

Лекция 1. Морфология, анатомия и физиология насекомых

План лекции:

1. Содержание и задачи энтомологии.
2. Строение тела насекомых.
3. Кожные покровы насекомых. Мышечная система.
4. Расположение внутренних органов в полости тела насекомого.
5. Выделительная система. Экскреция, секреция, инкреция.

Вопрос 1. Содержание и задачи энтомологии.

Сельскохозяйственные культуры повреждают не только насекомые, но и другие животные организмы (нематоды, клещи, слизни, грызуны), которые в отдельные годы существенно снижают урожай. Однако в связи с тем, что среди вредителей растений по количеству видов насекомые составляют большинство, курс называется «Энтомология». Энтомология – наука о насекомых (от греческого слова энтомон – насекомое, логос – учение).

Насекомые представляют громадный класс животных, насчитывающий свыше 1 млн видов, за ними следуют клещи (12–15 тыс. видов), нематоды (менее 10 тыс.).

В 18 веке энтомология обособилась от зоологии на правах отдельной отрасли знаний – это объясняется исключительной ролью насекомых. В соответствии с практическим значением для человека насекомых условно делят на полезных и вредных. К числу полезных насекомых относят хищников и паразитов (энтомофагов), уничтожающих вредных насекомых, обитателей почвы и лесной подстилки, участвующих в процессах почвообразования, опылителей растений, поставщиков ценных продуктов питания (мед) и сырья для промышленности (воск, шелк, красители).

К вредным относят растительноядных насекомых (фитофагов), наносящих существенный вред растениям, разрушителей древесины, различных кровососущих насекомых, часто переносящих ряд опасных болезней человека и домашних животных.

В настоящее время энтомология оказалась подразделенной на ряд самостоятельных дисциплин: общую энтомологию, сельскохозяйственную энтомологию, лесную, медицинскую и ветеринарную энтомологию.

Общая энтомология подразделяется на морфологию – изучает наружное строение насекомых; анатомию и физиологию – рассматривают внутреннее строение и обмен веществ в организме; биологию – дает представление о размножении и цикле развития насекомых; экологию – изучает связи насекомых с внешней средой; систематику – показывает место насекомых в животном мире и подразделение их.

Основная задача энтомологии и ее специального раздела – сельскохозяйственной энтомологии – снижение или устранение потерь урожая сельскохозяйственных культур от вредителей. Характер повреждения растений связан не только с повреждением вредителя, но и с ответной реакцией растения на повреждение, обусловленной его сортовыми особенностями, уровнем

агротехники, размещением посевов и т. д. Поэтому в решении своей основной задачи энтомология тесно связана с другими дисциплинами: физиологией растений, растениеводством, селекцией, почвоведением, земледелием, агрохимией, овощеводством, генетикой, плодоводством, механизацией, организацией, химической и биологической защитой растений, иммунитетом, карантинном и др.

Вопрос 2. Строение тела насекомых.

Тело насекомых состоит из 3 отделов (голова, грудь, брюшко), оно имеет двустороннюю симметрию. Снаружи тело насекомых покрыто кутикулой, которая играет роль наружного скелета и обычно образует твердый панцирь (у позвоночных – внутренний панцирь). Кутикула защищает насекомых от неблагоприятных условий, препятствует испарению воды из тела, служит местом прикрепления изнутри скелетных мышц, увеличивает сопротивление на деформацию.

Подвижность сегментов тела насекомого различна. Так, сегменты, составляющие головной или грудной отделы, совершенно или почти неподвижные, а сегменты брюшного отдела бывают хорошо подвижны (за счет подвижных межсегментарных мембран).

У членистоногих каждому сегменту тела в принципе соответствует 1 пара конечностей. Однако у насекомых эта исходная метамерность утрачена: ходильные конечности сохранились лишь на груди, на голове они видоизменились в ротовые органы и пару усиков, а на брюшке исчезли. Помимо того, у насекомых на груди выработались новые органы движения – крылья.

