

Лекция 2. Биология насекомых

План лекции:

1. Эмбриональное и постэмбриональное развитие насекомых.
2. Способы размножения насекомых.
3. Типы метаморфоза.
4. Типы личинок и куколок.
5. Фаза имаго. Жизненный и годичный цикл.

Вопрос 1. Эмбриональное и постэмбриональное развитие насекомых.

Индивидуальное развитие насекомого, или онтогенез, можно разделить на два периода: развитие внутри яйца, или эмбриональное, и развитие после выхода из яйца, или постэмбриональное.

Большинство насекомых откладывает яйца. Яйцо насекомого представляет собой клетку, которая содержит ядро, протоплазму и дейтоплазму, или желток, необходимый для питания и развития зародыша. Помимо того, в яйце насекомых нередко находятся симбиотические микроорганизмы, получаемые от матери через яичники (т. е. трансовариально). Яйцо снаружи покрыто хорионом – оболочкой. Хорион иногда имеет явственную микроскульптуру, которая служит надежным признаком для различия родов и даже видов насекомых по фазе яйца. Под хорионом лежит истинная, или желточная, оболочка яйца. При образовании хориона остается отверстие – микропиле, служащее для прохождения сперматозоида при оплодотворении. В яйце есть передний и задний концы, которые соответствуют положению зародыша. В яичнике передний полюс яйца направлен к голове матери, соответственно располагаются спинная и брюшная стороны яйца.

Размеры и внешний вид яйца разнообразны. Размер 0,02–0,03 мм – у тли и трипсов, 8–10 мм – у саранчи. Яйца гладкие – у тли, ребристые – у совки, белянки, иногда снабжены крышечкой, покрыты морщинками.

По форме яйца бывают овальные – у жуков, удлинённые – у бабочек, полушаровидные – у совок, бутылковидные – у дневных бабочек, бочковидные – у клопов, имеют стебелек – у златоглазок, медяниц. Откладка яиц: по одному, группами, открыто или в субстрат, могут быть защищены, покрыты выделениями половых желез.

Эмбриональное развитие начинается с дробления ядра и передвижения образовавшихся дочерних ядер с небольшими участками протоплазмы к периферии яйца. Здесь из массы дочерних ядер образуется сплошной слой клеток – бластодерма. В дальнейшем бластодерма дифференцируется на зародышевую и внезародышевую зоны: клетки последней не участвуют в образовании зародыша, тогда как клетки зародышевой зоны начинают делиться более интенсивно и образуют с брюшной стороны яйца зародышевую полосу, которая затем выпячивается и возникают эктодерма и мезодерма.

Развитие зародыша сопровождается бластокинезом: образуются зародышевые оболочки, отчленяются головные, грудные, брюшные сегменты.

Основы внутреннего строения начинают закладываться с образованием мезодермы. Из эктодермы происходят все наружные покровы, затем ротовые и анальные отверстия, передняя и задняя кишки. Мезодерма дает начало мышечной системе, жировому телу, спинному сосуду, оболочке половых желез.

Зародыш начинает совершать движения, захватывает воздух, жидкость из яйца, идет разрыв хориона и зародыш, превратившийся в личинку, выходит наружу.

Вопрос 2. Способы размножения насекомых.

Размножение насекомых имеет ряд особенностей, которые составляют существенную сторону их биологии и требуют своего рассмотрения. К этим особенностям относят способы размножения, дополнительное питание, встреча полов и оплодотворение, половая продуктивность.

Размножение у большинства насекомых сопровождается спариванием и оплодотворением, т. е. связано с участием двух полов, поэтому называется гамогенетическим. Большинство насекомых откладывают яйца, но есть и другие способы размножения: живорождение, партеногенез, педогенез, полиэмбриония.

Живорождение заключается в том, что эмбриональное развитие завершается в теле матери, поэтому вместо откладки яиц – на свет производятся личинки (тли, овод). Вылупление личинок происходит в яйцевых трубках или в процессе прохождения по яйцеводам.

