых трех грудных сегментов отходят снизу передняя, средняя и задняя пары ножек. Ко второму и третьему сегментам груди прикреплены передняя и задняя пары крыльев. По бокам груди расположены три пары стигм – небольших отверстий, через которые поступает воздух в трахейную систему.

Брюшко пчелы состоит из шести ясно видимых колец, а у трутня из семи, на каждом из которых имеется пара дыхалец.

Грудь и брюшко соединяются стебельком. В конце брюшка у женских особей находится жало.

Особи пчелиной семьи отличаются размерами: длина тела рабочей пчелы 12–14 мм, трутня 15–17 мм, матки 20–25 мм. Различна их масса: рабочей пчелы около 100 мг, трутня 200 мг, неплодной матки – не менее 180 мг, а плодной – не менее 200 мг. Размеры и масса тела особей пчелиной семьи зависят от расовой принадлежности и подвержены сезонной изменчивости.

Задание 2. Познакомиться с внешним строением головы, усиков и ротового аппарата рабочей пчелы, матки и трутня.

Методика выполнения задания. С помощью пинцета отделяют головы у всех особей, рассматривают их под микроскопом при 16-кратном увеличении. Для вычленения ротовых частей голову располагают в капле воды на предметном стекле затылочным отверстием кверху. Предметное стекло с головой пчелы ставят на предметный столик микроскопа. Далее, при 16-кратном увеличении, препаровальной иглой, находящейся в левой руке, слегка плашмя надавливают на затылочное отверстие головы пчелы и обнаруживают места прикрепления основания ротового аппарата к голове. Пинцетом, взятым в правую руку, захватывают подбородок и подвески максилл и отделяют от головы как единое целое нижнюю губу с обеими максиллами (хоботок). Препарат кладут в каплю воды и, расправив все части препаровальными иглами, накрывают покровным стеклом. Также поступают с хоботками маток и трутней.

Для отделения мандибул и верхней губы пинцетом переворачивают голову лобной поверхностью кверху и надавливают иглой плашмя на голову, чтобы обнаружить места сочленения мандибул и верхней губы с головой. Затем пинцетом отделяют сначала мандибулы, а после них верхнюю губу. Препарат кладут в каплю воды и, расправив все части препаровальными иглами, накрывают покровным стеклом. Затем следует выделить пинцетом из сочленованной ямки усик пчелы, матки и трутня, положить на предметное стекло, рассмотреть под микроскопом при 32-кратном увеличении.

Вводные пояснения

Голова представляет собой сплошную, прочную хитинизированную капсулу, не разделенную на членики. На голове различают три части: теменную, лицевую, затылочную. Вдоль темени, по середине головы, проходит эпикраниальный шов. Опускаясь на лицевую часть, он делится на две ветви и образует треугольное поле – лоб, который снизу отграничен горизонтальным эпистомальным швом. Книзу от этого шва находится прямоугольная пластинка – лицевой щиток (клипеус). К нему прикрепляется верхняя губа. Боковые части лицевой поверхности образуют щеки, к нижней части которых прикреплены верхние челюсти.

Головная капсула содержит четыре отверстия. Два из них симметрично располагаются на лобной части. К ним посредством эластичных мембран прикрепляются головки скапусов антенн. Имеются также ротовое и затылочное отверстия. Ниже затылочного отверстия расположена хоботковая выемка, в которой закреплены основания нижних челюстей и нижней губы. Внутри головной капсулы находится комплекс склеротизированных перекладин образующих эндоскелет (*тенториум)* головы, который вместе с экзоскелетом служит опорой для внутренних органов и прикрепления мышц ротового аппарата.

Усики (антенны). Усик состоит из трех частей: основного членика (скапус), ножки (педицеллюм) и длинного, очень подвижного жгутика (флягелллюм). Внутри основного членика прикреплены мышцы, которые тянутся к внутреннему скелету головы и обеспечивают вращение усиков во все стороны. Второй членик – ножка имеет вид небольшой приплюснутой бусинки, на которой находится орган равновесия (джонстонов орган). За ножкой следует жгутик, состоящий из члеников почти одинакового строения. Задний конец каждого членика немного сужается и входит в слегка расширенный передний конец последующего членика. Жгутик матки и рабочих пчел состоит из 10 члеников, трутня – из 11. На антеннах локализуются обонятельные и осязательные сенсиллы.

Ротовой аппарат. У пчел ротовой аппарат – грызущесосуще-лижущего типа.

Верхняя губа (лабрум) – подвижная, сильно склеротизированная пластинка, прикрывающая вход в ротовую полость. Она свободно свешивается с нижнего края лицевого щитка. Под верхней губой и ротовым отверстием находится мягкий выступ – внутренняя губа (эпи-

фаринкс). Когда части хоботка складываются в трубку, между основными члениками нижних челюстей образуется щель. Ее и прикрывает сверху эпифаринкс.

Верхние челюсти (жвалы, мандибулы) находятся по бокам верхней губы, крепятся к нижнему основанию щек и поддерживают хоботок в свернутом и развернутом состояниях. На внутренней поверхности верхних челюстей имеется желобок, связанный с выводящим отверстием верхнечелюстной (мандибулярной) железы. По этому желобку выводится ее секрет.

Наибольшего развития жвалы достигают у рабочей пчелы. Резцовый край верхних челюстей имеет вид ложечки с острыми краями, в глубине которой находятся два гребневидных валика. Верхними челюстями рабочие пчелы разгрызают пыльники на тычинках цветков при сборе пыльцы, разминают воск при строительстве сотов, откусывают кусочки перги при кормлении личинок, собирают прополис, грызут дерево, холстики, схватывают и выносят из улья соринки, погибших пчел, прогрызают крышечку ячейки по окончании постэмбрионального развития, вскрывают восковые крышечки запечатанного меда. У матки мандибулы крупные, широкие, но резцовый край сглажен, края тупые. Отличительной особенностью их челюстей является наличие острого зубца, которым матка надрезает крышечку перед выходом из маточника. Мандибулы трутня недоразвиты. Края резцовой части сильно сглажены, имеется небольшой зубец. Вся челюсть покрыта длинными волосками

Нижние челюсти (максиллы). В их состав входят: основной членик (кардо), или подвеска, стволик (стипес), две лопасти – наружная (галеа), внутренняя (лациния) и рудиментарный нижнечелюстной щупик. С их помощью небольших тонких палочек подвесочного аппарата нижние челюсти посредством мышелка соединяются с впадиной на краю головы.