Таким образом, тело насекомых состоит из сегментов, количество их может быть 10–13 (зависит от вида насекомого).

Голова и ее придатки.

Голова – главный рецепторный отдел, воспринимающий пищу и информацию о внешней среде. Голова представляет собой сильно уплотненную черепную коробку, состоящую из 5 (6–8 сегментов). Черепная коробка образует наружный скелет головы, несет пару сложных глаз, глазки простые, усики и ротовой аппарат. Голова может иметь самую разнообразную форму: округлая, сжата с боков, вытянута в виде хоботка, может быть хорошо заметна, но бывает скрыта под переднеспинкой. Иногда на голове могут быть выросты. Поверхность головы подразделена на отдельные участки. Спереди лицевую часть занимает лоб, который в верхней своей части переходит в темя и далее назад в затылок. К нижней границе лба примыкает пластинка – наличник, к которому подвижно подвешена губа, прикрепляющая сверху ротовые органы. Боковые части головы подразделены на виски, расположенные сверху за глазами, и щеки, расположенные под и за глазами. К щекам примыкают верхние челюсти. Органы зрения у насекомых представлены сложными глазами и простыми. Сложных глаз 1 пара, они расположены по бокам головы, но иногда бывают настолько развиты, что занимают почти всю поверхность головы (стрекозы). Простые глаза, или глазки, имеются не у всех насекомых, они имеют вид выпуклых точек, число их может быть от 1 до 3. Часто одно-

временно имеются и сложные глаза, и глазки, но бывает, что имеются только глаза или глазки. Есть насекомые, у которых нет ни глаз, ни глазков. Усики – это членистые придатки головы, их всегда 1 пара. Усики являются в основном органами обоняния и осязания. Они расположены на передней части головы по бокам лба между глазами или впереди них, обычно в хорошо выраженной усиковой впадине. Усики состоят из разного числа члеников. Основной – 1-й членик – называется рукояткой, следующий членик – ножка, остальная часть – жгутик, начинается с 3-го членика. Жгутик состоит из более или менее одинаковых члеников. Усики приводятся в движение мышцами.

Чрезвычайно большое разнообразие усиков сводится к следующим типам:

- 1) нитевидные – длинные тонкие по всей длине;
- 2) щетинковидные – утончающиеся к вершине;
- 3) четковидные – хорошо обособлены, округло выпуклые членики с одной стороны;
- 4) пиловидные – с короткими угловатыми выступами на члениках с одной стороны;
- 5) гребенчатые – более сильные выросты на члениках;
- 6) булавовидные – утолщены на вершинном конце;
- 7) веретенковидные – утолщены в средней части и сужены к основанию и вершине;
- 8) пластинчатые – состоят из складывающихся пластинок;
- 9) коленчатые – с сильно удлиненным первым члеником, к которому жгутик присоединен под углом;
- 10) перистые – с очень тонкими длинными выростами на члениках с обеих сторон;
- 11) щетинконосные – короткие 3-члениковые с тонкой щетинкой на концевом членике;
- 12) неправильные – имеют членики средней или основной части усика неправильной, несимметричной формы (мечевидные, пластинчато-булавовидные, коленчатые, гребенчатые).

Усики являются основным признаком для определения насекомых. У самцов и самок они отличаются.

В зависимости от способов питания и особенностей приема пищи ротовые органы у различных групп насекомых очень разнообразны: грызущие, грызуще-лижущие, колюще-сосущие, сосущие.

Исходным типом является грызущий ротовой аппарат, состоящий из верхней губы, пары верхних челюстей, пары нижних челюстей, непарной нижней губы, языкообразного органа (подглоточника). Грызущий ротовой аппарат приспособлен для приема твердой пищи (тараканы, жуки, гусеницы). Сосущие ротовые органы претерпели значительные изменения, но в большинстве случаев сохранили общие черты, присущие исходным грызущим ротовым органам. Так, у колюще-сосущих насекомых (клопы) верхние и нижние челюсти представляют тонкие и длинные колющие щетинки, заключенные в длинный членистый хоботок, образованный нижней губой.