Партеногенез – девственное размножение характеризуется отсутствием оплодотворения и наблюдается как у яйцекладущих, так и живородящих насекомых.

Формы партеногенеза:

- 1) **аррентокия** – из неоплодотворенных яиц развиваются только самцы;
- 2) **телитокия** – из неоплодотворенных яиц развиваются только самки;
- 3) **амфитокия** – из неоплодотворенных яиц развиваются самцы и самки.

Партеногенез может быть факультативным, постоянным и циклическим.

Факультативный партеногенез, или **спорадический**, проявляется непостоянно, возникает при внешних воздействиях или при определенном физиологическом состоянии яйцекладущей самки (непарный шелкопряд, тополевыи бражник).

Циклический партеногенез проявляется в правильном чередовании гамогенетического и партеногенетического размножения в годичном цикле некоторых групп насекомых. Тля осенью откладывает яйца, весной происходит отрождение партеногенетических самок. В конце летнего сезона партеногенетические самки полоноски обычно по типу амфитокии производят самцов и самок, последние спариваются, и в результате гамогенеза самка откладывает яйца. Циклический партеногенез известен также для орехотворок, галлиц. Особую форму циклического партеногенеза представляют педогенез и полиэмбриония. Педогенез, или детское размножение, представляет собой партеногенетическое размножение в фазе личинки. Самки некоторых мух из семей-

ства Галлиц откладывают крупные оплодотворенные яйца. Из этих яиц вылупляются личинки, причем в яичниках каждой из них развивается от 7 до 30 яиц, из которых в теле личинки-матери в свою очередь отрождаются личинки. Они питаются в теле материнской личинки, выходят наружу и дают начало следующему поколению педогенетических личинок. К осени или с наступлением неблагоприятных условий личинки окукливаются, дают самцов и самок, и партеногенез сменяется гамогенезом. Педогенез известен у отдельных жуков и клопов. Полиэмбриония, или многозародышевое размножение, характеризуется размножением в фазе яйца. Так, у многих паразитических перепончатокрылых внутри яйца, отложенного в тело хозяина-гусеницу яблонной моли или совки-гаммы путем сложных преобразований, образуется длинная цепочка из многих десятков яиц. Из каждого яйца отрождается личинка, превращающаяся в куколку, а затем во взрослое насекомое. Яйца, откладываемые при полиэмбрионии, мелки и бедны питательным желтком. Несмотря на это зародыши получают достаточное количество пищи из полости тела хозяина.

Постоянный партеногенез по типу аррентокии типичен для общественных насекомых. У пчел из неоплодотворенных яиц всегда развиваются самцы, из оплодотворенных – самки. Постоянный партеногенез по типу телитокии наблюдается у насекомых, не имеющих колониального образа жизни. Так, у многих червецов, трипсов, пилильчиков, некоторых наездников самцы отсутствуют, размножение всегда происходит путем партеногенеза, а из неоплодотворенных яиц отрождаются только самки.

Партеногенез играет весьма существенную роль в жизни насекомых. Благодаря партеногенезу и его модификациям резко увеличивается потенциал размножения вида: при партеногенетическом размножении значительно повышаются шансы вида на выживание при наступлении неблагоприятных условий и при расселении.

Вопрос 3. Типы метаморфоза.

После выхода из яйца начинается постэмбриональное развитие насекомого. Этот период не является простым ростом и увеличением размера тела, а характеризуется переходом организма из одной фазы в другую. Такой тип индивидуального развития получил название **метаморфоз**, или **развитие с превращением**.

