

Лекция 9. Подтип Трахейные (Tracheata), Класс Насекомые (Insecta)

Характеристика класса.

Класс Насекомые объединяет более 1 млн. видов членистоногих животных, для которых характерно расчленение тела на три отдела: голову, грудь и брюшко. На груди находится три пары ног, брюшко лишено конечностей. Большинство имеют крылья и способны к активному полету.

Внешнее строение. На голове насекомых имеются сложные (фасеточные) глаза, у некоторых видов, кроме них, имеются и простые глаза. На голове имеются четыре пары придатков: первая пара – усики (антенны), органы обоняния, остальные три пары образуют ротовой аппарат. Верхняя губа прикрывает верхние челюсти. Вторая пара ротовых придатков образует верхние челюсти, третья пара – нижние челюсти, четвертая пара срастается и образует нижнюю губу. На нижней челюсти и нижней губе могут находиться по паре щупиков. К ротовому аппарату относится язык – хитиновое выпячивание дна ротовой полости. В связи с типом питания, ротовые аппараты могут быть различных типов (рис. 145): грызущего типа – характерны для насекомых, питающихся жесткой растительной пищей (жуки, прямокрылые, тараканы и др.) – наиболее древний, исходный тип ротовых аппаратов; грызуще – лижущие ротовые аппараты у пчел; колюще – сосущие ротовые аппараты у клопов, комаров; сосущие ротовые аппараты у бабочек; лижущий ротовой аппарат у мух.

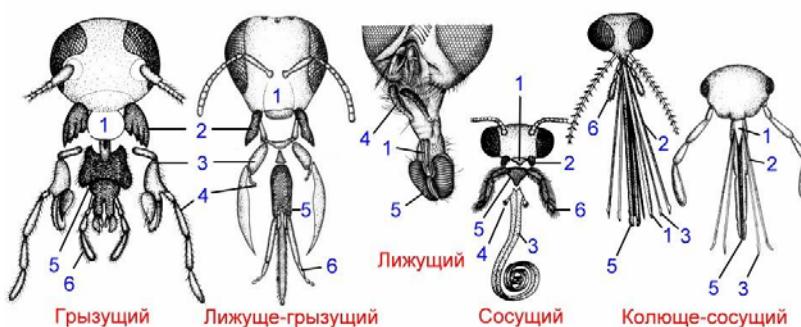


Рис. 145. Ротовые органы насекомых. А – грызущие (тараканы), Б – грызуще-сосущие (пчелы), В – сосущие (бабочки), Г – колюще-сосущие (самки комара):

1 – верхняя губа (лабрум); 2 – верхние челюсти (мандибулы); 3 – нижние челюсти (максиллы); 4 – нижнечелюстные щупики; 5 – нижняя губа (лабиум); 6 – нижнегубные щупики.

Грудь состоит из трех члеников: передне-, средне- и заднегрудь. На каждом сегменте находится по паре ног, на средне- и заднегрудь у летающих видов находится чаще всего две пары крыльев. Конечности членистые, образующие с помощью суставов систему рычагов. В связи с образом жизни ноги бывают бегательными, прыгательными, плавательными, копательными, хватательными и другими.

Крылья являются выпячиваниями кожи, между верхним и нижним слоем находится щель, являющаяся продолжением полости тела. Крыло имеет жилки – утолщения, в которых проходят трахеи и нервы. У жуков передняя пара крыльев выполняет защитную функцию и превращается в прочные надкрылья. Полет осуществляется с помощью второй пары крыльев. У клопов твердеет часть передних крыльев, этих насекомых объединили в отряд Полужесткокрылые. У Двукрылых насекомых вторая пара крыльев превращена в жужжальца. Есть насекомые, никогда не имевшие крыльев, есть вторично утратившие крылья в связи с паразитизмом или по другим причинам.

