

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ЧИСЛЕННОСТЬ НАСЕКОМЫХ

1. Общая характеристика факторов среды
2. Экологические свойства видов
3. Абиотические факторы
4. Гидро-эдафические факторы
5. Биотические факторы
6. Антропоические факторы

1. Общая характеристика факторов среды. Насекомые, как холоднокровные животные, в значительной степени зависят от влияния условий внешней среды и в то же время составляют неотъемлемую часть той среды, в которой обитают. Взаимоотношения организма со средой изучает наука, получившая название *экология*.

Изучение экологии вида осуществляется на 2 уровнях: сначала изучается экология отдельных особей, затем – экология популяций, т.е. популяционная экология.

Однако популяция, т.е. естественная совокупность особей одного вида, тесно связана со всеми живыми организмами, населяющими ту или иную территорию. Т.о., возникает 3 уровень экологического изучения организма – экология сообществ, или биоценология.

Условия жизни и существования организма создается из совокупности экологических факторов.

Согласно наиболее распространенной классификации все факторы среды разделены на 4 группы:

- *абиотические*, или климатические факторы: тепло, влажность, свет и др.;

- *гидро-эдафические*, или водно-почвенные факторы: воздействие воды и почвы как среды обитания;

- *биотические*, или органические факторы: взаимоотношения между организмами на основе питания, внутри- и межвидовые отношения;

- *антропоические*, или антропогенные: влияние на организмы деятельности человека - распашка земель, строительство гидросооружений, борьба с вредителями.

Существует также классификация факторов по силе воздействия на организмы и по приспособленности организмов к ним. В первом случае имеются в виду факторы либо истребляющие особей, либо влияющие на воспроизводство за счет изменения хода развития и плодовитости особей, либо изменяющие поведение и характер обмена веществ. Во втором случае подразумевается совершенство адаптаций. В данной классификации экологические факторы подразделяются на первичные периодические (температура, освещенность), вторичные периодические (осадки, относительная влажность воз-

духа, внутривидовые взаимодействия) и факторы непериодические, случайные (эдафические, межвидовая конкуренция).

2. Экологические свойства видов. Виды по экологическим требованиям часто резко отличаются друг от друга. По требовательности к теплу делят на: *термофилов*, любящих тепло, и *криофилов*, холодолюбивых насекомых; по требовательности к влаге: *гигрофилов* и *ксерофилов*; обитающих на растениях называют *фитофилами*, обитателей поверхности или толщи почв – *геофилами* и т.п. Выбор условий жизни определяется наследственными качествами вида, выработавшимися в процессе эволюции. Отношение вида к экологическим условиям обозначается понятием *требования вида*.

Кроме того, виды различаются между собой неодинаковой широтой требований к факторам среды и неодинаковой терпимостью к их изменчивости. Некоторые виды способны переносить довольно широкий диапазон изменения того или иного условия среды, другие могут существовать только в строго определенном узком диапазоне. Например, саранчовые отличаются многоядностью, т.е. могут питаться большим количеством видов растений, а виноградная филлоксера только на виноградной лозе. Эта различная требовательность вида к факторам среды называется *экологической пластичностью*, или *экологической валентностью вида*.

Различают экологически пластичные, или *эврибионтные* виды, и экологически непластичные, или *стенобионтные* виды.

В экологии существует понятие *экологический стандарт*, включающий в себя экологические параметры вида, обусловленные специфичностью требований к факторам среды и экологической пластичностью вида.

Для создания благоприятных условий жизни вида не все факторы среды являются равнозначными. Одни факторы стали жизненно необходимыми: это, прежде всего, соответствующие источники пищи, определенный диапазон температуры и влажности. Другие факторы могут быть безразличными или отрицательными.

3. Абиотические факторы. К основным факторам относятся солнечное излучение, температура и влажность воздуха, к второстепенным – влияние ветра, ионизация и давление атмосферы, электрических полей.

Солнечное излучение. Все процессы в биосфере обеспечиваются солнечным излучением, но солнечная энергия распределяется по поверхности земли неравномерно. Проявление всех абиотических факторов зависит от инсоляции, однако примеров непосредственного влияния света на жизнедеятельность насекомых известно немного. Наиболее значительно воздействие света на поведение и развитие насекомых. Известно, что фотопериод определяет наступление и продолжительность диапаузы. Подавляющее большинство насекомых активно при длинном дне и уходят в диапаузу при сокращенном фотопериоде. Интенсивный ультрафиолетовый свет губителен для большинства насекомых.

