

Лекция 22.

Тема: ЭКОЛОГИЯ НАСЕКОМЫХ

1. Введение
2. Абиотические факторы
3. Гидро-эдафические факторы
4. Биотические факторы
5. Антропоические факторы

1

Условия жизни и существования организмов, т.е. внешняя среда, создается из совокупности факторов среды, или экологических факторов. Эти экологические факторы непрерывно воздействуют на отдельных особей, на видовые популяции и сообщества организмов, создавая те или иные условия существования животных и растений.

Все разнообразие факторов среды может быть сведено к следующим четырем категориям.

1. Абиотические, или неорганические факторы: воздействие на организмы климатических условий (тепла, влажности, света и пр.), а также таких факторов, как сила тяготения, состав и свойства атмосферы, радиоактивность, рельеф поверхности и пр.
2. Гидро-эдафические, или водно-почвенные факторы: воздействие воды и почвы как особых сред обитания организмов.
3. Биотические, или органические факторы: воздействие на организмы живых сил природы, взаимоотношения между организмами на основе питания, внутривидовые отношения и пр.
4. Антропоические факторы: воздействие на природу и организмы деятельности человека — освоение земель под посевы и посадки культурных растений, вырубка лесов, строительство гидросооружений, пассивный и активный завоз различных инородных животных и растений, борьба с вредителями и пр.

Первые три категории факторов являются первичными, или природными; они существовали в природе еще до появления человека. Антропоические факторы, - они представляют собою категорию вторичных факторов, возникших как качественно новое явление в жизни нашей планеты.

Экологические свойства видов.

По требованиям к среде виды различаются:

- термофилы – требовательны к теплу
- криофилы – холодостойкие
- гигрофилы – влаголюбивы
- ксерофилы – сухолюбивы
- филлофилы – обитатели растительного покрова
- геофилы – обитатели поверхности или толщи почвы

- полифаги – многоядные
- монофаги - одноядные
- олигофаги – ограниченоядные

Изменение численности особей вида во времени и пространстве обозначается понятием – популяционная динамика вида.

2. АБИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Температура среды

Жизнедеятельность насекомых, их поведение, скорость развития, а также популяционная динамика определяются температурными условиями среды, так как насекомые имеют непостоянную температуру тела. Эти условия часто приобретают значение ведущего экологического фактора.

Активная жизнедеятельность насекомого возможна лишь в пределах определенного диапазона температур, который у разных видов может быть различным; например, между 15-38 °С, при оптимуме 26°С. Выше и ниже этой температурной зоны активности насекомые утрачивают способность быть активными, впадают в состояние либо теплового, либо холодowego оцепенения (окоченения); однако при этом еще сохраняется способность вернуться к активному состоянию, если температура среды вновь вернется в пределы зоны активности.

Но сильное повышение или понижение температуры вызывает гибель организма, так происходит полное нарушение жизненных процессов.

Холодостойкость, - способность переживать воздействие пониженных температур, имеет очень большое значение в динамике численности и в распространении насекомых.

Разные виды обладают различной холодостойкостью; одни из них, особенно виды из более теплого климата, гибнут при сравнительно незначительных опусканиях температуры ниже 0°С, другие же способны выдерживать значительное охлаждение, в эксперименте — до -30, -50 и даже до -80°С. Объясняется это тем, что у многих насекомых гибель наступает вскоре после начала кристаллизации воды в их теле, т.е. вскоре по достижении критической точки, или точки максимального переохлаждения, тогда как у немногих других видов имеется способность к глубокому охлаждению, при котором они выдерживают воздействие температур, лежащих значительно ниже критической точки.

Уровень холодостойкости зависит от содержания воды в организме. Это содержание определяется процентным количеством всей воды по отношению к сырому весу тела.

Прочно удерживаемая вода в организме насекомых называется связанной водой; она иногда составляет до 50% и более от всей содержащейся в теле воды и отличается способностью к большому переохлаждению. Этим связанная вода противопоставляется свободной воде, легко теряемой организмом; потеря эта происходит вследствие отсутствия в нем физических и химических механизмов, удерживающих свободную воду. А связанная вода оказывает большое сопротивление воздействию холода и замерзает при

более низких температурах, чем свободная вода. Замерзание же воды при высоком содержании ее в организме приводит к его обезвоживанию и к необратимым изменениям протоплазмы, влекущим за собою смерть.