Брюшко у наиболее эволюционно продвинутых характеризуется уменьшением числа сегментов (от 11 до 4-5 у перепончатокрылых и двукрылых). На брюшке у низших насеко-

мых есть парные конечности, у высших насекомых они видоизменяются в яйцеклад или другие органы.

Покровы состоят из кутикулы и гиподермы, которые защищают насекомых от механических повреждений, потери воды, являются наружным скелетом.

Мышцы насекомых по гистологическому строению относятся к поперечнополосатым, они отличаются высокой дифференциацией и способностью к очень высокой частоте сокращений (до 1000 раз в сек.)

Пищеварительная система начинается ротовыми конечностями и ротовой полостью, в которую открываются протоки слюнных желез. Слюнные железы могут видоизменяться и вырабатывать шелковистую нить, превращаясь в прядильные железы (у гусениц многих видов бабочек). Передняя кишка включает глотку, пищевод, у некоторых видов насекомых имеется расширение – зоб. У видов, питающихся твердой пищей, за зобом находится жевательный желудок, в котором находятся хитиновые складки – зубцы, способствующие перетиранию пищи. Средняя кишка может иметь слепые выросты, увеличивающие поверхность всасывания. Задняя кишка заканчивается анальным отверстием. На границе между средней и задней кишкой просвет кишечника открываются многочисленные слепо замкнутые мальпигиевы сосуды (рис. 146).

У многих насекомых в кишечнике поселяются простейшие и бактерии, способные переваривать клетчатку. Среди насекомых существуют всеядные виды (тараканы), растительноядные, хищные. Существуют виды, питающиеся падалью, продуктами гниения – навозом, растительными остатками. Некоторые виды приспособились переваривать такие малопитательные вещества, как воск, волосы.

Дыхательная система насекомых начинается отверстиями – дыхальцами, или стигмами, которые находятся по бокам средне- и заднегруди и на каждом членике брюшка. Часто стигмы имеют особые замыкательные клапаны, и воздух попадает в хорошо развитую систему трахей (рис. 147). Трахеи пронизывают все тело насекомого, разветвляются на все более тонкие трубочки – трахеолы и могут образовывать небольшие расширения – воздушные мешки. Трахеи имеют хитиновые кольца и спирали, которые не дают стенкам спадаться. По системе трахей осуществляется транспорт газов, дыхательная функция гемолимфы весьма невелика.

Активно передвигающиеся насекомые могут совершать дыхательные движения с помощью расширения и сжатия брюшка. У многих личинок, живущих в воде (стрекозы, поденки), имеются так называемые трахейные жабры, стигм нет, трахейная система замкнутая. У некоторых личинок, живущих в воде, встречаются жабры, не имеющие трахей, газообмен происходит только через покровы, в этих случаях кислород транспортируется гемолимфой.

Кровеносная система развита у насекомых сравнительно слабо. Сердце находится в околосоледречном синусе, на спинной стороне брюшка, и представляет собой трубку, слепо замкнутую на заднем конце, разделенную на камеры и имеющую по бокам парные отверстия

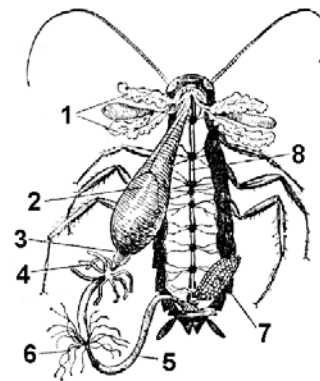


Рис. 146. Внутреннее строение насекомых:

1 – слюнные железы; 2 – пищевод и зоб; 3 – желудок; 4 – слепые выросты средней кишки; 5 – задняя кишка; 6 – мальпигиевы сосуды; 7 – яичник; 8 – брюшная нервная цепочка.

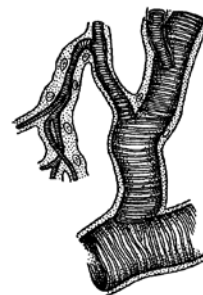


Рис. 147. Строение трахей насекомых.