К переднему концу подвески причленен стволик – длинная, широкая, склеротизированая пластинка, от которой отходят две лопасти. Наружная лопасть – длинная хитиновая пластина, имеющая форму лезвия косы. Вдоль наружной лопасти проходят ясно выраженное ребро, по которому она может складываться и образовывать полутрубку. Внутренняя лопасть рудиментировала и имеет вид небольшой хитилизированной пластины, прилегающей с внутренней стороны к стволику. В месте сочленения стволика и наружной лопасти находится рудиментарный двухчлениковый нижнечелюстной щупик.

Нижняя губа (лабиум) расположена между нижними челюстями и крепится к ним посредством дуговидно изогнутой пластины-уздечки (лорум) и хитиновой мембраны, натянутой между подвесками. В нижней губе различают подподбородок (ментум), имеющий форму небольшого треугольника, подбородок (прементум) – удлиненный, хорошо хитинизированный членик, далее следует язычок, оканчивающийся слегка расширенной ложечкой. К подбородку по бокам прикрепляются два четырехчленниковых щупика и два приязычника (параглоссы).

Тонкий язычок обладает достаточно высокой прочностью за счет осевого стержня, образованного плотным кутикулярным утолщением. Им образован желобок, проходящий вдоль задней стенки язычка. Желобок окаймлен волосками. Наружная стенка язычка образована чередующими кольцами из эластичных и жестких покровов. На жестких кольцах локализуются волоски, концы которых обращены книзу. Такое строение придает язычку гибкость, прочность и эластичность.

Нижняя губа совместно с нижними челюстями образует хоботок. Строение хоботка у всех стаз пчелиной семьи одинаковое. Разница заключается лишь в его длине. Длина хоботков у маток и трутней различных пород почти одинакова. У маток среднерусских пчел она равна 4,14 мм, у трутней – 4,04, итальянских – 4,06 и 4,08, краинских – 4,24 и 4,18, кавказских – 4,35 и 4,23 мм. У рабочих пчел его длина в зависимости от принадлежности к той или иной породе колеблется в пределах от 5,5 до 7,2 мм.

Задание 3. Рассмотреть строение грудного отдела и органов движения (ножки и крылья) матки, рабочей пчелы, трутня.

Методика выполнения задания. Отделить грудной отдел трутня, удалить ножки и крылья. Для лучшего рассмотрения сегментации грудного отдела ее необходимо освободить от волосков лезвием бритвы, а затем расположить на предметном стекле боковой поверхностью вверх и рассмотреть под микроскопом при 16-кратном увеличении.

Отделить пинцетом переднюю, среднюю и две задние ножки (одну из них расположить наружной, а другую внутренней стороной кверху), поместить на предметное стекло и рассмотреть при 16-кратном увеличении. Первоначально ознакомиться с общим строением ножки, а далее рассмотреть биологические приспособления на них. Отметить различия в строении задних ножек особей пчелиной семьи.

Отделить пинцетом передние и задние крылья, поместить на предметное стекло и рассмотреть под микроскопом при 16- кратном увеличении. Обратить внимание на жилкование и сцепочный аппарат.

Вводные пояснения

В состав грудного отдела пчелы входят четыре сегмента: переднегрудь (проторакс), среднегрудь (мезоторакс), заднегрудь (метаторакс), а четвертый – переходное кольцо (проподеум) переходит из брюшка во время превращения личинки в куколку, прочно прикрепляется к груди и образует с нею одно целое.

Каждый сегмент подразделяется на четыре отдельных склерити: спинное полукольцо – *тергит*, брюшное полукольцо – *стернит* и боковые стенки – *плейриты*.

Переднегрудь. Образует опору для головы и несет на себе первую пару ног. Тергит переднегруди имеет форму подковообразной пластинки, охватывающей передний край среднегруди. Оконечные лопасти (задние выступы) тергита прикрывают первую пару дыхалец. Плейриты и стернит, имеющий форму треугольной пластинки с углом, обращенным вперед, соединяются с головой, образуя подобие шеи.

Среднегрудь. Составляет основную часть груди. Тергит среднегруди образован тремя сегментами: скутумом, скутеллюмом и постнотумом. Плейриты среднегруди сильно разрастаются и делятся на две части: верхнюю (эпимеру) и нижнюю (эпистерну). Стернит среднегруди имеет вид узкой пластины, которая посередине имеет ложбинку (стернальный гребень).

Заднегрудь. Представлена узким кольцом. Тергит не имеет подразделений, а плейриты косой бороздкой разделяются на две части. Стернит в виде узкой полоски тянется между ножками. На заднегруди, под основанием задних крыльев, расположена вторая пара дыхалец.

Грудь является локомоторным органом. На ней находятся органы передвижения – три пары ножек и две пары крыльев. Ножки применяются к трем собственно грудным кольцам между плейритами и стернитом. Первая пара крыльев причленяется между скутумом и плейритами среднегруди. Вторая пара – между тергитом и плейритами заднегруди.

Ножки. Пчела имеет три пары ножек: передние, средние и задние. Каждая ножка состоит из отдельных прочных члеников: тазика, вертлуга, бедра, голени, лапки. Лапка состоит из пяти члеников. Первый членик лапки больше остальных и называется *пяткой*. Имеет вид широкой, почти квадратной пластины. Далее следует три маленьких членика одинакового строения. Заканчивается лапка *коготковым* члеником, который состоит из двух раздвоенных коготков и мягкой эластичной подушечки. Ножки пчелы выполняют три основные функции: 1. Передвижение; 2. Чистка тела; 3. Сбор пыльцы и прополиса.