Скорость развития насекомых как пойкилотермных животных зависит от температурных условий среды. Развитие насекомого может протекать лишь в пределах определенных температурных границ — верхней и нижней; выше верхней температурной границы и ниже нижней температурной границы физиологические процессы тормозятся и развитие прекращается. Эти границы называются верхний и нижний пороги развития. Температуры, лежащие выше нижнего порога развития и не выходящие за пределы верхнего порога, получили названия эффективных температур; только они могут обеспечить развитие насекомого, т.е. только они обладают способностью вызвать активизацию физиологических процессов и дать надлежащий эффект — вывести насекомое из нулевого состояния развития.

Для определения величины эффективной температуры нужно знать нижний порог развития. Если последний известен, то эффективная температура легко узнается по наблюдаемой температуре (t) с вычетом температуры порога развития t_1 , т.е. по разности $t - t_1$. Наблюдаемая температура равна 25°C , а порог развития 10°C ; следовательно, эффективная температура равна 15°C . Для завершения всего своего развития каждому виду насекомого необходимо определенное количество тепловой энергии – сумма эффективных температур (C). Она может быть определена путем перемножения эффективной температуры ($t - t_1$) на продолжительность развития в днях (n), т.е. по формуле

$$C = (t - t_1) n.$$

Сумма эффективных температур, необходимая для развития особей того или иного вида, является для этого вида величиной более или менее постоянной, если нет осложняющих влияний или если прочие условия жизни находятся в оптимуме. Сумма эффективных температур, необходимая для развития одной полной генерации называется термальной константой. Она является довольно характерным видовым признаком, и величина ее определяет степень требовательности вида к теплу как к экологическому фактору.

Суммы эффективных температур используются для определения числа генераций, сроков возможного появления в природе тех или иных фаз развития вредителей, сроков яйцекладки и пр.

Влажность среды

В экологии насекомых наибольшее значение имеет относительная влажность воздуха. Действие влажности оказывается разнообразно; оно изменяет содержание воды в тканях насекомого, а в связи с этим влияет на его поведение, его выживаемость и плодовитость. В одних случаях влажность среды действует непосредственно, в других — она действует через посредство принимаемой насекомым пищи или через другие факторы среды.

Насекомые оказываются очень зависимыми от влажности среды как экологического фактора. Особенно это относится к обитателям открытой воздушной среды. Удержание в организме влаги в нужных пределах требует специальных механизмов как особых приспособлений для поддержания должного равновесия между организмом и средой. Такими приспособительными механизмами, регулирующими водный обмен у насекомых, являются морфологические, физиологические и экологические адаптации.

Морфологические приспособления: развитие на покровах водонепроницаемой эпикутикулы, образование на теле у ряда тлей, червецов и других насекомых воскового налета или покрова, утолщение кутикулы, строение дыхалец, строение куколок и образование кокона и др.

Строение дыхалец играет также существенную роль в регулировании испарения в разных по увлажнению средах, так как испарение воды из тела насекомых происходит в значительной степени с поверхности трахейной системы через дыхальца. Показателем величины дыхалец является дыхальцевый индекс - процентное отношение длины переднегрудного дыхальца к длине всей груди.

Более влаголюбивые виды имеют больший дыхальцевый индекс, следовательно, испаряют воду менее экономно и способны жить только во влажной среде, тогда как сухо-устойчивые виды имеют малый дыхальцевый индекс, испаряют более экономно и способны жить в более сухой среде.

Открытые куколки жуков и перепончатокрылых имеют нежные, тонкие покровы, легко проницаемые для воды и газов, и у многих видов располагаются в почве, обычно в земляных колыбельках, где влажность воздуха близка к 100%. Развитие таких открытых куколок в воздушной среде было бы сопряжено с большой потерей влаги и неизбежной гибелью; а у открыто живущих видов куколка заключена в кокон, который и предохраняет от излишней потери влаги. У имеющих покрытую куколку чешуекрылых образование кокона наблюдается обычно у видов, окукливающихся открыто на растениях (кokoнопряды, шелкопряды, павлиноглазки и др.) или в поверхностном, легко высыхающем горизонте почвы (луговой мотылек из огневки); виды же, окукливающиеся глубоко в почве, где влажность всегда высокая, не делают кокона (совки). Иногда один и тот же вид насекомого ведет себя по-разному в условиях различного увлажнения: во влажной среде не делает кокона, а в сухой - прядет его.

Физиологические механизмы регулирования водного баланса тела насекомого:

- отсасывание воды задней кишкой из непереваренных остатков пищи,
- поглощение влаги покровами при контакте с ней,
- поступление влаги в организм с пищей.