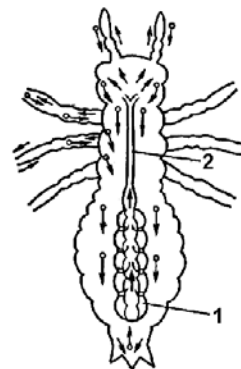


Рис. 148. Кровообращение у насекомых:

1 – сердце, 2 – аорта. Стрелки показывают направление тока гемолимфы.

с клапанами – остии. К каждой камере сердца подходят мышцы, обеспечивающие ее сокращение. Гемолимфа движется в переднюю часть тела, в единственный сосуд – в головную аорту – и выливается в полость тела. Через многочисленные отверстия гемолимфа попадает внутрь околосердечного синуса, затем через остии, при расширении сердечной камеры, засасывается в сердце (рис. 148).

Гемолимфа не имеет дыхательных пигментов и представляет желтоватую жидкость, содержащую фагоциты. Основная ее функция – транспорт питательных веществ ко всем органам и продуктов обмена к органам выделения. Дыхательная функция гемолимфы незначительна, но у некоторых водных личинок насекомых (у мотыля, личинок комаров-звонцов) гемолимфа имеет гемоглобин, окрашена в ярко-красный цвет и отвечает за транспорт газов.

Органы выделения. К ним у насекомых относятся мальпигиевы сосуды и жировое тело. Мальпигиевы сосуды (в количестве до 200 и более) поглощают из гемолимфы продукты обмена веществ. Продукты белкового обмена превращаются в кристаллы мочевой кислоты, жидкость активно реабсорбируется эпителием сосудов и возвращается в организм, а кристаллы мочевой кислоты попадают в заднюю кишку. Жировое тело насекомых, помимо основной функции – аккумуляции запасных питательных веществ, служит еще и «почкой накопления», в ней есть особые экскреторные клетки, которые постепенно насыщаются труднорастворимой мочевой кислотой.

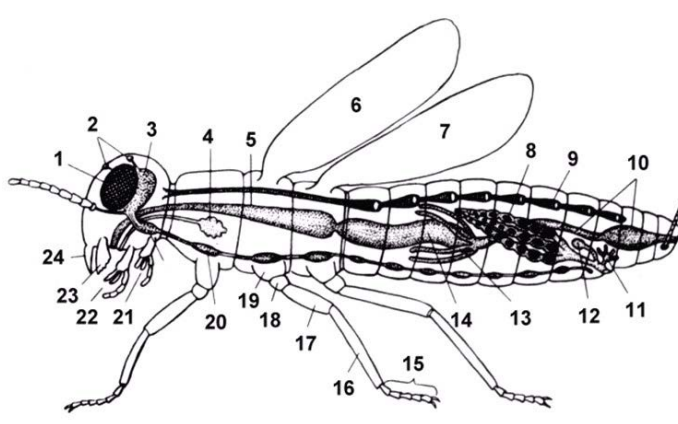


Рис. 149. Схема строения самки насекомого:

1 – сложный глаз; 2 – простые глазки; 3 – головной мозг; 4 – слюнная железа; 5 – передняя кишка; 6 – передняя пара крыльев; 7 – задняя пара крыльев; 8 – яичник; 9 – сердце; 10 – задняя кишка; 11 – придаточные железы женской половой системы; 12 – семяприемник; 13 – мальпигиевы сосуды; 14 – средняя кишка; 15 – лапка; 16 – голень; 17 – бедро; 18 – вертлуг; 19 – тазик; 20 – брюшная нервная цепочка; 21, 22 – максиллы; 23 – мандибулы; 24 – верхняя губа.