На первом членике лапки каждой ножки с внутренней стороны имеются щеточки, которыми пчела счищает пыльцу с тела. На передних ножках всех особей пчелиной семьи расположен аппарат для чистки усиков. На нижней части голени средних ножек у рабочих пчел, маток и трутней находятся шпорки (шпорце). Только ножки рабочей пчелы приспособлены для сбора и транспортировки пыльцы. На задних ножках имеется пять приспособлений, обеспечивающих выполнение собирательной функции.

1. *Корзиночка* – углубление с наружной стороны голени, окруженное рядом загнутых внутрь жестких длинных волосков.

2. *Щеточка* – представляет собой 8–10 поперечно размещенных рядов прочных волосков, расположенных на пятке с внутренней стороны.

3. *Пыльцевой гребешок* – ряд прочных хитиновых шипиков, расположенных по нижнему краю голени. Он служит для счесывания пыльцы со щеточки.

4. *Щипчики* – вырез между голенью и пяткой.

5. *Ушко* – расширенная и несколько приподнятая верхняя часть пятки. На ушко попадает пыльца, счесанная пыльцевым гребешком со щеточки. Ушко предназначено для подачи пыльцевых зерен в корзиночку.

Крылья. Крыло состоит из прочных продольных и поперечных жилок, между которыми натянуты тонкие прозрачные перепонки. От основания крыла отходят четыре продольные жилки: костальная, субкостальная, медиальная, анальная.

Костальная жилка представляет собой утолщение переднего края крыла. Почти рядом с ней идет субкостальная жилка. Она доходит до середины крыла и сливается с костальной. От места слияния этих жилок отходит далее продольная радиальная жилка Медиальная, или срединная, жилка короткая, разделяется на две ветви: поперечную базальную и продольную дискоидальную. От середины базальной жилки отходит продольная кубитальная. Она тянется вдоль крыла почти до его конца. Кубитальная жилка соединяется с радиальной тремя поперечными межкубитальными жилками. Анальная жилка сначала идет параллельно медиальной, затем расходится с ней. Между ними находится короткая поперечная невральная жилка. От дискоидальной отходит продольная субдискоидальная жилка. От нее к переднему краю отходит поперечная первая *возвратная* жилка. Дискоидальная жилка соединяется с кубитальной короткой поперечной второй *возвратной* жилкой. Таким образом, на крыле различают восемь продольных жилок: костальная, субкостальная, медиальная, анальная, радиальная, кубитальная, дискоидальная и субдискоидальная. В поперечном направлении идут семь жилок: базальная, невральная, три межкубитальные, две возвратные. Жилки на крыле образуют замкнутые ячейки. Заднее крыло имеет в принципе такое же строение, но не все жилки в нем полностью выражены.

Характер размещения жилок на крыле постоянен и служит важным систематическим признаком.

Задание 4. Рассмотреть строение брюшного отдела и жалоносного аппарата пчелы. Отделить подвижную часть жала от неподвижной.

Методика выполнения задания. Отделить брюшко пчелы от грудного отдела и положить на дно восковой ванночки тергитами вверх. Ввести в отверстие стебелька две иглы и, придерживая одной из них брюшную сторону, другой отделить друг от друга спинные полукольца от брюшных, проводя при этом иглой по месту их сочленения с одной и с другой стороны. С помощью пинцета перенести тергиты на предметное стекло в глицерин. Под микроскопом при 16-кратном увеличении отделить друг от друга. Обратить внимание на строение тергитов, их форму, расположение на них дыхалец. Промыть водой в восковой ванночке и очистить от мягких тканей стерниты, перенести их на предметное стекло. С помощью пинцета и препаровальной иглы под микроскопом отделить в последовательности, начиная с первого, все стерниты. Обратить внимание, что на двух стернитах (1-м и 2-м) нет восковых

зеркалец, а на 3-м, 4-м ,5-м, 6-м они есть. Таким же способом отделить тергиты и стерниты матки и трутня. Сравнить их со стернитами и тергитами рабочей пчелы.

Для извлечения жалоносного аппарата взять пчелу и с помощью пинцета отделить последний сегмент брюшка. Отчленённый сегмент поместить на предметное стекло в глицерин или воду. Под микроскопом при 16-кратном увеличении с помощью препаровальных игл отделить тергит от стернита и выделить жалоносный аппарат. В верхней части жалоносного аппарата найти две ядовитые железы – большую и малую, а ниже – все части жала. Осторожно препаровальными иглами отделить квадратную и треугольную пластинки от продолговатой, затем препаровальной иглой находящейся в левой руке, придерживая колбовидное расширение салазок, извлечь стилеты из салазок. Таким образом, подвижная часть жалоносного аппарата будет отделена от неподвижной.

Вводные пояснения

Брюшко женских особей (пчелы и матки) состоит из шести, а трутня из семи колец. Каждое брюшное кольцо состоит из двух полуколец – спинного *тергита* и брюшного – *стернита*, соединенных между собой тонкой хитиновой перепонкой – плейральной мембраной. Тергиты брюшка у пчелы сильно увеличены и прикрывают своими концами края стернитов. Тергит вдоль переднего края имеет утолщение – хитиновый валик с двумя бугорками. Каждый тергит имеет по бокам по паре дыхалец – *стигм.*

На четырёх последних стернитах рабочей пчелы имеется по два более тонких и светлоокрашенных участка хитина, называемых *восковыми зеркальцами*, на которых в виде тонких пластинок образуется воск. У матки и трутня восковыделительные железы отсутствуют.