Экологические приспособления:

- изменения местообитания особи: почвообитающие насекомые при подсыхании верхних горизонтов почвы совершают вертикальные миграции, спускаясь в более глубокие слои, где сохраняется 100%-ная влажность воздуха или близкие к ней показатели. При увлажнении верхних горизонтов происходит перемещение вверх. Вертикальные миграции отмечены у проволочников и личинок хрущей, у почвообитающих гусениц и

др. Подвижные наземные формы насекомых - такие, как саранчовые, кузнечиковые, цикадовые, клопы и др. в засушливое время перемещаются на более пониженные, сырые места.

Многие насекомые перед окукливанием, зимовкой или диапаузой перемещаются на новые места с условиями высокой влажности: под растительные остатки и в лесную подстилку; в почву, в трещины коры.

Усиленное выделение тлями медвяной росы также является приспособлением к жизни в условиях недостаточной влажности воздуха. Пропуская через кишечник большое количество воды, эти насекомые тем самым препятствуют высыханию тела, создавая и в своих тканях и в окружающей воздушной среде высокое содержание влаги; в условиях насыщенного влагой воздуха выделение медвяной росы прекращается.

По степени требования к влажности среды насекомые делятся на 3 группы:

- крайне влаголюбивых - гигрофилов,
- средне влаголюбивых - мезофилов,
- сухолюбивых - ксерофилов.

Все основные показатели жизни и состояния насекомых - смертность, продолжительность развития и плодовитость - в сильнейшей степени зависят от конкретных сочетаний температуры и влажности среды. Соотношение температуры и влажности имеет существенное значение при выборе видами соответствующих местообитаний. Особенности температурного режима и режима влажности в том или ином местообитании характеризуют его микроклимат, т.е. климат того приземного слоя воздуха, где произрастают растения и протекает жизнь многих животных. Он характеризуется соответствующими величинами температуры и влажности воздуха, т.е. гидротермическими показателями. Гидротермические показатели местообитаний зависят также от погодных условий и от климатической зоны. Одно и то же местообитание может оказаться неодинаковым по микроклимату в годы с засушливой и жаркой погодой по сравнению с прохладными, сырыми годами.

Изменение микроклиматических особенностей в местообитаниях во времени и в пространстве порождает у видов смену местообитаний.

Действие света

Роль света как экологического фактора в жизни насекомых велика и не уступает, иногда даже превосходит роль других климатических факторов – температуры и влажности. Длинный фотопериод способствует беспрепятственному развитию многих видов, тогда как короткий фотопериод, наступающий в конце лета – начале осени, стимулирует переход в состояние диапаузы.

Короткий фотопериод является точным сигналом скорого наступления неблагоприятного осенне-зимнего периода жизни, и переход в состояние диапаузы поэтому сигналу обеспечивает виду своевременную физиологическую перестройку для подготовки к зимовке.

Насекомые различаются неодинаковой жизнедеятельностью в течение светлой и темной частей суток: одни виды активны при дневном свете, другие при сумеречном свете, третьи при ночном.

Многие насекомые особенно активно летят ночью на ультрафиолетовое излучение (длина волны 300-440 нм). Коротковолновое излучение этого диапазона привлекает наиболее разнообразный состав насекомых; при этом, по сравнению с обычной лампой накаливания (с длиной волны излучаемого света примерно 500-700 нм), ультрафиолетовые лучи привлекают в 5-20 раз больше особей одного и того же вида. Установлено также, что интенсивность привлечения на свет в значительно меньшей степени зависит от мощности источника света, чем от его спектрального состава.

Воздушные потоки

Горизонтальные и вертикальные воздушные потоки играют роль в расселении насекомых. Гусеницы первого возраста непарного шелкопряда имеют волоски вдвое длиннее самого тела, они могут быть отнесены ветром на расстояние до 20 км, что позволяет этому виду быстро заселить территорию в период своего массового размножения.

Перемещению насекомых способствуют вертикальные воздушные токи, например, движение теплого воздуха вверх в дневные и вечерние часы суток. Эти воздушные потоки подхватывают насекомых, перемещают их в более высокие горизонты, где они попадают под воздействие сильных и постоянных ветров и вынуждены совершать воздушный дрейф. Дрейфующие насекомые могут оказаться на высоте 1-2 тыс. метров и разносятся на сотни километров. Это относится к насекомым с активным и пассивным полетом.

3. ГИДРО-ЭДАФИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Значительная часть крылатых насекомых в неактивных фазах своего развития (яйцо и куколка), а часто и в фазе личинки, является обитателями пресных вод и почвы. Большинство первичнобескрылых насекомых и часть крылатых относится к числу постоянных обитателей почвы во всех фазах развития.

В жизни насекомых существенную роль играют лишь водоемы с пресной водой - реки, озера, пруды и даже лужи.