Нервная система. ЦНС насекомых состоит из головного мозга, подглоточного ганглия и сегментарных ганглиев брюшной нервной цепочки (рис. 149). Периферическая нервная система представлена нервами, отходящими от ЦНС, и органами чувств. Продолжается тенденция к слиянию ганглиев, у некоторых насекомых грудные и брюшные сегментарные ганглии сливаются в грудные и брюшные нервные узлы. Наиболее сложный головной мозг развивается у общественных насекомых: муравьев, пчел, термитов.

Органы чувств насекомых многообразны и сложны. Они имеют сложные глаза и простые глазки. Сложные глаза состоят из омматидиев, число которых у различных видов насекомых неодинаково. У стрекоз каждый глаз состоит из 28000 омматидиев, у муравьев, особенно у особей, обитающих под землей, число омматидиев снижается до 8-9. Зрение у некоторых насекомых цветное, цветовосприятие сдвинуто в сторону коротковолновых лучей: они видят ультрафиолетовую часть спектра и не видят красные цвета. Зрение мозаичное. Роль простых глазков до конца не изучена, но доказано, что они воспринимают поляризованный свет.

Многие насекомые способны издавать звуки и слышать их. Органы слуха могут располагаться на голених передних ног, у основания крыльев, на передних сегментах брюшка. Органы, издающие звуки, у насекомых также разнообразны.

Органы обоняния расположены в основном на антеннах, которые наиболее развиты у самцов. Органы вкуса располагаются не только в ротовой полости, но и на других органах, например на ножках – у бабочек, пчел, мух, и даже на усиках – у пчел, муравьев.

На всей поверхности тела насекомого находятся сенсорные клетки, которые связаны с чувствительным волоском. При изменении влажности, давления, дуновении ветра, при меха-

ническом воздействии изменяется положение волоска, возбуждается рецепторная клетка и передает сигнал в головной мозг.

Многие насекомые воспринимают магнитные поля и их изменение, но где находятся органы, воспринимающие эти поля, пока неизвестно.

Размножение. Насекомые раздельнополы. У многих насекомых проявляется половой диморфизм – самцы могут быть мельче (у многих бабочек) или иметь совершенно другую окраску (бабочки непарного шелкопряда), иногда самцы имеют более крупные усики, у некоторых видов сильно развиваются отдельные органы – верхние челюсти у самца жука-олена. У самцов в брюшке имеются семенники, от которых отходят семяпроводы, заканчивающиеся непарным семяизвергательным каналом. У самок имеются два яичника, они открываются в парные яйцеводы, которые ниже соединяются в непарное влагалище.

При спаривании семя самца вводится в совокупительную сумку и семяприемник, откуда попадает во влагалище, где и происходит оплодотворение яиц. У некоторых видов сперматозоиды в семяприемнике сохраняются живыми несколько лет. У пчелиной матки, например, брачный полет бывает раз в жизни, а живет и откладывает яйца она 4-5 лет.

У насекомых известны случаи партеногенетического размножения (без оплодотворения). Самки тлей в течение всего лета из неоплодотворенных яиц отрождают личинок, из которых развиваются самки, только осенью из личинок образуются как самцы, так и самки, происходит спаривание, и зимуют оплодотворенные яйца. Из партеногенетических яиц общественных перепончатокрылых образуются самцы. Половые железы трутней у пчел остаются гаплоидными, а клетки тела восстанавливают диплоидность.

Развитие насекомых делится на два периода – эмбриональное, включающее развитие зародыша в яйце, и постэмбриональное, которое начинается с момента выхода молодого животного из яйца. Постэмбриональное развитие происходит с метаморфозом, по его характеру они делятся на насекомых с неполным превращением и насекомых с полным превращением.

К насекомым с полным превращением относятся насекомые, у которых личинка резко отличается от взрослой стадии имаго, присутствует стадия куколки, во время которой происходит перестройка организма личинки и формируются органы взрослого насекомого. Из куколки выходит взрослое насекомое. Насекомые с полным превращением во взрослом состоянии не линяют. К насекомым с полным превращением относятся, например, отряды: Жесткокрылые, Перепончатокрылые, Двукрылые, Чешуекрылые и другие.