Таблица 1 – Отличительные особенности строения

Признаки	Матка	Рабочая пчела	Трутень
Масса тела, мг			
Длина тела, мм			
Форма головы			
Расположение простых глаз			
Расположение сложных глаз			
Количество омматидиев, тыс. шт.			
Количество члеников в жгутике усика, шт.			
Строение верхних челюстей			
Длина хоботка, мм			
Строение передних ножек			
Строение средних ножек			
Строение задних ножек			
Наибольшая длина крыла, мм			
Наибольшая ширина крыла, мм			
Количество зацепок на заднем крыле, шт.			
Количество сегментов брюшка, шт.			
Восковые зеркальца			
Жало			
Выполняемые функции			

Жало имеется у всех женских особей. Последний сегмент брюшка конусообразный, внутри этого сегмента находится камера жала. Все составные части жала группируются вокруг двух отделов: *подвижного* и *неподвижного*.

Неподвижный отдел состоит из *салазок* – длинный стержень, колбовидно расширенный в передней части и резко суженный в задней части. В колбовидном расширении салазок имеется большая полость, в которую впадают протоки двух ядовитых желез. От колбовидного расширения салазок отходят *дуги салазок*, к которым примыкают продолговатые пластинки. От заднего конца каждой продолговатой пластинки отходит назад мягкий футляр, переходящий на конце в щупик, усаженный чувствительными волосками.

Подвижный отдел состоит из *стилетов* – длинных тонких иголочек, имеющих полость внутри. На концах стилетов имеется 8–10 зазубринок, обращенных остриём вверх. У переднего конца стилеты загибаются в стороны, образуя дужки стилетов. Края дужек соединяются с углом треугольной пластинки, а треугольная пластинка соединяется с квадратной. У верхнего края квадратной пластинки находится смазочная железа Кожевникова. Её секрет служит для смазывания трущихся частей жалоносного аппарата. Подвижная часть жала с неподвижной соединяется рельсообразно.

Жало матки по строению несколько отличается от жала рабочей пчелы:

1. Салазки жала матки имеют изогнутую форму;
2. Количество зазубринок на стилетах меньше (3–5);
3. Нить большой ядовитой железы раздваивается у самого резервуара.

Вопросы для самостоятельной подготовки

1. Строение наружных покровов пчелы. Их функции.
2. Из каких отделов состоит тело пчелы? Какую функцию выполняет каждый отдел?
3. Наружное строение грудного отдела.
4. Строение ножек пчелы.
5. Функции, выполняемые ножками.
6. Биологические приспособления на передних, средних и задних ножках пчелы.
7. Строение крыльев пчелы. Продольные и поперечные жилки.
8. Строение и роль крыловой мембраны у пчелы. Как образуется единая крыловая пластинка?
9. К какому типу относится ротовой аппарат медоносной пчелы?
10. Из каких частей состоит ротовой аппарат пчелы?
11. Верхние челюсти пчелы, их строение, место прикрепления. Назначение у различных особей.
12. Строение нижних челюстей пчелы, особенности их строения.
13. Нижняя губа, ее строение. Особенности строения язычка.
14. Как устроен брюшной отдел пчелы?
15. Строение жалоносного аппарата матки, его отличие от жала рабочей пчелы.
16. Из каких основных частей состоит жалоносный аппарат пчелы, его значение.

Занятие 2 (2 часа)
СТРОЕНИЕ ВНУТРЕННИХ СИСТЕМ И ОРГАНОВ МАТКИ, РАБОЧЕЙ ПЧЕЛЫ И ТРУТНЯ

Цель: изучить внутреннее строение тела матки, рабочей пчелы и трутня.

Оборудование и наглядные пособия. Микроскопы МБС-9, восковые ванночки, пинцеты, препаровальные иглы, энтомологические булавки, глазные ножницы, предметные стекла, салфетки, макет пчелы, таблицы, живые пчелы.

Задание 1. Рассмотреть строение кишечного канала пчелы.

Методика выполнения задания. Для вычленения кишечного канала необходимо ножницами отрезать пчеле голову и пинцетом осторожно тянуть за последний сегмент брюшка. Вместе с сегментом отделяется часть пищевода, медовый зобик, средняя и задняя кишки. Кишечный канал поместить на предметное стекло, обильно смочить водой и рассмотреть на темном столике микроскопа при 32-кратном увеличении.

Вводные пояснения

Строение пищеварительной системы. Кишечный канал насекомых состоит из трех отделов: *переднего, среднего* и *заднего*.

В передней кишке различают несколько отделов:

1. Головной отдел передней кишки – *глотка* (фарингс). В основании глотки находится глоточная пластина. Стенки глотки имеют петли, при расспрямлении которых увеличивается ее просвет. За счет сокращения сжимающих мышц происходит уменьшение просвета глотки;

2. Грудной отдел – *пищевод*. Пищевод представляет собой тонкую трубочку, стенки которой имеют многочисленные складки;

3. Брюшной отдел – *медовый зобик* и *промежуточная кишка*. Медовый зобик служит резервуаром, в который пчела набирает нектар, приносит воду в улей, перемещает мед внутри гнезда. Объем медового зобика в среднем 14–18 мм^3. Р*абочая нагрузка медового зобика* – 35–45 мг нектара. В стенках медового зобика отсутствуют железы, вследствие чего в нем ферменты не вырабатываются. В медовый зобик инвертаза попадает из глотки одновременно с нектаром. Медовый зобик соединен со средней кишкой промежуточной кишкой или клапаном медового зобика, который состоит из *головки* плавающей на дне медового зобика и *рукава*, опускающегося в среднюю кишку. Клапан выполняет три функции:

1) регулирует поступление пищи в среднюю кишку;

2) не дает обратного хода пищи из средней кишки в медовый зобик;

3) очищает нектар от пыльцевых зерен.

Средняя кишка – главный отдел кишечника, в котором корм переваривается и усваивается. По внешнему виду это гофрированная трубка коричневато-розового цвета. Эпителиальные клетки средней кишки выполняют секреторную функцию. Они выделяют все основные ферменты (инвертаза, амилаза, протеаза и липаза), разлагающие углеводы, жиры и белки.