Сосуший ротовой аппарат (бабочки) представлен хоботком, образованным за счет сильно вытянутых в длину и потерявших членистость нижних челюстей.

В зависимости от положения выступающих частей ротовых органов различают 3 типа постановки головы: гипогнатический, при котором ротовые части направлены вниз (клопы, саранча), прогнатический – ротовые части направлены вперед (жужелица) и опистогнатический – ротовые части направлены вниз и назад (цикадки, медяницы, тли).

Грудь и ее придатки.

Грудь насекомых состоит из 3 обособленных сегментов: передне-, средне- и заднегруди. Скелетной основой сегмента является кутикулярное кольцо. Каждое кольцо состоит из 4 склеритов: верхнего полукольца – спинки, нижнего полукольца – груди и бочков. Для обозначения верхних полуколец на различных сегментах груди употребляют термины: передне-, средне- и заднеспинка, для обозначения нижних полуколец: передне-, средне- и заднегрудка. Каждый сегмент груди несет по паре ног, а средне- и заднегрудь – по паре крыльев (у мух развита лишь одна пара передних крыльев, а у веерокрылых – одна пара задних крыльев, нередко крылья бывают недоразвиты или отсутствуют). Крыло по происхождению является двуслойной складкой покровов тела, которые при появлении имаго сближаются и затвердевают, образуя эластичную пластинку. Жилкование крыла, т. е. форма, число и расположение жилок очень разнообразны и служат признаком определения насекомых. Все многообразие крыльев классифицируют по трем признакам: по консистенции (однородные или разнородные), по количеству ячеек (сетчатые или перепончатые) и по степени опушения крыльев чешуйками и волосками (голые и покрытые).

По плотности передняя пара крыльев может быть плотной кожистой с заметным жилкованием (прямокрылые) или роговой, где жилки незаметны (жуки). У клопов или полужесткокрылых кожистую или роговую консистенции передние крылья имеют лишь у основания (полунадкрылья).

Если крылья имеют большое количество поперечных жилок (замкнутых ячеек), их называют сетчатыми, если ячеек мало (меньше 20), то крылья перепончатые (равнокрылые, перепончатокрылые, двукрылые). При сплошном опушении пластинки крыла короткими волосками (ручейники) крылья называют покрытыми, если волосков или чешуек нет – голыми.

Ноги насекомых состоят из тазика, вертлуга, бедра, голени, лапки. Лапка состоит из 1–5 члеников, служит для определения вида. В зависимости от образа жизни и уровня специализации отдельных групп насекомых встречаются следующие типы ног:

- 1) плавательные – плоская широкая форма с волосками;
- 2) прыгательные – утолщенные и удлиненные бедра;
- 3) копательные – бедро и голень расширены и укорочены, лапка недоразвита;
- 4) бегательные – длинные, тонкие все части ноги;

5) хватательные – бедро и голень передних ног сильно удлинены, покрылись шипами или зубцами;

6) собирательные – задние ноги у пчел (голень, а особенно первый членок лапок расширен для сбора и переноса пыльцы (корзиночки);

7) ходильные – лапка широкая и уплощенная, ноги более короткие.

Брюшко и ее придатки.

Брюшко является третьим отделом тела насекомого, оно состоит из ряда сходных сегментов и у взрослых насекомых лишено ног. Каждый сегмент состоит из верхнего полукольца и нижнего полукольца, соединенных по бокам тела мягкими плебрами.