У насекомых с неполным превращением стадия куколки отсутствует, из яйца выходит личинка (нимфа), похожая на взрослое насекомое, но крылья и половые железы недоразвиты. Личинки несколько раз линяют, и после последней линьки появляются крылатые взрослые насекомые с развитыми гонадами. К насекомым с неполным превращением относятся, например, отряды: Таракановые, Богомолы, Прямокрылые, Вши, Равнокрылые и другие.

Филогения. Насекомые ведут начало от древних многоножек, в результате слияния сегментов тела. Большое количество сегментов тела, более гомономная сегментация, присутствие ходильных ножек почти на всех сегментах тела – все эти признаки доказывают большую примитивность многоножек по сравнению с насекомыми.

Для насекомых характерно заметное уменьшение количества сегментов. Тело многих высших насекомых состоит всего из 11-12 сегментов объединенных в три отдела – голову, грудь и брюшко.

Отряд Жесткокрылые (Coleoptera). У насекомых отряда Жесткокрылые (Coleoptera) первая пара крыльев превращена в жесткие надкрылья, ротовой аппарат грызущего типа. У майского жука развитие личинки продолжается под землей несколько лет. Личинка имеет хорошо выраженную голову с ротовым аппаратом грызущего типа, три пары членистых конечностей, совершенно не похожа на жука. Первый год личинка питается перегноем, второй – корнями трав, третий – корнями кустарников и деревьев, чем приносят большой вред мо-

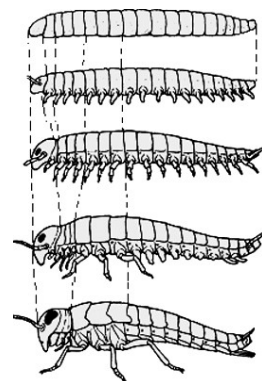


Рис. 150. Происхождение насекомых

лодым древесным насаждениям. На четвертый год в конце весны личинка превращается в куколку и осенью из куколки выходит молодой жук. На поверхность почвы жук выходит весной следующего года. Личинки жуков-короедов, усачей, приносят большой вред лесу и саду, повреждая древесину деревьев, колорадский жук является опасным вредителем картофеля, листьями которого питаются и личинки, и взрослые жуки. Личинки жуков-щелкунов называют проволочными червями, они приносят вред злаковым культурам, подгрызая корни. Хлебные жуки питаются мягкими зернами хлебных злаков, а их личинки грызут корни.

Большую пользу приносят хищные жуки жужелицы, божьи коровки и их личинки, питающиеся тлями. Многие жуки являются санитарами, очищая природу от трупов и навоза (скарabei, навозники, мертвоеды, могильщики).

Отряд Чешуекрылые (*Lepidoptera*). У бабочек ротовой аппарат сосущего типа, две пары крупных крыльев покрыты хитиновыми чешуйками, которые образуют причудливые и сложные рисунки. Окраска может быть предостерегающей, предупреждающей о несъедобности, покровительственной, выражающейся в сходстве с защищенным животным или несъедобным объектом. В то же время окраска носит опознавательный характер.

Личинки бабочек – гусеницы – имеют червеобразную форму, на голове – ротовой аппарат грызущего типа. На грудных сегментах они имеют три пары членистых ножек, остальные – нерасчлененные ложные ножки. Среди чешуекрылых много видов, гусеницы которых являются вредителями лесов и садов. Питаясь листьями, они приносят огромный вред листовным деревьям. Посещая цветки, чешуекрылые играют существенную роль в опылении. Тутовый шелкопряд используется человеком для получения натурального шелка. В настоящее время тутовый шелкопряд в дикой природе не встречается. Многие чешуекрылые стали редкими и занесены в Красные книги.