Пища не соприкасается с эпителием средней кишки, а окружена *перитрофической мембраной* (студенистая масса), выполняющей две функции:

1. Защитную – предохраняет секреторные клетки от механических повреждений и проникновения микроорганизмов;

2. Пищеварительную – проницаема для ферментов, идущих к пище и питательных веществ, идущих к стенкам средней кишки.

Средняя кишка сужается в заднем конце, образуя *пилорический* клапан со сфинктером (слой кольцевых мускулов), закрывающим просвет средней кишки.

В месте соединения средней кишки с тонкой задней расположены *мальпигиевы* сосуды – органы выделения.

Задняя кишка состоит из *тонкой* кишки и расширенной *толстой,* на конце которой находится *анальное* отверстие. *Тонкая* кишка – трубочка, состоящая из 6-ти продольных складок. Хитиновая оболочка проницаема для воды и имеет вид зубчиков, направленных назад. *Толстая* кишка – мешочек с эластичными складчатыми стенками, за счет которых она может резко увеличиваться в объеме, вместить и удержать до 40 мг каловых масс. В стенках толстой задней кишки расположены шесть ректальных желез, выделяющих фермент каталазу, который предотвращает вредное влияние веществ, образующихся в задней кишке.

Задняя кишка в процессе пищеварения не участвует, главная ее функция заключается в окончательном формировании экскрементов и выводе их наружу через анальное отверстие.

Задание 2. Рассмотреть строение кровеносной системы пчелы.

Методика выполнения задания. У взрослой пчелы сердце лежит очень близко к спинной поверхности, поэтому для её вычленения необходимо удалить все внутренности брюшка. Положить пчелу в восковую ванночку стернитами вверх, укрепить её булавками, осторожно воткнув их в последний сегмент брюшка и в грудь. Затем ножницами сделать разрез вдоль тела посредине стернитов. Ванночку наполнить водой. Осторожно иглами отвернуть стерниты влево и вправо, закрепить их энтомологическими булавками. Удалить все внутренности брюшка, тогда на тергитах можно заметить сердце. Вычленить сердце можно, осторожно поднимая его иглами вместе с мышцами и слоем гиподермы.

Вводные пояснения

Строение кровеносной системы. Кровеносная система пчелы принадлежит к незамкнутому типу. Часть пути кровь проходит по сосудам, а часть – свободно изливаясь в полости тела. Кровеносная система пчелы состоит: из сердца, аорты, двух диафрагм – спинной и брюшной и пульсирующих органов.

Сердце пчелы пятикамерное, расположено в верхней части брюшка под тергитами. Задний конец сердца замкнут, а передний конец каждой камеры суживается и входит внутрь расположенной впереди камеры. Суженный участок камеры имеет тонкие эластичные стенки, распадающиеся на мышечные волокна (межкамерный клапан). При сжатии сердца *межкамерный клапан* пропускает кровь только в одном направлении – вперед. В каждой камере с боков имеются еще два отверстия – *остии*, через которые кровь засасывается из полости тела в сердце.

Сердце переходит в аорту. В стебельке аорта делает 18–20 петель. Эта часть аорты называется *влагалищной сумкой*. Сердце лежит на спинной диафрагме. *Диафрагма* – соединительная ткань – перепонка, прикреплённая к боковым стенкам в пяти местах. Вторая диафрагма – брюшная, лежит в нижней части брюшка.

Продвижение гемолимфы в отдаленные участки тела пчелы – в усики, ножки, жилки крыльев обеспечивается наличием у их оснований пульсирующих органов – пузырек с остией и клапаном. От пузырька отходят сосуды.

Кровь насекомых – бесцветная жидкость, в ней нет красных кровяных телец – эритроцитов. Она не выполняет дыхательной функции. Кровь насекомых получила специальное название – *гемолимфа*.

Задание 3. Рассмотреть воздушные брюшные мешки пчелы.

Методика выполнения задания. Для препарирования дыхательной системы пчелу укрепить в восковой ванночке спинной стороной вверх. Затем с помощью ножниц сделать продольный разрез посредине тергитов брюшного отдела. Конец ножниц не следует погружать внутрь брюшка, чтобы не повредить внутренние органы. Ванночку наполнить водой. Осторожно с помощью пинцета и игл отвернуть влево и вправо верхнюю стенку брюшка, закрепить её булавками. По бокам пищеварительной системы будут заметны два больших мешка белого цвета – брюшные воздушные мешки, которые становятся еще более отчетливыми, если удалить осторожно кишечник. От мешков отходят крупные трахеи, которые затем ветвятся.

Вводные пояснения

Строение дыхательной системы. Насекомые используют кислород воздуха при помощи трахейной системы. Воздух в тело пчелы попадает через 10 пар дыхалец – *стигм*. Три пары на грудном отделе и семь пар на брюшном. С наружным воздухом дыхальце сообщается через небольшое продольное отверстие и попадает в сферическую полость – *дыхательную камеру*, внутренние стенки которой обильно покрыты волосками, которые служат для очистки воздуха от механических примесей. От переднего края дыхательной камеры в косом направлении отходит ветвь трахеи, которая открывается вторым концом в воздушном мешке. Отверстие трахеи имеет вид щели. В месте её отхода находится запирающий аппарат. Одна пара самых крупных воздушных мешков расположена симметрично по бокам брюшка. В груди расположены четыре парных и два непарных мешка. В голове имеется три пары воздушных мешков. Мешки брюшка, груди и головы соединены друг с другом трахейными стволами. От воздушных мешков отходят многочисленные трахеи к органам пчелы. Эти трахеи ветвятся, образуя все более тонкие трубочки. Диаметр трахей с просветом в 1 микрон и менее называются *трахеолами*. Они лежат на поверхности клеток, но иногда проникают внутрь их.

Воздух в тело пчелы попадает через брюшные дыхальца в момент расслабления брюшка. Отработанный воздух выходит через проподемальные дыхальца. При полёте воздух попадает в тело пчелы через брюшные и первое грудное дыхальце, а выходит через проподемальные.

