

Лекция 4. Основы экологии насекомых

План лекции:

1. Содержание и задачи экологии.
2. Абиотические факторы.
3. Почвенные, или эдафические факторы.
4. Биотические факторы.
5. Антропогенные факторы.
6. Жизнь насекомых в биоценозе.

Вопрос 1. Содержание и задачи экологии.

В 1869 г. Э. Геккель впервые предложил термин «экология». Она изучает взаимосвязь и взаимоотношения живых организмов со средой их обитания и последствия этих взаимоотношений (айкос – жилище, местопребывание, логос – учение). Взаимоотношения могут быть дружественными и враждебными. Численность организмов зависит, в первую очередь, от плодовитости и выживаемости вида. Плодовитость насекомых очень велика, но не все особи выживают. Изучение воздействия различных факторов среды на плодовитость и выживаемость организмов, а, следовательно, их влияние на изменение численности является одной из важных задач экологических исследований. Понимание закономерностей изменения численности организмов в природе дает возможность прогнозировать эти изменения, с одной стороны, и искать пути изменения условий существования в неблагоприятные для размножения вредных организмов направлений – с другой.

Для расшифровки взаимоотношений между организмами их экологическое изучение проводится на трех уровнях:

- 1) экология отдельных особей (аутэкология);
- 2) экология популяции (т. е. совокупности особей одного вида, заселяющего определенный участок территории, – популяционная экология);
- 3) экология сообществ или биоценозов (т. е. совокупности всех видов организмов, заселяющих участок территории с более или менее однородными условиями существования).

Задачи экологии:

1. Изучить уровень численности особей в популяции.
2. Познать образ жизни насекомых в зависимости от условий внешней среды.
3. Изучить влияние среды на численность и характер распределения особей данного вида.
4. Выяснить основные взаимосвязи насекомых с условиями внешней среды и человеком.

Содержание экологии:

1. Изучение видовых приспособлений к условиям существования.
2. Изучение закономерностей образования и развития популяций.
3. Изучение закономерностей формирования и роль биоценозов.

Центральный объект экологии – жизнь вида в природных условиях биоценоза.

Вопрос 2. Абиотические факторы.

Экологические факторы делятся на следующие: абиотические, почвенные, или адафические, биотические и антропоические.

К абиотическим факторам (неорганические) относятся климатические (влияние температуры, влажности, света, ветра и пр.). Большинство вредных организмов относится к животным с непостоянной температурой тела. Температура тела насекомых изменяется при изменении внешней температуры. Активная жизнедеятельность насекомых возможна лишь в пределах определенного диапазона температур, специфических для каждого вида. При понижении и повышении температурной среды за эти пределы наступает холодное или тепловое оцепенение, а затем смерть. Соответственно сказанному эти границы получили название верхнего и нижнего порогов развития – биологический 0 (ноль) развития. Верхние и нижние границы температуры, в пределах которых возможно развитие того или иного вида, называют порогами развития, а диапазон температур, не выходящий за эти пределы – эффективными температурами. Сумму эффективных температур (C) можно определить по формуле

$$C = (T - t) \cdot n,$$

где T – наблюдаемая температура;

t – нижний порог развития;

n – продолжительность развития в днях.

По порогу развития и сумме эффективных температур можно для поливольтинных видов подсчитать количество поколений и сроки появления отдельных фаз развития. Но при расчетах по методу эффективных температур необходимо учитывать влажность воздуха, высокие дневные температуры, летнюю диапаузу, поправку на температуру в будке и приземном слое воздуха.

Важно влияние температуры на выживаемость организмов при значительных похолоданиях. Холодостойкость зависит от того, с какого климата обитают виды в данной местности, от места зимовки (кора деревьев или почва), физиологической подготовленности организма (максимум в период зимней диапаузы). Подготовка организма заключается в связывании свободной воды гидрофильными коллоидами, накоплении резервных веществ в виде углеводов и жиров, снижении обмена веществ.