Температура среды – первичный периодический фактор, определяющий жизнедеятельность насекомых, их поведение, скорость развития.

Насекомые – пойкилотермные организмы, поэтому температура тела насекомого и его состояние изменяется при изменении внешней температуры.

Активная жизнедеятельность насекомых возможна лишь в пределах определенного диапазона температур, ограниченном 15 и 38⁰, за пределом диапазона интенсивность жизненных процессов заметно снижается, насекомые впадают в состояние либо теплового, либо холодowego оцепенения, ведущего к гибели. При тепловом оцепенении, ставшем постоянным, возврат к активной деятельности уже невозможен, но окоченение от холода сменяется переохлаждением соков насекомых до критической точки, когда освобождается скрытая температура плавления и тело насекомого разогревается за короткий промежуток времени почти до 0⁰. Некоторые насекомые способны переносить весьма длительные и глубокие понижения температуры в состоянии анабиоза.

Холодостойкость, т.е. способность переживать воздействие пониженных температур является видовой особенностью, а также зависит от физиологического состояния и биохимических особенностей насекомого.

От температурных условий среды зависит скорость развития насекомых. Как установлено, развитие насекомых может протекать лишь в пределах определенных температурных границ – верхней и нижней, которые получили название **верхнего** и **нижнего порогов развития**. Иногда их также называют **биологическими нулями развития**. Температуры, лежащие между порогами, называют **эффективными температурами**.

Для оценки влияния температуры на ход развития насекомых обычно пользуются критерием **сумма положительных температур**, отсчет которых ведут от заранее вычисленных значений нижнего порога развития. Например, для озимой совки нижний порог развития 10⁰, амбарного долгоносика – 11⁰, колорадского жука - 12⁰.

В допустимых для каждого вида пределах длительность развития сокращается с повышением температуры, а ее скорость возрастает. Так, эмбриональное развитие колорадского жука при 17⁰ завершается через 216 часов, а при температуре 27⁰ – через 96 часов.

Для завершения своего развития каждому виду насекомых необходимо определенное количество тепловой энергии, причем суммы эффективных температур для развития особей того или иного вида являются величиной более или менее постоянной и рассчитываются по формуле:

$$S=(t-t_0) \times n$$

где t – среднесуточная температура,
 t_0 – нижний порог развития.

Например, для яблонной тли сумма эффективных температур 114⁰, амбарного долгоносика – 360⁰, озимой совки – 1000⁰, рыжего таракана – 1900⁰.

Регистрация суммы эффективных температур позволяет прогнозировать сроки появления вредящих фаз и планировать защитные мероприятия. В

частности, обработки против колорадского жука целесообразно применять при $S=150^0$.

В то же время следует учитывать, что сроки развития вредителей зависят не только от накопленного тепла, но и от колебаний температуры. Кроме того, при пониженных температурах деятельность жизни отдельных особей значительно возрастает. Так, при 30^0 мухи *Drosophila* живут в среднем 21 день, а при 15^0 – не менее 130 дней.

Влажность. В экологии насекомых наибольшее значение имеет относительная влажность воздуха. У перелетной саранчи скорость развития возрастает при повышении относительной влажности воздуха до 70%. Снижение содержания воды в организме разные виды насекомых переносят неодинаково: колорадский жук выдерживает высушивание на 50%, а жук *Lachnosterna* погибает при высушивании на 15%. Личинки некоторых видов комаров, живущих в пересыхающих лужах, остаются живыми в течение 10 лет, сохраняя влажность тела не более 3% .

Влага удерживается в организме насекомого с помощью морфологических, физиологических и экологических приспособлений, или **адаптаций**.

К числу **морфологических** адаптаций относят: водонепроницаемую и толстую кутикулу, восковой налет, строение дыхалец, строение куколок и др. У сухоустойчивых видов дыхальца маленького размера. У куколок, расположенных в земляных колыбельках, где влажность воздуха около 100%, кожные покровы нежные и тонкие, у видов насекомых, окукливающихся открыто на растениях, куколки заключены в кокон, который предохраняет их от излишней влаги. Иногда один и тот же вид ведет себя по-разному в условиях различного увлажнения. Например, личинка рыжего мукоеда во влажных условиях не делает кокон, а в сухих – делает.

К числу **физиологических** механизмов относят отсасывание воды задней кишкой из непереваренных остатков пищи, способность поглощать влагу через пронизываемые покровы.

К **экологическим** адаптациям относят так называемые **вертикальные миграции**: почвообитающие насекомые при пересыхании верхних горизонтов почвы перемещаются в нижние, более влажные слои; наземные насекомые в засушливое время перемещаются в пониженные, сырые места.