Вопросы для самостоятельной подготовки

1. Органы, входящие в состав кишечного канала пчелы.
2. Строение передней кишки пчелы. Значение клапана медового зобика.
3. Строение средней кишки пчелы, роль перитрофической мембраны.
4. Ферменты, выделяемые средней кишкой, их пищеварительное значение.
5. Строение задней кишки пчелы, ректальные железы. Значение фермента каталазы.
6. Почему не происходит обратного тока пищевой массы из средней кишки в медовый зобик?
7. Тип кровеносной системы у пчелы.
8. Основные органы, входящие в состав кровеносной системы.
9. Строение сердца пчелы.
10. Строение аорты, роль влагалищной сумки.
11. Строение диафрагм.
12. Строение, расположение и роль пульсирующих органов.
13. Строение и роль дыхательной камеры.
14. Строение трахей, воздушных мешков и трахеол.

15. Как у пчелы происходят вдох и выдох?

Занятие 3 (2 часа)
ОРГАНЫ РАЗМНОЖЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПЧЕЛЫ, МАТКИ И ТРУТНЯ

Цель: изучить строение половой системы матки, рабочей пчелы и трутня.

Оборудование и наглядные пособия. Микроскопы МБС-9, восковые ванночки, пинцеты, препаровальные иглы, энтомологические булавки, глазные ножницы, предметные стекла, салфетки, макет пчелы, таблицы, живые и заспиртованные матки, трутни и рабочие пчелы.

Задание 1. Рассмотреть строение половой системы матки.

Методика выполнения задания. Для препарирования половых органов матки ее помещают на дно восковой ванночки и закрепляют энтомологическими булавками за грудь и последний сегмент брюшка. Ножницами разрезают тергиты посредине вдоль брюшка. При помощи игл и пинцета тергиты отгибают влево и вправо, закрепляя их энтомологическими булавками. Осторожно удаляют кишечный канал и ванночку заливают водой. Рассматривают под микроскопом яичники, парные яйцеводы, семяприемник с придаточной железой.

Вводные пояснения

Половая система матки. Половые органы матки представлены двумя яичниками, парными и непарным яйцеводами, семяприемником, влагалищем и преддверием влагалища.

Яичники размещены в верхней части брюшка по бокам от медового зобика. По форме яичники напоминают грушу, которая широкой частью обращена к концу брюшка, а передней узкой частью загнута книзу. Длина зрелого яичника у плодной матки 5–6 мм, диаметр 3–4 мм. Яичники матки состоят из большого числа (200–250) параллельно расположенных яйцевых трубочек.

Стенки яйцеводов в средней части имеют многочисленные крупные складки, за счет которых может в значительной степени изменяться их объем. Увеличение объема яйцеводов необходимо в двух случаях: 1) для временного хранения спермы, так как в момент спаривания матки с трутнями вся сперма направляется сначала в парные яйцеводы, откуда в течение 18–24 часов переходит в семяприемник; 2) для временного хранения яиц, так как в процессе яйцекладки из яйцевых трубочек могут выпадать несколько яиц, а дальше по проводящей системе идет только одно яйцо, остальные остаются в складках яйцеводов.

Правый и левый яйцеводы сливаются в один короткий *непарный яйцевод*, сверху над которым расположен семяприемник – резервуар для хранения сперматозоидов. Он имеет сферическую форму, диаметр 1,2–1,3 мм. В месте вывода выводного протока из семяприемника образуется мышечный орган – *семенной насос.* Вслед за коротким непарным яйцеводом следует влагалище, с нижней стороны которого имеется полый выступ – *влагалищный зубец*, подающий яйцо к отверстию канала семяприемника той стороной, где имеется микропиле. Заканчивается влагалище узким отверстием в виде буквы Т. Открывается влагалище в полость преддверия влагалища, стенки которого имеют много складок, особенно выделяются две – *совокупительные карманы*.

Задание 2. Рассмотреть строение половой системы рабочей пчелы.

Методика выполнения задания. Половые органы рабочей пчелы препарируют таким же образом, как и матки. Рассматривают под микроскопом и отмечают, что общий план строения половой системы рабочей пчелы такой же, как и у матки, но все органы недоразвиты.

Вводные пояснения

Половая система рабочей пчелы. Яичники нормальной рабочей пчелы недоразвиты и имеют вид тонкого, прозрачного тяжа. Число яйцевых трубочек в яичниках рабочих пчел колеблется от 1 до 24 в каждом. Часто правый и левый яичники имеют разное количество яйцевых трубочек. От лентовидных яйцевых трубочек отходят длинные, более толстые тяжи – недоразвитые парные яйцеводы, которые, сливаясь, образуют непарный яйцевод. В отдельных случаях заметно шарообразное тельце – рудимент семяприемника. Хотя половой аппарат пчелы сильно недоразвит, в основе его лежит одинаковый принцип строения.

Задание 3. Рассмотреть строение половой системы трутня.

Методика выполнения задания. Точно таким же образом препарируют и половые органы трутня. Удалив кишечник, рассматривают естественное положение половых органов трутня. Чтобы рассмотреть половой аппарат трутня, его необходимо вынуть с помощью пинцета на предметное стекло в капельку воды.

Рассматривают половой аппарат трутня на темном столике микроскопа. Обращают внимание на следующие детали строения: семенники, семяпроводы, придаточные железы, семяизвергательный канал, луковицу, шейку и основание с рожками.

Вводные пояснения

Половая система трутня. Половые органы трутня занимают большую часть брюшка и состоят из парных семенников, парных семенных пузырьков, придаточных желез, семяизвергательного канала и эндофаллуса (копулятивного аппарата).