Брюшко может сочленяться с грудью различно. По характеру сочленения различают сидячее брюшко, стебельчатое и висячее. Сидячее брюшко прикреплено к заднегруди всем своим основанием и не образует перехвата или сужения (встречается у большинства насекомых). Стебельчатое брюшко соединено с грудью тонким и более или менее длинным стебельком, образовавшимся в результате сужения 1-го, 2-го, а иногда и 3-го сегментов брюшка (встречается у многих ос, муравьев, наездников). Висячее брюшко, в отличие от названных, имеет короткий стебелек и отделено от груди ясным, но коротким перехватом (пчелы, шмели). Придатки брюшка располагаются чаще на заднем конце (яйцеклад, церки, грифельки).

Яйцеклад представляет собой гениталии самки и служит для откладки яиц. У жалящих перепончатокрылых (пчелы, осы, муравьи) яйцеклад превратился в орган защиты и нападения – жало.

Церки представляют собой придатки последнего сегмента, они могут быть членистыми (у таракана) и нечленистыми (у уховертки и саранчи) и бывают как у самцов, так и у самок.

Грифельки расположены на последнем стерните брюшка самца и представлены парой небольших нечленистых образований (тараканы, прямокрылые).

Вопрос 3. Кожные покровы насекомых. Мышечная система.

Кожа насекомых состоит из трех основных слоев:

- кутикулы,
- гиподермы,
- базальной перепонки (мембраны).

Кутикула составляет наружную часть кожи, не имеет клеточного строения и представляет собой в основном продукт выделения гиподермы. Кутикула образует наружный скелет насекомых, который служит опорой для прикрепления мышц и выполняет механическую функцию; эта функция проявляется также и в том, что кутикула играет роль механической защиты тела от внешних воздействий. В своей основе кутикула эластична и гибка, но очень часто локально она подвергается уплотнению, или склеротизации.

Кутикула подразделяется на два основных слоя – наружный и внутренний. Наружный слой, или эпикутикула, очень тонкий, толщиной всего лишь 1–4 мкм, но сам он также слоист; в нем различают до 2–5 слоев. Он хорошо

развит у наземных насекомых, непроницаем для воды и плохо смачивается водой, т. е. гидрофобен; несмачиваемость позволяет избежать воздействия сил поверхностного натяжения при контакте с водой, что особенно важно для мелких насекомых, а непроницаемость препятствует высыханию тела в воздушной среде.

Гидрофобность эпикутикулы объясняется присутствием в ее составе воска и липоидов; нарушение целостности эпикутикулы вызывает резкое возрастание потери воды организмом, а также облегчает проникновение ядовитых веществ. У почвенных и водных насекомых эпикутикула или не выражена, или лишена воскового слоя. Внутренний слой, или прокутикула, во много раз толще эпикутикулы, достигает толщины в несколько сот микронов. Она может быть мягкой и прозрачной и тогда не дифференцирована на два слоя; но очень часто наружная ее часть сильно склеротизируется, т. е. становится твердой и темной, образуя янтарного цвета экзокутикулу, тогда как внутренний слой сохраняет свои свойства неизменными и называется эндокутикулой. Биохимическую основу прокутикулы составляют хитин и белки.

Хитин содержится в количестве 25–60 %, является высокомолекулярным полимером из числа азотистых полисахаридов. Он очень стоек к химическим воздействиям. Белок прокутикулы может образовывать соединения с дубильными веществами, например хиноном; такой задубленный белок отличается плотностью, темным цветом и лишен гибкости, благодаря чему кутикула становится склеротизованной. Чем тверже кутикула, тем она темнее окрашена. Твердость ее разнообразна: у большинства жуков и у ряда других насекомых кутикула сильно склеротизована, образует на теле твердый панцирь, но у личинок и мелких насекомых она очень гибкая. Такая же гибкость свойственна кутикуле в местах сочленения, что обеспечивает необходимую подвижность и сгибаемость тела.