Влажность среды. Вредные организмы (насекомые, клещи, нематоды) обладают малыми размерами и большой испаряющей поверхностью и очень зависят от влажности среды. Особенно чувствительны к изменению влажности насекомые, которые живут в открытой воздушной среде, так как относительная влажность редко достигает 100 %, и насекомые испаряют воду. Удерживание в организме влаги в нужных пределах требует специальных механизмов – приспособлений для поддержания равновесия между организмом и средой. Такими приспособлениями являются: морфологические, физиологические и экологические адаптации.

Морфологические приспособления: развитие на покровах водонепроницаемой эпикутикулы, образование на теле воскового налета (тли, червецы), строение дыхалец, строение куколок, образование кокона.

Физиологические приспособления: в процессе питания насекомые пополняют запасы воды, отсасывая ее из непереваренных остатков пищи, находящейся в заднем отделе кишечника, а в период зимнего покоя используют метаболическую воду, образующуюся при окислении углеводов и жиров.

У питающихся соком насекомых имеются приспособления и для быстрого удаления из организма избыточной воды – фильтрационные камеры, которые позволяют выводить избыток жидкости из переднего отдела кишечника в задний, минуя среднюю кишку.

Экологические приспособления: изменение местообитания почвы (вертикальные миграции у проволочников). Перед зимовкой перемещаются на новые места (черепашки, яблонная плодожорка, златогузка).

По степени требований к влажности среды различают гигрофилов, мезофилов и ксерофилов. Гигрофилы (слизни, стеблевой мотылек, нематоды) растительноядные. Мезофилы (умеренная влажность) – озимая совка, луговой мотылек. Ксерофилы – чернотелки, саранча пустынная.

Особенно сильно сказывается на жизнедеятельности насекомых совместное действие температуры и влажности. Для оценки влияния температур и осадков на насекомых в природных условиях применяют методы графического анализа этих показателей в виде климограмм и биоклимограмм. Соотношение температуры и влажности имеет существенное значение и при выборе видами для своей жизни соответствующих местообитаний.

Свет регулирует годичный жизненный цикл насекомых, длинный фотопериод способствует беспрепятственному развитию видов, короткий (наступает в конце лета – начале осени) способствует переходу в состояние диапаузы. Короткий фотопериод означает, что скоро наступят неблагоприятные осенне-зимние условия, что нужно производить физиологическую перестройку организма. Короткодневный тип развития характерен для тутового шелкопряда, волнянки, краснохвоста. Большинство насекомых относят к длиннодневному типу развития.

Прямая и рассеянная солнечная радиация сказывается на изменении температуры тела и поведении насекомых. В темную и светлую часть суток изменяется активность различных видов организмов. Среди насекомых различают дневные, сумеречные и ночные группы. Группа дневных бабочек (белянки, нимфалиды, парусники) летает, питается, откладывает яйца днем. Сумеречные насекомые – бражники, пластинчатоусые; ночные – совки.

Насекомые реагируют на различный спектральный состав света, обычно лучше воспринимая коротковолновую часть спектра, в том числе ультрафиолетовые лучи. На свет летят совки, яблонная плодожорка, хуже – сетчатокрылые, божьи коровки. Ветер также оказывает влияние на насекомых. Мелкие насекомые переносятся ветром (расселение – американская белая бабочка, непарный шелкопряд), летят с потоком ветра. Вертикальное расселение – теплый

воздух поднимается вверх и вместе с насекомыми попадает в высокие горизонты, с понижением температуры опускается на другом участке с некоторым количеством насекомых.

Вопрос 3. Почвенные, или эдафические факторы.

Большинство крылатых насекомых в фазе имаго относятся к числу обитателей воздушной среды, но в неактивных фазах (яйцо, куколка) являются обитателями почвы. Почва отличается большим своеобразием и состоит из трех систем: твердой, жидкой и газообразной. Твердая фаза образует структурную основу почвы, которая всегда удерживает в себе то или иное количество воды и воздуха.