В своем большинстве насекомые связаны с водой только в течение части своего жизненного цикла. Это целые специальные отряды - поденки, стрекозы, веснянки, болыпекрылые и ручейники; их личинки полностью развиваются в воде и имеют специальные приспособления для жизни в водной стихии - жабры и другие органы.

Среди насекомых есть отдельные виды и даже семейства, которые связаны с водной средой в течение всего или почти всего жизненного цикла: среди жуков семейства плавунцов и водолюбов, среди клопов - семейство гладышей и др. Развитие личинки, а также и жизнь взрослого насекомого, протекает у них в воде, на водных растениях развиваются и яйца. Взрослые насекомые у этих постоянных обитателей водной стихии об-

ладают обтекаемым телом и гребными ногами; но они имеют развитые крылья и способны временно покидать водоемы, перелетая в другие места, чем обеспечивается заселение новых водоемов.

Различают две экологические группы пресноводных насекомых — реофилов (обитателей быстротекущих вод), - лимнофилов (обитателей стоячих и медленно текущих вод).

Реофильные обитатели толщи воды имеют удлиненное, обтекаемое, обычно веретеновидное тело, способное противостоять быстрому движению воды: личинки некоторых поденок, ручейников и других насекомых. Отличаются короткими или небольшими жабрами, активностью движений и чувствительностью к избытку углекислого газа и недостатку кислорода. Реофильные обитатели дна и грунтов обладают цепкими, сильными ногами, способными удерживать тело среди камней или легко зарываются в грунт. Нередко донные реофилы имеют плоское тело, что облегчает им сопротивление быстрому движению воды.

Лимнофильные виды имеют сильно развитые жабры, часто более короткое, слабо обтекаемое тело, терпимы к высокому содержанию углекислого газа и к недостатку кислорода; некоторые, например, личинки комаров-звонцов, могут временно быть анаксибионтами, т.е. жить в почти бескислородной среде.

Совокупность водных насекомых составляет важную часть живого населения водоемов; живая и мертвая масса этих насекомых создает часть биологической продукции водоемов, играющей существенную роль в круговороте веществ.

Водная стихия является средой обитания ряда докучливых и нередко опасных насекомых — врагов человека и домашних животных. Таковы личинки кровососов — комаров, мошек, мокрецов и др., местами создающих трудные условия для работы и жизни человека. Некоторые из них являются переносчиками и ряда заразных болезней; например, комары переносят малярию и тяжелые вирусные заболевания человека и домашних животных.

Состав обитателей может служить надежным показателем состояния и свойств водоемов и может быть использован для характеристики последних.

Как среда обитания почва отличается большим своеобразием и промежуточным положением между водной и воздушной средами. Являясь особым природным телом, почва представляет собою трехфазную систему: состоит из твердой, жидкой и газообразной фаз.

В жизни почвообитающих насекомых существенную роль играют физические и химические свойства почвы. Среди физических свойств особо важное значение имеют механический состав, структура и плотность почвы, а также ее влажность, температура и аэрация.

Химические свойства почвы определяются содержанием в ней растворимых неорганических соединений, органических веществ и ионным составом растворенных в почвенной воде веществ.

Содержание в почве органических веществ играет важную роль в жизни почвенных насекомых. Эти вещества находятся в почве в двух основных состояниях — в виде неразложившихся или лишь частично разложившихся органических остатков и в виде диспергированного вещества типа перегноя или гумуса. Состоя из высокомолекулярных соединений, эти вещества богаты энергией и поэтому служат для многих почвообитающих насекомых источником пищи.

Насекомые-сапрофаги играют существенную роль в круговороте веществ в почве; из мертвых органических веществ они строят свое тело и далее сами становятся источником пищи для хищных насекомых и других животных. Помимо того, сапрофаги играют выдающуюся роль в почвообразовательном процессе.

Состав и значение насекомых в почвообразовательном процессе определяется природными условиями и типом почвы. В разных зонах и в различных почвах возникает свой характерный комплекс почвообитающих насекомых; такие комплексы становятся индикаторами природных и почвенных условий. Поэтому состав почвенной фауны может служить одним из критериев в диагностике почв.

По степени связи с почвой населяющие ее насекомые и другие организмы неоднородны. В связи с этим различают экологические классификации почвообитающих организмов.

Три группы: *геобионты* — постоянные обитатели почвы (многие представители подкласса первичнобескрылых (*Apterygota*),

геофилы — обитающие в почве только в одной из фаз своего развития (фактически относятся все те виды, которые часть своего жизненного цикла проводят в почве — это саранчовые, трипсы, многие жуки (чернотелки, щелкуны, пластинчатоусые и др.), среди бабочек — совки и пр.)