Гиподерма состоит из одного слоя клеток, образует кожный эпителий, подстилающий кутикулу. Функция гиподермы заключается в выделении и образовании кутикулы, а также в выделении линочной жидкости, которая растворяет старую эндокутикулу перед линькой насекомого. Базальная перепонка подстилает гиподерму, она очень тонка и нередко различается с трудом; она не имеет клеточной структуры, но, видимо, происходит из кровяных клеток.

Кожные покровы образуют ряд производных – различные придатки, эндоскелетные образования и железы; окраска тела также связана с кожей. Придатки кожи разнообразны и подразделяются на два основных типа – скульптурные и структурные образования. К числу скульптурных придатков относятся чисто кутикулярные образования, без участия гиподермы. Это разнообразные шипики, или хетоиды, а также бугорки, покрывающие тело насекомого; к скульптурным образованиям относятся также бороздки и вдавленные точки на кутикуле. В целом скульптурные образования на кутикуле весьма характерны для насекомых; ее плотная поверхность благоприятствует

развитию скульптур, и многие виды насекомых хорошо различаются между собой по особенностям скульптуры поверхности тела.

Структурные образования являются уже производными кожи в целом, т. е. ее кутикулы и гиподермы. Наиболее обычны волоски и щетинки, объединяемые под общим названием хеты; первые более тонки и по всей длине одинаковой толщины, вторые к основанию несколько утолщены, но по строению те и другие одинаковы и обычно происходят из двух клеток гиподермы. Нередко волоски образуют на теле густой покров, например, у ночных бабочек, шмелей, у некоторых обитателей пустынь; в других случаях волоски или щетинки разбросаны поодиночке, играют роль чувствительных придатков, к ним присоединяется нервная клетка. Нередко на теле, особенно на ногах, расположены шипы и шпоры – сильные выступы, выложенные изнутри гиподермой; это уже многоклеточные образования, причем одни из них фиксированы на теле неподвижно, другие же сочленены подвижно. Видоизменения хет составляют чешуйки бабочек, покрывающие их крылья и отчасти тело. Это пластинчатые образования разнообразной, иногда причудливой формы; располагаются они черепицеобразно. Чешуйки встречаются также и у немногих других групп насекомых, например на теле у жуков долгоносиков, некоторых первичнобескрылых и др.

Эндоскелет представляет собой серию внутренних выростов кутикулы, служащих для прикрепления мышц и поддержки некоторых внутренних органов. В сущности, эти внутренние выросты аналогичны наружным придаткам кожи и образуют внутренний каркас тела; отдельные элементы такого каркаса называются аподемами. Особенно сильно эндоскелет развит в голове и в груди, обеспечивая прочность этих отделов тела и надежную фиксацию ротовых органов и крыльев. Эндоскелет головы обозначается общим понятием тенторий.

Кожные железы у насекомых разнообразны – восковые, пахучие, ядовитые, лаковые, отпугивающие и пр. Восковые железы свойственны, например, тлям, кокцидам, пчелам; у тлей и кокцид эти железы расположены по всему телу, а у пчел – на некоторых стернитах брюшка. Некоторые тропические червецы выделяют лак, используемый как ценное техническое сырье. Пахучие железы особенно характерны для клопов, располагаются у них на груди или брюшке. Ядовитые кожные железы свойственны, например, гусеницам некоторых бабочек и располагаются у основания волосков. Отпугивающие железы известны, например, у жуков-бомбардиров. Шелкоотделительные, или прядильные, железы у личинок чешуекрылых, ручейников и перепончатокрылых представляют собой видоизменение слюнных желез, но их выделения служат как бы дополнительным покровом. Но у некоторых насекомых есть специальные прядильные кожные железы, например на передних лапках у эмбий.