Сухопутных насекомых подразделяют на **гигрофилов**, обитающих во влажных местах, **мезофилов**, менее требовательных к влажности, и **ксерофилов**, приспособленных к дефициту влаги.

Для пополнения запасов воды некоторые насекомые пьют росу или соки растений, потребляют влагу с пищей или метаболическую воду, образующуюся при окислении жиров и других органических веществ.

Недостаток влаги в природе во время засухи губителен для растительных видов. Известны случаи массовой гибели личинок саранчовых при сильном выгорании травы.

Температура среды в значительной мере способна изменять воздействие влажности. Поэтому в практике экологических исследований обычно

рассматривают совместное влияние влажности и температуры, используя различные индексы, коэффициенты и диаграммы.

Наиболее часто для экологического анализа условий жизни насекомых используют *биоклимограммы*, предложенные Б.П.Уваровым.

Для ее построения необходимо знать сроки развития всех фаз и располагать метеосводками для данной территории.

Соответствующие линии многоугольника для каждой фазы обозначают по-разному: прерывистая линия – фаза яйца, жирная разорванная – фаза личинки, сплошная линия – фаза имаго.

Если построить такую биоклимограмму для оптимальной части ареала и для годов массового появления вида, то можно определить наиболее оптимальные показатели температуры и влажности. Построив для всех фаз по крайним точкам их развития соответствующие 4-угольники, получим показатели оптимальных условий для жизни яйца, личинки и имаго.

Воздушные токи являются одним из существенных факторов расселения насекомых. Такие мелкие насекомые как тли, мелкие двукрылые и бабочки не способны при полете оказывать сопротивление ветру и имеют *пассивный полет*. Пассивный полет свойственен и некоторым бескрылым насекомым и личинкам, которые обладают парусностью. Например, у гусениц I возраста непарного шелкопряда волоски длиннее тела, гусеницы могут быть отнесены ветром на расстояние до 20 км.

4. Гидро-эдафические факторы. Свыше 90% видов всех насекомых в той или иной период своей жизни обязательно связаны с водой или почвой как средами обитания.

Водная среда. Насекомые обитают преимущественно в пресных водах, причем большинство из них связаны с водой не постоянно. Так, почти все представители отрядов поденок, стрекоз, веснянок и ручейников развиваются в воде до окрыления, личинки имеют специальные приспособления для жизни в воде; в фазе имаго они ведут наземный образ жизни, отдельные представители двукрылых, перепончатокрылых, жуков, клопов, сетчатокрылых и бабочек личиночную стадию проводят в воде. А жуки-плавунцы и водолюбы, клопы-гладыши постоянно обитают в воде, изредка перелетая в новые водоемы.

Условия жизни в водной среде определяются, главным образом, температурой воды, химическим составом, содержанием кислорода и пищи, а также течением воды. Насекомые, обитающие в быстротекущих водах, получили название *реофилы*, в стоячих и медленно текущих водах *лимнофилы*.

В реках и горных ручьях температура воды обычно более низкая, а содержание кислорода достаточно высокое; в озерах, прудах и лужах вода прогревается сильнее, но количество кислорода невысокое. В связи с этими условиями реофильные и лимнофильные насекомые существенно различаются между собой по морфологическим и физиологическим признакам.

Реофилы, живущие в толще воды, обладают удлинённым обтекаемым телом, короткими или небольшими жабрами; живущие на дне, обладают цепкими, сильными ногами, иногда имеют плоское тело.

Лимнофилы имеют сильно развитые жабры, более короткое, слабо обтекаемое тело, устойчивы к низкому содержанию кислорода и высокому содержанию углекислого газа.

Некоторые насекомые весьма чувствительны к загрязнению сточными водами, что позволяет использовать их как биологические индикаторы загрязнения: личинки мух-журчалок предпочитают загрязнённые воды, а личинки ручейников их не переносят.

Водные насекомые являются важной частью биоценозов. Некоторые насекомые питаются растительными остатками и мелкими водорослями, другие являются хищниками, третьи – кормом для рыб, что способствует биогенной миграции химических веществ в водоемах.

Почва. Как среда обитания почва является промежуточной между водной и воздушной средой и представляет собой некую систему, которая состоит из твердой, жидкой и газообразной фаз. Подавляющее большинство насекомых так или иначе связаны с почвой. По степени связи с почвой насекомые делятся на следующие экологические группы:

геобионты – обитают в почве постоянно (медведки);

геофилы – проходят в почве определенные фазы жизненного цикла (прямокрылые, многие двукрылые, жуки, чешуекрылые);

геоксены – временные посетители почвы, они лишь укрываются в почвенных норах от врагов или преследуют в них свои жертвы (представители таракановых, жуков, клопов).