Отряд Перепончатокрылые (*Hymenoptera*). Крылья перепончатые, две пары, вторая пара меньше, чем первая, при полете сцеплены в единую летательную поверхность при помощи крючков. На голове имеется пара сложных фасеточных глаз и три простых глазка. Среди них есть и вредители (пилильщики, рогахвосты, орехотворки), и полезные для человека виды. Домашние пчелы являются поставщиками меда, воска, прополиса; шмели – прекрасные опылители, муравьи уничтожают огромное количество вредных насекомых.

Наездники (трихограмма, теленомус, белянковый наездник) откладывают свои яички в яйца других насекомых (яйцееды), в их личинки (личинкоеды) и даже во взрослых насекомых (имагоеды). Вышедшие из них личинки поедают свою жертву, снижая численность вредных для человека насекомых. Сдерживание вредной деятельности с помощью использования естественных врагов называют биологическим способом борьбы.

Отряд Двукрылые (*Diptera*). К этому отряду относятся наиболее высокоорганизованные насекомые, обладающие одной парой крыльев, вторая пара превращена в орган равновесия – жужжальца. Ротовые аппараты колющие или лижущие. Личинки безногие, у мух и безголовые. Велико отрицательное значение двукрылых: они являются механическими переносчиками возбудителей кишечных инфекций и яиц гельминтов; некоторые двукрылые – кровососы, могут переносить возбудителей серьезных заболеваний. Например, муха цеце – переносчик возбудителя сонной болезни, москиты – лейшманиоза, слепни – туляремии и сибирской язвы, малярийный комар (рода *Анофелес*) – малярии.

В отличие от других комаров, самка малярийного комара откладывает яички по одиночке, не приклеивая их друг к другу. Яйца имеют воздушные камеры и плавают на поверхности.

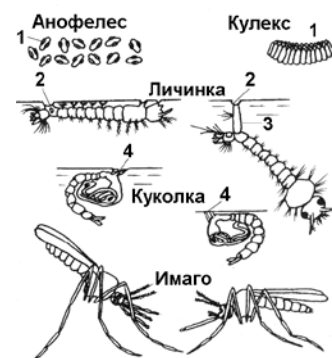


Рис. 151. Главные отличительные признаки комаров рода *Анофелес* и рода *Кулекс*:

1 – поплавки яиц анофелес; 2 – дыхательная стигма; 3 – дыхательная трубочка личинки; 4 – дыхательные сифоны куколок; 5 – расположение насекомых при посадке.

Из яиц выходят личинки, располагающиеся параллельно поверхности воды, а не под углом, как личинки комаров-пискунов (рода Кулекс). При посадке брюшко малярийного комара находится под углом к поверхности (рис. 151), у комара-пискуна – параллельно поверхности. Но и комары рода Кулекс на Дальнем Востоке распространяют тяжелое вирусное заболевание – японский энцефалит.

Большой вред животноводству приносят оводы. Эти крупные мухи не питаются, ротовой аппарат у них не развит. Одни откладывают свои яички или личинки на поверхность тела овец, лошадей, крупного рогатого скота. Другие – в носовые полости животных. Личинки поселяются под кожей, в желудке, носоглотке, лобных и челюстных пазухах, приносят своим хозяевам большие мучения. В конце концов, личинка попадает в почву, где и окукливается.

Отряд Прямокрылые (*Orthoptera*). Более 20000 видов насекомых с неполным превращением. Характерны задние ноги прыгательного типа, грызущий ротовой аппарат.

Из этого отряда наиболее известны насекомые из семейства Кузнечики, семейства Сверчки, семейства Медведки, семейства Саранчовые. У кузнечиков длинные усики, питаются растительной и животной пищей, обычно имеют зеленую окраску. Большой вред сельскому хозяйству приносят некоторые виды саранчи, уничтожая посевы на сотнях гектаров. У них усики короткие, яйцеклад короткий, крючкообразный. Ощутимый вред приносят медведки, часто повреждающие подземные органы растений.