Окраска тела у насекомых разнообразна, нередко весьма характерна и подразделяется на два типа – пигментную, или химическую, и структурную, или физическую. Пигментная окраска зависит от наличия соответствующего пигмента, т. е. красящего вещества, которое может располагаться в кутикуле,

в гиподерме или в крови и жировом теле. Основной пигмент насекомых – меланины – сложные вещества белкового характера; меланины принадлежат к кутикулярным пигментам, отличаются многообразием оттенков – от желтых и светло-бурых до черных, и представляют собой продукт обмена веществ. Они поглощают солнечные лучи и, в связи с этим, имеют значение в поддержании температуры тела и в изменении активности насекомых.

Широко распространены также каротиноиды, определяющие желтые и красные окраски тела преимущественно растительноядных насекомых. Их источником служит каротин растений и близкие пигменты, которые в мало измененном виде накапливаются в кожных покровах и могут находиться также в крови насекомых. Так, красные личинки колорадского жука имеют в своей крови каротин, т. е. заимствованный от растений пигмент; заимствованные пигменты наблюдаются и у других насекомых. Но травянисто-зеленая окраска многих насекомых обусловлена не хлорофиллом растений, а зеленым пигментом, известным под общим названием инсектовердин.

Особую группу образуют птерины, определяющие окраску от белой и желтой до оранжевой и красной. Это гетероциклические соединения пуринового типа, близкие к мочевой кислоте. Возможны и другие пигменты.

Структурная окраска возникает вследствие особенностей строения кутикулы и расположения на ней чешуек. Она обусловлена явлениями дифракции или интерференции, т. е. связана с особенностями разложения и отражения света. Отсюда переливчатые и металлические окраски тела ряда жуков, крыльев бабочек и других насекомых. Нередко действительная окраска насекомого оказывается комбинированной, т. е. результатом соединения пигментной и структурной окраски.

Вопрос 4. Расположение внутренних органов в полости тела насекомого.

Полость тела насекомых, как и у других членистоногих, смешанная. Диафрагмами она поделена на 3 синуса: верхний (перикардальный), в нем размещен орган кровообращения – спинной сосуд, нижний (перинеуральный) – размещена брюшная нервная цепочка, и наибольший объем занимает средний висцеральный синус. С этим синусом связаны пищеварительная, выделительная, половая системы. Дыхательная система находится во всех синусах полости тела – она представлена воздухоносными трубками – трахеями и трахеолами, они пронизывают стенки всех внутренних органов.

Промежутки между внутренними органами заполняет у насекомых жировое тело – рыхлая ткань, пронизанная трахеями. Жировое тело может быть белым, желтым, оранжевым, зеленоватым. При питании здесь откладываются резервные питательные вещества и синтезируются белки.

Пищеварительная система включает три отдела: передняя, средняя и задняя кишки. Между передней и средней кишками находится кардиальный клапан, средней и задней кишками – пилорический. Передняя кишка представлена глоткой, пищеводом, зобом, механическим желудком. В зависимо-

сти от потребляемой пищи возможны вариации в строении: отсутствует зоб, желудок.

Зоб – место временного пребывания пищи, отчасти здесь происходит пищеварение; функция желудка – размельчение (перетиравание) пищи. Глотка у насекомых, питающихся жидкой пищей, мускулистая, выполняет функцию насоса. Слюнные железы открываются в ротовую полость, как правило, около основания нижней губы. Содержащиеся в слюне ферменты обеспечивают начальные этапы пищеварения.

У кровососущих насекомых слюна содержит вещества, препятствующие свертыванию крови – антикоагулянты. В некоторых случаях слюнные железы меняют свою функцию (у гусениц превращаются в прядильные железы).

В средней (тонкой) кишке происходит переваривание и всасывание пищи. В начальный участок кишки у некоторых насекомых (таракан и др.) впадает несколько слепых выпячиваний кишечника – пилорические придатки – они увеличивают всасывающую поверхность. Стенки средней кишки образуют складки – крипты.

Эпителий средней кишки у многих насекомых выделяет вокруг содержимого кишки перитрофическую мембрану, роль которой важна в процессах переваривания и всасывания пищевых веществ. Кроме того, она предохраняет эпителий средней кишки от механических повреждений.