Почвообитающие насекомые преимущественно сапрофаги: они содействуют переработке растительного опада, трупов и экскрементов, существенно ускоряя биогенный круговорот и миграцию минеральных веществ в биогеоценозах. Некоторые ногохвостки и клещи в десятки раз ускоряют разложение хлороорганических инсектицидов до нетоксичных соединений.

Почвообитающие микроорганизмы отличаются малыми размерами тела, редукцией органов зрения, неразвитостью трахейной системы и проницаемостью бесцветной кутикулы для влаги и газов. Насекомые обычно сосредотачиваются в верхних горизонтах почвы обычно до 20-30 см, но некоторые термиты, обитающие в пустыне, прокапывают ходы к водоносным слоям на глубину 10-15 м.

Видовой состав насекомых зависит от физических и химических свойств почвы и меняется в зависимости от режимов землепользования и может служить индикатором для оценки процессов деградации и восстановления земель.

Биотические факторы. Насекомые как часть биоценоза взаимодействуют с различными живыми организмами – животными и растениями, которые выступают как биотические факторы.

Основу взаимоотношений составляют пищевые или *трофические* взаимоотношения и связи. Насекомые, являясь гетеротрофными организмами нуждаются в органических веществах, созданных другими живыми существами.

Источники пищи насекомых весьма разнообразны: это живые организмы, продукты их жизнедеятельности, а также мертвые организмы. Многообразие источников пищи обусловило специализацию видов насекомых относительно этих источников и привело к возникновению различных пищевых режимов.

Согласно источникам питания насекомые делятся на следующие группы: фитофаги, зоофаги, сапрофаги, некрофаги и копрофаги.

Фитофаги – растительноядные насекомые.

Зоофаги – питаются животными организмами и подразделяются на хищников и паразитов. Хищники крупнее и сильнее жертвы и сразу убивают ее (жужелицы, божьи коровки, стрекозы, богомолы, мухи-ктыри); паразиты используют других животных не только как источник пищи, но и как среду обитания (наездники, тахины, пухоеды, вши).

Сапрофаги – питаются на мертвых, нередко разлагающихся растительных остатках (личинки многих двукрылых, некоторых жуков, подуры).

Некрофаги – питаются трупами животных (жуки-мертвоеды, личинки падальных мух).

Копрофаги – питаются пометом или навозом (навозники, личинки некоторых мух).

Вышеперечисленная специализация рассматривается как *специализация первого порядка* и основана на использовании резко отличающихся источников питания.

В пределах каждой категории первого порядка различают пищевую *специализацию второго порядка*, которая характеризует степень требовательности к пище. Среди фитофагов различают *монофагов* – питающихся только каким-либо видом растений (виноградная филлоксеры, гороховая зерновка), *олигофагов* (ограниченноядных) – питающихся родственными видами растений, относящихся к одному семейству или нескольким близким семействам (свекловичные долгоносики, колорадский жук); *полифаги* - питающиеся многочисленными видами растений (озимая совка, саранча, луговой мотылек).

Пищевая специализация второго порядка характерна также и для зоофагов. Так, божьи коровки уничтожают тлей и кокцид, а наездники паразитируют на определенных видах насекомых.

Пищевая специализация ослабляет межвидовую конкуренцию и обеспечивает наивысшую выживаемость вида.

Питание связывает насекомых с другими организмами более или менее прочными *пищевыми связями*. Чаще всего эти связи не ограничиваются только двумя компонентами, а образуют так называемые *цепи питания*, в

которых потребитель пищи в свою очередь становится источником питания для другого животного.

Диапазон взаимодействия биотических факторов с насекомыми включает экологические связи между членами одной и той же популяции, между разными популяциями одного вида (внутривидовые отношения) и между разными видами (межвидовые отношения).

Внутривидовые отношения. Рассмотрим эффект группы, массовый эффект и внутривидовую конкуренцию.

Эффект группы. Объединение насекомых в группы способствует их выживанию и размножению. Например, совместное обитание личинок мух на трупах и экскрементах благодаря выделяемым протеолитическим ферментам, способствует разжижению и усвоению субстрата. Эффект группы особенно наглядно проявляется при фазовом полиморфизме прямокрылых и гусениц некоторых бабочек. При значительной плотности популяции перелетной саранчи особи приобретают более темную окраску, тело становится короче, повышается уровень метаболизма, активность, скорость развития и прожорливость. Стадная фаза способна к продолжительной миграции, что способствует расселению группы.