Почва является местом, по которому животная жизнь смогла перейти из водной стихии в воздушную. Большинство видов почвенных беспозвоночных участвует в процессе минерализации органических веществ. В почве встречаются хищники и паразиты, уничтожающие вредителей сельскохозяйственных культур. В настоящее время разрабатываются пути усиления полезной деятельности почвенной фауны, повышения плодородия почвы и использования отдельных видов беспозвоночных для диагностики почв.

К почвенным факторам, наиболее сильно влияющим на изменение численности почвенной фауны, относятся: механический состав, температура, влажность, воздухопроницаемость.

Механический состав почвы может оказывать прямое влияние на избирательность отдельных видов животных (личинки хрущей сильнее вредят на легких, песчаных почвах, а виноградная филлоксера там существовать не может, уплотненные почвы заселяют хрущи, кравчики, а рыхлые – жужелицы).

С температурой почвы связаны суточные и вертикальные миграции насекомых. Температура почвы на поверхности подвержена резким колебаниям в течение суток, а на глубине 15–20 см эти колебания сглаживаются.

Еще более важное значение имеют сезонные миграции. Личинки шелконов зимуют на глубине 25–30 см, хрущи – 120–180 см.

Избыточная высокая влажность почвы, особенно в сочетании с пониженной температурой, неблагоприятна для жизни насекомых в связи с развитием патогенных микроорганизмов и ухудшением аэрации. Низкая влажность почвы в условия засухи приводит к миграциям в более глубокие горизонты подвижных фаз развития обитающих в почве насекомых и к повышенной гибели куколок и яиц.

Почвенный воздух в верхних слоях почвы содержит O_2 больше, чем CO_2 , а с увеличением глубины содержания кислорода уменьшается и CO_2 увеличивается. Чем влажнее почва, тем хуже происходит обмен воздуха и выше содержание углекислоты. При ухудшении аэрации насекомые вынуждены мигрировать к поверхности почвы.

Реакция почвенного раствора также связана с влажностью и аэрацией почвы. На кислых почвах развивается род *Agriotis*, а на щелочных – лимониус.

Насекомые слабо реагируют на концентрацию почвенного раствора. В почвах, богатых растительными остатками, наблюдается более многочисленная почвенная фауна, так как органические вещества сами по себе служат источником питания для многих видов насекомых, клещей, нематод. При более высоком содержании органических веществ в почве несколько ослабевает вредоносность фитофагов, так как они частично используют эти вещества для питания.

Вопрос 4. Биотические факторы.

Важную роль в жизни насекомых играют их взаимоотношения с различными живыми организмами – животными и растениями в процессе жизнедеятельности. Все эти живые силы природы выступают в качестве биологических факторов среды, взаимодействующих с каждым отдельным организмом и его популяцией и видом. Основу взаимоотношений насекомых с биотическими факторами среды составляют пищевые взаимоотношения и связи. Потребление пищи является физиологической необходимостью, что и вызывает появление разнообразных приспособлений, направленных к использованию тех или иных источников пищи. Избирательное отношение отдельных групп насекомых и других организмов к различным источникам органического вещества называют специализацией 1-го порядка. Источники пищи насекомых разнообразны: живые организмы (растения и животные); продукты их жизнедеятельности (не переваренные остатки пищи в виде помета, отмершие и опавшие части растений, умершие животные и растения).

Специализация видов насекомых на этих источниках пищи способствовала возникновению разнообразных пищевых режимов. Насекомые, которые питаются растениями – фитофаги, животными – зоофаги, если питаются насекомыми – то это энтомофаги, а клещами – акарифаги. Если питаются растительными остатками – это сапрофаги (подуры, панцирные клещи), а если животного происхождения, то это – некрофаги (мертвоеды, падальные мухи), питаются навозом – капрофаги. Пищевая специализация 2-го порядка характеризует степень избирательности внутри каждого из перечисленных источников питания. Среди фитофагов различают монофагов (зерновка гороховая, филлоксеры, малинный клещ) – питаются на одной культуре; олигофагов (клубеньковые долгоносики, капустная белянка, гороховая плодожорка) – питаются растениями одного семейства; полифагов, или многоядных, (совки подгрызающие, проволочники, слизни) – питаются многими видами растений из различных ботанических семейств.