Семенники трутня расположены в передней части брюшка, между кишкой и сердцем. По форме семенник напоминает боб, кремово-желтого цвета, длиной 5–6 мм и поперечным сечением 3,0–3,5 мм. Каждый семенник состоит из многочисленных (до 200) слегка извилистых трубочек – *семенных канальцев*. Просвет каждого канальца заполнен спермиями всех стадий развития. Выводные концы всех семенных канальцев впадают в *семяпровод*. Первую часть семяпровода составляет короткая извилистая трубочка, которая образует у самого семенника три – пять петель. Далее семяпровод, расширяясь, образует *семенной пузырек*. В конце семенного пузырька от внутреннего слоя выделяются прозрачные вакуоли, которые образуют *губчатую пробку*, препятствующую выходу спермиев. Затем семенной пузырек уменьшается в диаметре, сильно изгибается вниз и вперед (формирует Sобразную петлю), образуя третью часть семяпровода – короткую трубку, которая входит в стенку основания придаточной железы.

Придаточные железы (мукусные) – два, слегка изогнутых образования цилиндрической формы, длиной 6–7 мм, диаметром 1,5 мм. Внутренний слой придаточных желез состоит из железистых клеток, вырабатывающих слизь (мукус). Выходу мукуса из придаточной железы препятствует тонкая пленка. Внутри придаточных желез берет начало *семяизвергательный канал* – длинная изогнутая трубка диаметром 0,3–0,5 мм, лишенная мускулов.

Эндофаллус состоит из *луковицы*, *шейки*, *основания* с двумя парными рожками. Луковица имеет форму груши, сплющенной в спинно-брюшном направлении. Сквозь стенки луковицы просвечиваются две длинные – продольные и две треугольные хитиновые пластинки темно-коричневого цвета. Пластинки вместе с небольшим участком стенки, отслаиваясь от луковицы при естественном спаривании трутня, образуют шлейф у матки. От нижнего края каждой треугольной пластинки отходят назад широкие складки, которые вместе с конусовидным выступом луковицы запирают отверстие луковицы. Луковица заполнена студени-

стым веществом. За луковицей идет узкая шейка, на которой находится перистый придаток – полый карман со складчатыми стенками, и против него в стенке шейки находится шесть – восемь поперечных складок – *спиральная полоска*. За шейкой следует плотное основание *эндофаллуса,* от которого по бокам отходят два больших полых выступа – *рожки*. Выводной проток эндофаллуса выходит в клоаку, которая открывается наружу. Половозрелым трутень становится на 19–21 день жизни, сперма таких трутней кремовато-желтого цвета.

Вопросы для самостоятельной подготовки

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?

Занятие 4 (2 часа)
РОСТ И РАЗВИТИЕ ОСОБЕЙ ПЧЕЛИНОЙ СЕМЬИ

Цель: изучить особенности роста и развития особей пчелиной семьи.

Оборудование и наглядные пособия. Лупы, микроскоп МБС-1, пинцеты, препаровальные иглы, предметные стекла, ножницы, салфетки, вода, восковые ванночки, сот с разновозрастным расплодом, а также зафиксированные в 70 %-м спирте личинки, предкуколки и куколки взрослых пчел, трутней и маток.

Задание 1. Ознакомиться с внешним строением яйца, личинки, предкуколки и куколки медоносной пчелы. Зарисовать отдельные стадии развития рабочей пчелы и заполнить таблицу 2. Изучить особенности развития матки, рабочей пчелы и трутня.

Методика выполнения задания. Для ознакомления с фазами развития рабочей пчелы используют соты с расплодом на различной стадии развития. При ознакомлении с внешним видом личинки и куколки пользуются лупой, отмечают различия в строении. Обращают внимание на голову личинки с зачаточными ротовыми частями, брюшные и грудные сегменты, находят дыхальца.

Вводные пояснения

Эмбриональное, или зародышевое, развитие рабочей пчелы, матки, трутня включает все изменения, происходящие внутри яйца, в результате которых из одноклеточного яйца формируется многоклеточный организм – личинка. С выходом личинки из яйца начинается постэмбриональное развитие пчелы, которое продолжается до наступления взрослой стадии (имаго). Постэмбриональное развитие состоит из трех стадий: личинки, предкуколки и куколки.

Стадия личинки. Тело личинки состоит из маленькой головки и четко различимых сегментов: трех грудных и десяти брюшных. У личинки на грудных члениках нет наружных зачатков ни крыльев, ни ножек. Отсутствуют сложные глаза. Однако под личиночной кутикулой обозначаются их зачатки, которые называются *имагинальными почками*.

В области восьмого и девятого брюшных сегментов на брюшной стороне появляются зачатки половых органов. Центральное место в теле личинки занимает кишечный канал. В передней кишке имеются небольшая ротовая полость, короткая глотка и пищевод. Медовый зобик отсутствует. Средняя кишка занимает большую часть тела личинки. Особенность этого отдела – отсутствие соединений с задней кишкой. В результате непереваренные частицы пищи остаются в ней в течение всей личиночной стадии. Соединение этих двух отделов происходит лишь перед прядением кокона, когда ячейка с личинкой уже запечатана. В средней кишке у личинки имеются мальпигиевы сосуды. Задняя кишка представляет собой узкую трубку, изогнутую под острым углом и заканчивающуюся анальным отверстием.

Сердце личинки состоит из 12 камер. Дыхательная система представлена двумя большими продольными трахейными стволами, расположенными по бокам тела, с мелкими ответвлениями от них по всему телу. По бокам сегментов – 10 пар дыхалец.

Нервная система состоит из большого надглоточного и малого подглоточного ганглиев, брюшной нервной цепочки, состоящей из 11 ганглиев: трех грудных и восьми брюшных. Ганглии соединены парными коннективами.

В течение всей личиночной стадии происходит развитие зачатков яичников. К концу личиночной стадии у рабочей пчелы число яйцевых трубочек достигает 130–150. Во время

последующих стадий при превращении личинки в куколку происходит распад личиночных тканей и число яйцевых трубочек у рабочей пчелы уменьшается до 3–20; у матки же яичники продолжают развиваться и в стадии куколки.

Хорошо развито у личинки жировое тело (60 % ее массы).