Задняя (прямая) кишка нередко отличается значительной длиной и подразделяется на несколько участков. Здесь у большинства насекомых находятся ректальные железы. Функции отдела: формирование и удаление экскрементов, всасывание воды из пищевой массы, переваривание пищи с помощью симбионтов (характерно для личинок некоторых видов насекомых). Отделы кишечника разделены клапанами, препятствующими обратному току пищи. Передний и средний отделы разделяет кардиальный клапан, средний и задний – пилорический. Тип пищи накладывает отпечаток на морфологию органов питания. Пища насекомых разнообразная и охватывает почти все вещества животного и растительного происхождения. По пищевой специализации насекомые подразделяются на следующие группы: пантофаги, полифаги, олигофаги и монофаги. Классификация насекомых по пищевым режимам: фитофаги, зоофаги, сапрофаги, копрофаги, некрофаги, гематофаги.

Дыхательная система – органами дыхания являются трахеи. По бокам тела находится до 10 пар дыхалец. По числу и месту расположения дыхалец насекомых делят на 3 группы: голопнейстические, гемипнейстические и апнейстические. Стигмы ведут в атриальную полость, стенки которой образуют замыкательный аппарат и систему фильтрации воздуха, и далее в систему трахей. Трахеи многократно ветвятся и опутывают все органы. Заканчивается каждая трахея концевой клеткой с радиально расходящимися отростками. Концевые веточки этой клетки (трахеолы) проникают внутрь отдельных клеток тела насекомого. У многих насекомых имеются воздушные мешки. В отличие от трахей в них нет тений. У малоактивных насекомых, обитающих в условиях повышенной влажности, поступление кислорода в трахейную систему и удаление из нее углекислого газа происходит путем

диффузии через постоянно открытые дыхальца. У большинства насекомых дыхание активное, происходит расслабление и сжатие брюшка. Дыхательные системы, имеющие стигмы, называются открытыми. Насекомые имеют и закрытые системы, для которых характерно отсутствие дыхалец, воздух в организм поступает в этом случае через трахейные, ректальные, дыхальцевые жабры или через покровы. Форма трахейных жабр пластинчатая, кустистая, они представляют собой тонкостенные выросты, пронизанные сетью трахей. Место положения трахейных жабр варьируется. Функции трахей: проводники воздуха, внутренний скелет, поддерживающий внутренние органы в определенном положении.

Кровеносная система незамкнутая. Полость тела с открытой кровеносной системой называется гемоцель. В связи с особенностями строения дыхательной системы эта система у насекомых развита сравнительно слабо. Сердце размещено в брюшке, оно поделено на камеры (число их варьируется у разных насекомых), имеются остии с клапанами. От сердца отходит аорта, которая открывается свободно. Совместная работа сердца и диафрагм обеспечивает циркуляцию гемолимфы по телу насекомого. Движение гемолимфы в крыльях осуществляется по жилкам. Имеются местные пульсирующие органы в виде ампулы, мембранозной сократительной перепонки со специальной мышцей. Подобные образования располагаются в основании усиков, конечностей. Гемолимфа представляет собой бесцветную или желтоватую жидкость, у немногих насекомых содержит гемоглобин. Клетки крови – гемциты, их функции разнообразны. Плазма содержит аминокислоты, растворенные соли, углеводы, мочевую кислоту и другие вещества. Функции гемолимфы: транспорт питательных веществ, защитная, гидравлическая, метаболизм, отчасти дыхательная.

Нервная система, как у всех членистоногих, – это брюшная нервная цепочка. Она подразделяется на центральную, периферическую и симпатическую. Центральная нервная система состоит из головного мозга, нервной цепочки, начинающейся подглоточным ганглием. Каждый сегмент тела имеет по одному парному ганглию, от которого отходят нервы, образующие периферическую нервную систему. Каждый ганглий контролирует свой сегмент.