Сущность метаморфоза состоит в том, что развивающаяся особь претерпевает в течение жизни существенную перестройку своей морфологической организации и особенностей биологии. В связи с этим возникает дифференциация постэмбрионального развития на 2 фазы: личиночную и взрослую. В фазе личинки происходит рост и развитие особей, в фазе имаго – размножение и расселение. В других случаях между этими фазами возникает промежуточная фаза – куколка. Различают два основных типа метаморфоза: неполное и полное превращение. Неполное превращение, или гемиметаморфоз: 3 фазы – яйцо, личинка, имаго. Личинки похожи на взрослых (сложные глаза, ротовые органы, зачатки крыльев, сходный образ жизни) имагообразные. При полном

превращении (голометаморфоз) – 4 фазы. Личинки вообще не похожи на взрослых, нет сложных глаз, крыльев, живут в разных условиях.

У одних есть брюшные ноги, иной ротовой аппарат, у других имеются шелкоотделительные или паутинные железы.

Видоизменения неполного превращения: а) гипоморфоз – упрощенное неполное превращение и характерно для крылатых насекомых, которые утратили крылья (вторично бескрылые вши, пухоеды, бескрылые представители саранчовых, кузнечиковых, сверчков, тараканов, палочников, сеноедов, клопов); б) гиперморфоз – усложненный неполный цикл (алеяродиды, трипсы, самцы кокцид). Появление в конце фазы личинки покоящегося состояния.

Анаморфоз – личинки схожи со взрослыми, но имеют меньшее число брюшных сегментов, по мере развития личинки происходит нарастание дополнительных сегментов на вершине брюшка, но полное число достигает только в фазе имаго.

Протоморфоз – линька во взрослом состоянии, некоторое сходство личинки со взрослой фазой, но отсутствие деления личинки на грудь и брюшко (подуры, двухвостки, щетинкохвостики).

Гиперметаморфоз – усложнение полного превращения (присутствие двух форм личинок, а иногда куколок (нарывники)).

Вопрос 4. Типы личинок и куколок.

Фаза личинки наступает сразу после выхода из яйца. Вначале светлая, после отрождения личинка бесцветная, имеет мягкие покровы. У открыто живущих насекомых личинка быстро темнеет и твердеет. Создаются стимулы питания, после переваривания остатков эмбрионального желтка и вывода экскрементов. Личинка вступает в пору усиленного питания, роста и развития. Рост и развитие сопровождаются у них периодическими линьками, сбрасыванием кожной кутикулы, благодаря линькам происходит увеличение тела и крупные его изменения. Число линек неодинаково, может быть 3 (мухи), 4–5 (клопы), 25–30 (поденки).

После каждой линьки личинка вступает в следующую стадию, или возраст, следовательно, линьки разделяют между собой возраста личинок. В соответствии с числом линек находится и число личиночных возрастов. Определение возраста линек (необходимо для планирования сроков борьбы) проводят по следующим признакам: размер тела и размер ширины головной капсулы у гусениц бабочек и личинок жуков. Личинки бывают двух типов: имагообразные (первичные) и неимагообразные (вторичные).

Вторичные личинки подразделяются на:

I. Червеобразные (безголовка, безножка, истинная личинка);

II. Гусеницеобразные (гусеница, ложногусеница);

III. Камподеовидные.

Фаза куколки. Эта фаза развития метаморфоза свойственна только насекомым с полным циклом. Особенность куколки – неспособность питаться и очень часто пребывание в неподвижном состоянии. Она живет за счет запасов, накопленных личинкой, и часто рассматривается как фаза покоя.

Внешне куколка не похожа на имаго, но имеет ряд признаков взрослой фазы: наружные зачатки крыльев, ноги, усики, фасеточные глаза и др. В фазе куколки происходят гистолиз и гистогенез.

Гистолиз – распад внутренних органов личинки, который сопровождается проникновением и внедрением в ткани кровяных телец – гемоцитов. Гемоциты функционируют как пожиратели клетки, т. е. фагоциты, повышенная активность которых приводит к разрушению и поглощению вещества тканей. Гистолиз захватывает мышечную систему, поэтому предкуколка становится неподвижной, оказывает влияние на пищеварительную систему, но не затрагивает нервную и половую системы, а также спинной сосуд.