геоксены — временно посещающие почву (могут быть отнесены многие представители отрядов таракановых, клопов, жесткокрылых и др)

БИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Основу взаимоотношений насекомых с биотическими факторами среды составляют пищевые (трофические) взаимоотношения и связи.

Насекомые как гетеротрофные организмы нуждаются в органических веществах, созданных другими живыми существами.

Специализация видов насекомых на источниках пищи способствовала возникновению разнообразных пищевых режимов:

- фитофаги – растительноядные виды
- зоофаги – питание за счет животных, делятся на хищников и паразитов
- сапрофаги – питание на мертвых разлагающихся растительных остатках
- некрофаги – питание трупами животных
- копрофаги – потребители навоза или помета

Среди насекомых различают:

- одноядных (монофагов) – питаются только каким-либо одним видом или немногими близкими видами,
- ограниченноядных (олигофагов) - питаются родственными видами, относящимися к одному или немногим близким семействам
- многоядных (полифагов) – питаются многочисленными видами растений
- всеядных (пантофагов) – питаются разнообразной пищей животного и растительного происхождения

Распространенная форма вреда от растительноядных насекомых — повреждение культурных и хозяйственно используемых диких растений. Перенос возбудителей болезней представляет собою широко распространенное среди растительноядных насекомых явление, особенно среди сосущих.

Насекомые имеют многочисленных естественных врагов, а именно: патогенных микроорганизмов, паразитических червей, хищных и паразитических насекомых и других членистоногих, хищных позвоночных животных. Некоторые из них используются для биологической борьбы с вредителями. Все микроорганизмы, вызывающие у насекомых болезни, т.е. грибы, бактерии, вирусы и простейшие, обозначаются как энтомопатогенные микроорганизмы.

Перенос пыльцы и перекрестное опыление цветковых растений — одна из самых выдающихся и древних функций насекомых в природе. Привлекаемые пыльцой и нектаром как источниками пищи, насекомые регулярно посещают цветки растений. Перелетая на другие цветки того же вида растений, насекомые переносят приставшую к телу пыльцу; при этом пыльца попадает на рыльце завязи, чем и достигается перекрестное опыление. Успеху перекрестного опыления способствует ряд обстоятельств: одновременное цветение данного вида растений, выработка у растений специальных приспособлений для привлечения и приема насекомого-опылителя, выработка у насекомых специальных приспособлений к сбору пыльцы и способность к быстрому образованию условных рефлексов. *Энтомофильные растения* опыляемые насекомыми. Энтомофилия у растений проявляется разнообразно •- в яркой окраске, издаваемом аромате и в строении цветка. Выработка у растений специальных приспособлений в строении цветка для приема насекомого обеспечивает успешное посещение цветка и нанесение пыльцы на тело опылителя. Нередко это ведет к энтомофильной специализации — растение приспособливается к приему строго определенных групп насекомых. Так, клевера наиболее всего приспособлены к посещению их соцветий шмелями, а люцерна—одиночными пчелами.

АНТРОПИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Это самый мощный фактор воздействия в природе.

Распашка и освоение под сельскохозяйственные культуры целинных земель, вырубка и раскорчевка с этой целью леса, осушение болот, орошение засушливых степей и пустынь, пастьба скота и многие другие проявления хозяйственной деятельности человека в сильнейшей степени изменяют состав фауны насекомых. Одни виды при этом

полностью вытесняются и исчезают, другие, наоборот, получают особо благоприятные условия для жизни и размножения. Все виды хозяйственного использования земельных угодий приводят к преобразованию местной фауны насекомых.

Коренные изменения в составе фауны насекомых и в условиях их жизни происходят также при вырубке лесных массивов для поселений и под посевы и пастбища. Местный климат становится более теплым и сухим; освоенные участки заселяются теплолюбивыми и сухолюбивыми видами, исчезают древоядные и влаголюбивые виды, на посевах появляются комплексы вредителей из числа потребителей соответствующих культурных растений.

Большое влияние на фауну насекомых и ее состав оказывают различные агротехнические мероприятия и проникновение инородных видов.

Среди агротехнических мероприятий сильное влияние на видовой состав насекомых и численность особей оказывают применение химических средств, обработка почвы, севообороты и пр.

Проникновение инородных видов насекомых, в том числе и вредителей, в новые для них страны явилось следствием развития широких торговых и культурных связей между различными государствами, нередко расположенными на разных континентах. Особенно большая опасность завоза вредителей происходит при импорте семян, посадочного материала, живых растений и различных сельскохозяйственных товаров.