Головной мозг в виде надглоточного узла является главным и имеет 3 отдела. В протоцеребруме хорошо развиты зрительные доли, внутри полушарий размещаются грибовидные тела – ассоциативные центры, они хорошо развиты у общественных насекомых. Дейтоцеребрум иннервирует усики, основная часть его дифференцирована в обонятельные доли. Тритоцеребрум иннервирует верхнюю губу, от него берет начало симпатическая система.

Подглоточный ганглий иннервирует ротовые конечности. У большинства насекомых ганглии брюшной нервной цепочки концентрируются в продольном направлении. Периферическая нервная система образована нервами, отходящими от центральной и симпатической систем, а также нейронами, расположенными по всему телу. Симпатическая система состоит из трех отделов: стоматогастрического (рото-желудочного), брюшного и хвостового – работа мышц и желез.

Органы чувств – подразделяют на механо-, хемо-, фоторецепторы и другие. Механорецепторы воспринимают механическое раздражение. Они представлены либо отдельными сенсиллами (трихоидные, колоколовидные, хордотональные и др.), либо органами (Джонстонов, тимпанальные). Хеморецепторы – волоски, пластинки, ямки. Фоторецепторы – глаза. Для насекомых характерны как сложные глаза, так и простые. Сложные глаза состоят из омматидиев, число которых варьируется у разных представителей. Каждый омматидий имеет оптическую и сенсорную части, строение которых сходно с устройством глаз ракообразных. Сложные глаза дневных и ночных насекомых в строении отличаются. Тип глаз первых оппозиционный, вторых – суперпозиционный. В первом случае пигмент, экранирующий омматидии, неподвижен, во втором – пигмент способен перемещаться, скапливаясь в верхней части глаза. Простые глаза (1–3) характерны для некоторых отрядов насекомых, они иннервируются от средней части протоцеребрума, а не от зрительных долей. У личинок насекомых с полным превращением имеются латеральные глазки (стеммы), иннервация их идет от зрительных долей мозга. Помимо перечисленных органов чувств, у насекомых имеются рецепторы влажности, терморепцепторы, органы равновесия.

Вопрос 5. Выделительная система. Экскреция, секреция, инкреция.

Функции органов выделения у насекомых выполняются рядом образований. В первую очередь, это мальпигиевы сосуды. Они эктодермального происхождения, располагаются на границе между средней и задней кишками. Их полость выстлана однослойным эпителием. Количество мальпигиевых сосудов колеблется от 2 (червецы) до 150 (пчелиные). Открываются сосуды самостоятельно либо объединены в пучки. Мальпигиевы сосуды обладают некоторой подвижностью, что обеспечивает постоянную смену омывающей их гемолимфы. Из гемолимфы продукты обмена в виде растворенных в воде солей мочевой кислоты поступают в полость сосудов, где образуется мочевая кислота. Освобождающаяся при этом вода всасывается стенками сосудов и поступает обратно в гемолимфу. Особенно интенсивно эти процессы идут в задней кишке, куда поступают продукты обмена из мальпигиевых сосудов. Ректальные железы являются основным местом всасывания воды. Почти сухие кристаллы мочевой кислоты вместе с экскрементами выводятся через анальное отверстие. Подобное выведение продуктов обмена в виде сухих кристаллов позволяет насекомым экономно расходовать воду, поступающую в организм. У форм, обитающих в среде с повышенной влажностью или поглощающих большое количество жидкой пищи, реабсорбция воды не происходит. Кроме мальпигиевых сосудов, функцию выделения выполняют лабиальные железы. Они представляют собой парные образования, открываются одним отверстием в основании нижней губы. Лабиальные железы характерны насекомым отрядов подуры, ногохвостки, щетинохвостки. Вторая группа органов выделения – органы накопительной экскреции. Ими являются жировое тело (уратные клетки), нефроциты и у некоторых (тизануры, прямокрылые) фагоцитарные органы.