Гистогенез – процесс создания тканей и органов имагинальной жизни. Источником для образования этих новых тканей и органов служат продукты гистолиза. Гистогенез охватывает мышечную и пищеварительную системы, перестраивая их для новых, имагинальных функций. Мышечная система перестраивается для новых форм движения для полета, пищеварительная система – для новых видов пищи.

При гистогенезе основную роль играют имагинальные зачатки – группы гиподермальных клеток, из которых возникают те или иные ткани и органы.

Гормон линьки – экзидон – необходим для нормального развития личинок.

Существуют следующие типы куколок:

I. Открытые куколки;

II. Скрытые;

III. Покрытые.

Перед окукливанием некоторые личинки окружают себя коконом (шелк, паутина). Иногда место окукливания – стебли растений, земляная колыбелька, открытое окукливание.

Вопрос 5. Фаза имаго. Жизненный и годичный циклы.

Вышедшие из куколки насекомые имеют признаки взрослого, но первое время крылья остаются свернутыми. Затем расправляют крылья, покровы уплотняются и приобретают окраску вполне сформировавшегося взрослого насекомого. Во взрослой фазе насекомые не совершают линек и не способны к росту. Исключение составляют поденки, подуры. Биологическая функция взрослой фазы состоит в расселении и размножении. Это уже функция видовой жизни и направлена на поддержание существования вида. Благодаря крыльям способность взрослых насекомых к расселению сильно возрастает, а размножение позволяет оставить потомков в новом месте.

Расселение взрослых насекомых совершается как путем активного, так и пассивного перелета. Активные перелеты свойственны обычно крупным насекомым и наблюдаются у ряда видов стрекоз, саранчовых, бабочек, жуков и имеют массовый характер. Пассивные перелеты свойственны для тлей, мух.

Переход в имаго сопровождается внешними изменениями окраски тела, увеличением у самки размеров брюшка, вследствие развития яичников, наполненных яйцами.

Половой диморфизм – это различия между мужскими и женскими особями по ряду внешних, вторично половых признаков (по форме и размерам усиков, величине тела, различным деталям строения – жук-носорог, жук-олень). Самцы более подвижны, ведут более открытый образ жизни.

Полиморфизм – существование насекомых, внешне различающихся форм одного и того же вида (муравьи, пчелы, термиты, самцы, самки, рабочие, солдаты). Половой полиморфизм контролируется внутри семьи и не зависит от воздействия внешних факторов.

Экологический полиморфизм возникает под воздействием внешней среды (длиннокрылые, короткокрылые, бескрылые клопы).

Дополнительное питание. Способность к размножению появляется у одних насекомых вскоре после окрыления, а у других через более или менее продолжительное время. Происходит это вследствие неодинаковой половозрелости окрылившихся особей. Некоторые насекомые после превращения в имаго имеют созревшие половые продукты и способны к спариванию и яйцекладке, не нуждаясь в дополнительном питании (гессенская муха, долгоножки, шелкопряды, коконопряды). Имаго часто неспособны питаться, однако в большинстве случаев окрылившиеся особи неполовозрелы, нуждаются в продолжительном питании и только после этого созревают для размножения. Питание в имагинальной фазе, необходимое для созревания половых продуктов, называется дополнительным. Оно может быть 5–10 дней и более. Дополнительное питание характерно для насекомых, зимующих в фазе имаго, так как они при зимовке теряют питательный резерв жирового тела. Поэтому возникает опасность ранней весной в сильной поврежденности растений (колорадский жук, льняная блошка, клубеньковый долгоносик, майские хрущи, клопы остроголовые). Комары весной дополнительно питаются кровью. Дополнительное питание может быть и необязательным у насекомых, которые зимовали в фазе имаго. Когда личинки жили в неблагоприятных условиях, недостаточно питались и не находили необходимых резервов, тогда взрослые нуждаются в дополнительном питании. Если жили в благоприятных условиях, то необходимость в дополнительном питании отпадает (луговой мотылек, озимая совка).