Прядильная железа в виде двух длинных трубок, расположенных под средней кишкой с брюшной стороны имеется только у личинок. У личинки в течение всей стадии развиваются зачатки жала. За время личиночной стадии происходит пять линек: I – через 12–18 ч после выхода из яйца; II – через 36; III – через 60; IV – через 78–89; V – через 144 ч.

Стадия личинки рабочей пчелы длится 6 дней, матки – 5, трутня – 7 дней.

В течение всей жизни личинка интенсивно питается. В запечатанной ячейке, освободившись от кала, личинка прядет кокон. Личинка рабочей пчелы прядет кокон в течение 2 суток на 10 – 11-й день после откладки яйца, а личинка трутня – 3 дня. После прядения кокона личинка линяет в пятый раз. Ей предшествует выход наружу зачатков всех придатков, находящихся до того внутри тела, под кутикулой, и превращающихся во внешние части тела. Эти органы принимают форму, характерную для куколки. После окончания прядения кокона личинка выпрямляется и замирает.

Стадия предкуколки. Продолжительность стадии предкуколки рабочей пчелы 3 дня, матки – 2 , трутня 4 дня. Голова по размеру уже составляет 2/3 размера головы имаго. Глаза увеличиваются, а их поверхность становится складчатой и морщинистой. Грудь отделяется от головы отчетливой перетяжкой. Крылышки увеличиваются в ширину, на этом этапе они морщинистые и плотно прижаты к груди. Ротовые органы удлиняются и сливаются в компактную группу. Сегменты груди и брюшка разделяются по горизонтальной линии на две половины: спинную и брюшную, приобретая строение, характерное для взрослой особи. Кроме этого подвергаются гистолизу – распаду – внутренние органы. Наибольшим изменениям подвергается мышечная система, в результате чего предкуколка становится неподвижной. В передней кишке появляется медовый зобик с клапаном; средняя кишка становится петлеобразной и приобретает складчатое строение. Задняя кишка разделяется на тонкую и прямую. Увеличивается число трубочек мальпигиевых сосудов. Наблюдается частичное слияние ганглиев нервной цепочки, уменьшается в размере жировое тело. Стадия предкуколки заканчивается сбрасыванием старой кутикулы, из-под нее выходит куколка.

Стадия куколки. Вся поверхность тела куколки покрыта складками. Она не питается и не выделяет экскрементов, но довольно интенсивно дышит. Полностью распадаются прядильные железы, пищеварительный канал, жировое тело. Куколка еще не имеет крыльев, но усики, хоботок и ножки уже ясно обозначены. Меняется структура желудка, число камер сердца уменьшается с 12 до 5.

Сравнительно мало подвергается разрушению нервная система, но в то же время для нее характерны существенные изменения. Значительно увеличивается масса надглоточного узла в голове за счет недифференцированных нервных клеток. Кроме того, происходит слияние нервных узлов в груди, а также попарно последних четырех узлов на конце брюшка.

Зачатки половых желез не разрушаются. Одним из показателей внутренней жизни куколки является ее дыхание. Увеличиваются первое и третье грудные дыхальца, а второе, наоборот, уменьшается. Разрушаются трахеи. Новые трахеи так же как и воздушные мешки, формируются из имагинальных зачатков, которые расположены на трахейных стволах. Из зачатков по бокам головы формируются сложные глаза. Первоначально куколка имеет белый цвет. За время развития куколки в процессе формирования различных органов окраска внешних покровов меняется. Через день после окукливания фасеточные глаза остаются еще чисто-белыми, через 2 дня появляется желтоватый оттенок, на 14й день они приобретают розоватую окраску, а к 16-му дню становятся темно-лиловыми.

Завершается перестройка внутренних органов рабочей пчелы в течение 9 дней. К концу стадии куколки окончательно формируются крылья, ножки, затвердевают и приобретают темносерый цвет наружные покровы.

Стадия имаго. Перед выходом из ячейки куколка линяет шестой раз. Только что вышедшая пчела, по сравнению с пчелой старшего возраста, имеет более мягкий хитиновый покров, ее тело густо покрыто волосками.

Особенности развития маток

Матки развиваются в специальных восковых мисочках – маточниках. Личинки, из которых развивается матка, выходят, как и личинки рабочей пчелы, из оплодотворенного яйца. Поэтому пчелы могут вывести для себя матку из любой пчелиной личинки раннего возраста, соблюдая определенный режим их кормления. Пчелы снабжают маточную личинку большим количеством молочка: личинка в нем «плавает». В отличие от личинки рабочей пчелы будущие матки питаются молочком в течение всех 5 дней стадии личиночного развития. Корм в маточных ячейках имеется и после запечатывания ячейки (через 7,5 дней).

Таблица 2 – Продолжительность стадий развития особей пчелиной семьи, суток

Стадия развития	Матка	Рабочая пчела	Трутень
Яйцо			
Личинка			
Предкуколка			
Куколка			
Продолжительность всего цикла			

Различия в строении тела яичников и жирового тела личинки рабочей пчелы и матки проявляются только после 3-го дня личиночной стадии, а в физиологии и обмене веществ после 1,5дневного возраста.

Личинка матки прядет кокон, отличный от кокона личинки рабочей пчелы. Он имеет вид колпачка на вершине маточника; с противоположной стороны маточника, там, где расположен корм, он отсутствует. Поэтому личинка может потреблять корм во время прядения кокона.

Процессы, происходящие на стадии предкуколки и куколки, у матки носят сходный характер с процессами, протекающими на этой стадии у рабочей пчелы. Существенные различия проявляются при формировании половых органов. К концу стадии личинки число яйцевых трубочек у маточной личинки достигает 150–200. Постепенно они меняют свое первоначальное положение. Затем расширяются части яйцевода, примыкающего к яичнику, и, наконец, образуются парные яйцеводы. Яйцевые трубочки на протяжении личиночной стадии увеличиваются в размере и при дальнейшем развитии образуют яичник.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, купив полную легальную версию на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.