Пантофаги, или всеядные, питаются многими растениями и животной пищей (тараканы, уховертки).

Питание животных связывает их с другими организмами более или менее прочными пищевыми связями. Особенно стойки эти связи у монофагов и олигофагов. Однако эти связи не ограничиваются только парой компонентов: потребителем и поставщиком пищи. Большинство потребителей может в свою очередь быть поставщиком пищи для других организмов. Цепи питания начи-

наются от растения или мертвых органических веществ и заканчиваются животными хищниками или паразитами. Так, тля питается на растениях, тлю уничтожают кокциnellиды, их уничтожают птицы, птиц уничтожают лисы и т. д. Для цепей питания характерно также и то, что они обычно имеют ответвления, эти ответвления создаются другими хищниками или паразитами, живущими за счет хозяев, входящих в основную цепь питания. Тлю уничтожают злато-глазки, их поедают другие насекомые или птицы. Так пищевые связи и цепи питания объединяют собой различные организмы и создают между ними систему сложнейших и прочных взаимоотношений.

Взаимоотношения между растениями и насекомыми различны: опылители растений, вредители растений, переносчики болезней растений.

Типы повреждений в зависимости от ротового аппарата вредителей различны:

1. Повреждения растений без их предварительной подготовки вредителем для питания:

а) повреждение листьев (грубое объедание, дырчатое выедание, фигурное объедание, скелетирование, минирование, изменение окраски, деформация листьев);

б) повреждение стеблей, ветвей и корней, подгрызание стебля, выедание ходов;

в) повреждение генеративных органов, выедание бутонов, минирование плодов, белоколосость злаков.

2. Повреждения с подготовкой растения вредителем для питания:

а) повреждения с механической подготовкой субстрата для питания (листовые трубки и сигары, листовые гнезда);

б) повреждения с физиологической подготовкой субстрата для питания (галлы: листовые, стеблевые, побеговые, почковые, корневые).

Естественные враги насекомых: патогенные микроорганизмы, паразитические черви, хищные и паразитические насекомые, хищные позвоночные. Они играют роль в ограничении размножения и распространения насекомых, некоторых используют для биологической борьбы с вредителями. Патогенные организмы – это грибы, бактерии, вирусы и простейшие. Они вызывают различные заболевания у насекомых. Из грибных организмов, вызывающих болезни насекомых, наибольшее значение имеют энтомофторовые и мускардиновые грибы.

Бактерии служат для изготовления препаратов (выделяют из разных видов погибших насекомых) – для производства битоксибациллина и лепидоцида.

Из вирусных патогенов известны полиэдрозы и гранулезы. Полиэдроз изучен у тутового шелкопряда – тело гусениц покрывается желтыми пятнами. Гранулез отмечен у гусениц яблонной плодожорки. У больных гусениц тело приобретает беловато-желтую окраску. Они становятся вялыми и погибают. Протозойные болезни вызывают одноклеточные животные, относящиеся к простейшим (поземотоз пчел).

Паразитические черви очень многообразны: стационарные паразиты живут в теле насекомых длительное время, даже всю жизнь – нематоды; промежуточные переходят от насекомых к животным и человеку. К основным формам взаимоотношений между различными организмами относятся симбиоз, хищничество и паразитизм. Симбиоз – различные формы сожительства свободных организмов (казарка – плодовая гниль). Хищничество – форма отношений, при которой более сильный организм – хищник – питается другим – жертвой, приводя ее к гибели в течение короткого времени. Хищники принадлежат к различным группам животных: хищники-энтомофаги: божьи коровки, златоглазки, жужелицы, муравьи. Паразитизм характеризуется тем, что одни особи – паразиты – живут за счет других организмов-хозяев длительное время, приводя хозяев к гибели или сильно их ослабляя (наездники, бракониды, тахины). Паразиты бывают наружные (эктопаразиты) и внутренние (эндопаразиты). Наружные паразиты характерны для насекомых, ведущих скрытый образ жизни, из внутренних наиболее ценны яйцееды (трихограмма, теленомус). На паразитических насекомых в свою очередь могут паразитировать другие виды насекомых, называемые сверхпаразитами или паразитами 2-го порядка.