Плодовитость насекомых бывает очень высокой, но не постоянной. Плодовитость определяется двумя факторами: 1) наследственные свойства вида (строение и величина яичников, т. е. его потенциал размножения); 2) воздействие внешней среды. Озимая совка может отложить до 1200–1800 яиц, луговой мотылек – 800, хлебный пилильщик – 50, матка пчел – 3000 в день, термиты – 30 000, но потенциал не всегда реализуется полностью и может снижаться в зависимости от погодных условий.

Весь цикл развития насекомого, начиная с фазы яйца и заканчивая взрослой фазой, достигшей половой зрелости, обозначается понятием поколение, или генерация. Продолжительность генерации изменяется в значительных пределах и зависит от двух основных факторов: наследственности и условий внешней среды. В связи с этим выделяют следующие группы насекомых:

I. Поливольтинные – много генераций в год;

II. Моновольтинные – 1 генерация в год;

III. Насекомые с многолетней генерацией – 1 генерация развивается более 1 года.

Сезонное развитие зависит от зимующей фазы. Клопы черепашки и саранча дают 1 поколение, но клопы зимуют в фазе имаго, а саранча – в фазе яйца, поэтому развитие различно.

Каждый вид может быть охарактеризован своим, свойственным ему годичным циклом жизни. Установление жизненного цикла является важнейшим в познании биологии вида, без него мы не можем планировать меры борьбы с вредителем.

Иногда годичный цикл осложняется явлениями смены поколений, временной задержкой и остановкой развития – диапаузой. Смена поколений характерна для тлей. У них одно обоеполое (гамогенетическое) поколение дает начало многим партеногенетическим поколениям. Партеногенез у тлей приобретает форму сезонного, периодического явления и осложняется также живорождением, полиморфизмом и сменой кормовых растений.

Годичный цикл и сезонное развитие насекомых определяются двумя причинами: наследственными свойствами и воздействием внешней среды. Приспособление годичного цикла развития к местным климатическим условиям достигается с помощью диапаузы – временной задержки развития. Диапауза – важнейший регулирующий механизм в годичном цикле насекомых. Диапауза – состояние временного физиологического покоя и возникает в жизненном цикле как специальное приспособление к переживанию неблагоприятных условий. В умеренном климате условия благоприятные летом и неблагоприятные зимой. Диапауза обеспечивает экономное использование резервов в организме и позволяет пережить длительные неблагоприятные периоды. При диапаузе происходит задержка роста и развития особи в течение более или менее длительного срока. Эта задержка возникла под воздействием эндокринной системы на основе нейро-гуморального регулирующего механизма. Диапауза находится под контролем тех факторов среды, которые имеют правильную сезонную периодичность (такие факторы – температура, длина дня, влажность воздуха, биохимическое состояние кормовых растений).

Зимняя диапауза – обязательна у моновольтинных насекомых. Каждый вид имеет 1 диапаузу, которая связана с определенной фазой развития: эмбриональная – у саранчи, зимней пяденицы, листовертки, личиночная – у золотухи, яблонной плодожорки, лугового мотылька, озимой совки, куколочная – у белянки, капустной совки, капустной и свекловичной мух. Диапауза может быть двухлетняя и многолетняя. Обязательная (облигатная) характерна для моновольтинных видов и обеспечивает прохождение 1 генерации в год. Необязательная (факультативная) – при развитии двух и более поколений. Она может быть в фазе яйца, личинки, куколки.

Реактивация – выход из диапаузы (воздействие пониженных и повышенных температур, повышенной влажности или сухости).

Фенология – наука о сроках развития насекомых. Фенологические наблюдения позволяют установить конкретные, ежегодно повторяющиеся явления в жизни насекомых в зависимости от условий среды. Для наглядного изображения годичного жизненного цикла того или иного вида насекомого применяются графические схемы с условными обозначениями отдельных фаз развития. Такие схемы получили название фенологических календарей.