Из млекопитающих питаются вредителями: еж, крот, летучая мышь. Из птиц наиболее эффективны дятлы, ласточки, стрижи, синицы, скворцы, грачи.

Естественные враги играют важную роль в ограничении распространения и размножения вредных видов. Применение естественных врагов положило начало биометоду.

Вопрос 5. Антропоические факторы.

Воздействие человека и его хозяйственной деятельности на организмы, в т. ч. на мир насекомых, составляет в настоящее время одну из самых мощных форм экологического воздействия в природе.

Человек – часть природы, он ее не создает, а потребляет. Поэтому мы разрушаем сложившиеся тысячелетиями природные взаимоотношения организмов со средой с целью получения разнообразной биологической продукции. Задача человека в том, чтобы познать экологические законы и правильно их применять при использовании природы.

Распашка и освоение целинных земель, раскорчевка леса, осушение болот, орошение пустынь, пастьба скота – все это изменяет состав фауны насекомых. Одни виды полностью исчезают, другие, наоборот, размножаются.

Изменение природы человеком создает в любом биоценотическом комплексе условия, неблагоприятные для размножения одних видов и процветание других. Между видами создаются новые численные отношения, пищевые цепи перестраиваются, возникают приспособления, необходимые для существования организмов в измененной среде.

Введение посевов и посадок культурных растений и раскорчевка для этого лесных участков или распашка целины создают на освоенных участках совершенно новую среду обитания для насекомых и приводят к гибели многих

из них. Почвенные условия в результате вспашки, боронования, поливов, внесения минеральных и органических удобрений, осушения болот и других мероприятий коренным образом изменяются. Сорные растения, к которым приурочены виды насекомых, искореняются. Распашка целины, уничтожение или посадки лесов и мелиорация земель изменяют микроклиматические условия. Насекомые, обитающие в местах сельскохозяйственного освоения земель, которые могут развиваться на высеваемых или высаживаемых человеком растениях, обеспечиваются пищей в изобилии и получают более благоприятные для массового развития условия, особенно если изменение микроклиматических и почвенных условий происходит в благоприятную для них сторону. Это создает благоприятные условия и для их хищников и паразитов, а также, для паразитов высшего порядка, которые не угнетают вновь создающиеся почвенные и микроклиматические перемены. Лесопосадки привлекают для гнездования насекомоядных птиц, что сказывается на численности и соотношении различных насекомых во вновь созданных и в окружающих биотопах. Создание лесопосадок обеспечивает место зимовки насекомых. Благоприятно возделывание монокультуры для вредителей. Очень большое влияние на насекомых оказывает выпас скота. При питании травой многих насекомых животные поедают, раздавливают. Скот изменяет экологическую обстановку, уплотняет почву, оставление навоза скотом на пастбище создает благоприятные условия для развития капрофагов.

Осушение дает возможность избавиться от азиатской перелетной саранчи. Создание водохранилищ создает благоприятные условия для комаров, стрекоз.

Вопрос 6. Жизнь насекомых в биоценозе.

В природе организмы живут не изолированно друг от друга, а сосуществуют в виде особых сообществ или биологических комплексов (биоценозов). Биоценоз – исторически сложившиеся группировки видов растений, животных и микроорганизмов. Биоценоз – совместно функционирующая система, создающаяся в результате взаимодействия организмов и среды. Эти широко понимаемые биоценозы академик Сукачев назвал биогеоценозами. Биоценозы многообразны и различаются между собой уровнем своей организации. Основной таксономической единицей является элементарный биоценоз (биоценоз 1-го порядка). Это те конкретные биоценозы, с которыми приходится иметь дело при изучении биологических комплексов в природе, таковы конкретные виды соснового леса, злаковых лугов. Совокупности биоценозов 1-го порядка объединяются в биоценозы 2-го и последующих порядков, к числу которых относятся формации и ландшафтные зоны.

Высшая категория биоценоза на земле – весь покров живой биостромы (геомериды), в этом случае биотопом геомериды следует считать биосферу, т. е. поверхностную оболочку земли, заселенную живыми существами.

Под влиянием действия человека первичные природные биоценозы становятся вторичными. Раздел экологии, изучающий биоценозы, выделяется в биоценологию.

В экологии насекомых широкое применение нашли термины: стация, биотоп, биоценоз, популяция.

Стация – это участок территории, занятой популяцией вида и характеризующийся определенными экологическими условиями (шведская муха – злаки, колорадский жук – пасленовые).

Биотоп – территория с более или менее однородными почвенными или климатическими условиями, заселенная более или менее определенным комплексом животных и определенным растительным сообществом. Злаковое поле будет биотопом для вредных и полезных насекомых, птиц и т. д., объединяемых, главным образом, на основе пищевых связей. Исторически сложившийся комплекс всех организмов, животных и растительных, характерный для того или иного биотопа, называется биоценозом. Биоценоз является частью общего природного комплекса биогеоценоза, включающего, кроме организмов, почву, водный режим, геологическое строение и свойственные этой территории климатические особенности. Весь комплекс особей вида животных (в т. ч. и насекомых), населяющих тот или иной ограниченный участок территории, называется популяцией. Географическая популяция – совокупность особей вида, встречающихся в тех или иных географических границах. Экологическая популяция ограничена пределами участков с однородными условиями среды. Особи каждого вида насекомых, обитающие на том или ином участке территории, находятся не только под воздействием внешних для вида условий среды, но и связаны между собой исторически сложившимися внутривидовыми связями. Они представляют собой не простую сумму изолированных индивидов, а естественное единство, играющее активную роль во взаимодействии со средой.

Биологические свойства видов, исторически создавшиеся в соответствии с внешней средой их существования, в частности их физиологические потребности, а также внутривидовые и межвидовые связи, привели к экологической специализации каждого вида. Это определило роль и место отдельных видов в биоценозе. Размещение вида в биотопе, положение его среди биоценоза получило название экологической ниши. Экологическая ниша – это пищевая ниша и ниша местообитания. Пищевая ниша – место питания. Ниша местообитания – укрытие от врагов и место размножения. Экологическая ниша связана с понятием жизненная форма. Жизненная форма насекомых – это исторически сложившийся комплекс физиологических и морфологических свойств, обеспечивающих существование организма в данной среде. Известны 3 жизненные формы:

- фитофилы – стройное тело, лишённое грубой скульптуры (саранча);
- геофилы – приплюснутое тело, шероховатая скульптура покровов (медведки);
- гидрофилы – обтекаемая форма тела, лишена бугорков и выступов, плавательные ноги (плавунцы).

Каждый вид насекомых имеет свою характерную область географического распространения, или ареал. Ареал формируется в результате длитель-

ной и сложной эволюции под влиянием экологических и геоисторических факторов. К числу геоисторических факторов относятся особенности климата, растительности, строения поверхности в предшествующие геологические эпохи. Экологические факторы: климат, почва и биотические факторы. Границами ареала служат географические пункты, за пределами которых вид размножаться не может. Зоной вредности называется часть ареала, на которой вид встречается в значительном количестве и причиняет вред культурным растениям. В зоне вредности имеются наиболее благоприятные условия для размножения вида. Следовательно, зона вредности по площади всегда меньше ареала данного вида. Зона вредности может быть представлена одним сплошным участком территории или несколькими разобщенными. Зона вредности обычно не постоянна и может изменяться в зависимости от метеоданных. Различают максимальную (устойчивую) вредность, зону неустойчивого вреда и зону слабого вреда.