Массовый эффект. В противоположность эффекту группы, массовый эффект обуславливает сокращение популяции. Наиболее ярко массовый эффект проявляется у вредителей хлебных запасов. Малый мучной хрущак и рисовый долгоносик при достижении определенной плотности популяции резко сокращает плодовитость, также замедляется развитие личинок, а долгоносики начинают пожирать свои яйца. Это обеспечивает выживаемость популяции в ограниченных средах.

Внутривидовая конкуренция проявляется в территориальном поведении, внутривидовой иерархии.

Муравьи и термиты избегают строить гнезда в непосредственной близости друг от друга и агрессивны к представителям других семейств.

Внутрипопуляционная иерархия (выделение доминирующих и подчиненных особей) наблюдается среди личинок майского хруща, которые развиваются в течение 3 лет. Старшие личинки оказывают угнетающее действие на младших.

У личинок некоторых паразитических перепончатокрылых, обитающих в одном хозяине, происходит морфологическая дифференциация личинок. Некоторые личинки преобразуются в мускулистых, снабженных крепкими челюстями особей, но лишенных кишечника. Они разрывают и перемешивают ткани хозяина, облегчая развитие нормальных личинок.

Межвидовые отношения могут быть обоюдными или односторонними, иметь положительный или отрицательный вектор. Различают несколько типов межвидовых отношений:

Конкуренция: виды противостоят друг другу в борьбе за пищу, укрытия, места откладки яиц. Крайней формой конкуренции является *аменса-*

лизм, когда присутствие одного вида невыносимо для другого из-за выделяемых им веществ или агрессивного поведения.

Конкуренция может быть активной или пассивной. При активной конкуренции (интерференция) один вид лишает другого доступа к источникам пищи и возможным местообитаниям. Так стрекозы отгоняют другие виды стрекоз с выбранных мест, а муравьи отгоняют от тлей хищников и паразитов.

При пассивной конкуренции, или эксплуатации, один вид постепенно вытесняет другой, более слабый. Эксплуатация развивается при использовании одинаковых источников питания.

Хищничество и паразитизм. При данной форме взаимодействия популяций агрессивности хищников и паразитов противостоит способность жертв к самозащите и усиленному воспроизводству.

Жертвами хищников, как правило, являются другие насекомые. Однако, крупные тропические богомолы поедают мелких ящериц, личинки стрекоз – мелких рыб, осы – пауков.

Паразитизм как форма взаимоотношений значительно сильнее чем хищничество. Существует несколько форм взаимодействия паразита и хозяина: *облигатный паразитизм*, когда насекомые не способны существовать без хозяев (пухоеды, вши, блохи, веерокрылые) и *факультативный*, когда связь между насекомыми временная или необязательная.

Особенно тесная связь с хозяином у веерокрылых, самки которых постоянно обитают в теле хозяев. Самцы прокалывают копулятивным органом покровы хозяина и самки и вводит сперму в полость тела червеобразной самки. Самка выставляет из хозяина конец тела и рассеивает яйца. Личинки, выходящие из яиц, поджидают хозяев, растворяют специальными ферментами кутикулу насекомых, проникают в полость тела, линяют, питаются и либо образует куколку из которой вылетает самец, либо постепенно становится червеобразной самкой. Поражение веерокрылыми приводит к кастрации и развитию признаков противоположного пола.

Паразиты оказывают существенное влияние на насекомое-хозяина: они могут ускорять или замедлять метаморфоз. Обычно паразит угнетает активность хозяина, а иногда содействует более интенсивному потреблению пищи.

В процессе эволюции насекомые выработали защитные механизмы против паразитов. Одни убегают или спрыгивают с растения, другие принимают угрожающую позу и выбрызгивают резко пахнущие или ядовитые вещества. Интересны физиологические защитные реакции хозяина: создание капсул вокруг паразита.

Различают несколько форм паразитизма:

Суперпаразитизм – заражение хозяина сразу несколькими яйцами, что способствует ослаблению защитных реакций.

Гиперпаразитизм – когда паразит сам становится хозяином для другого паразита, который называется паразитом 1 порядка, возможно и заражение сверхпаразита паразитом 2 порядка. Например, на гусеницах бабочек

белянок паразитирует наездник *Apanteles*, на нем паразитирует *Dibrachys*, на котором в свою очередь паразитирует наездник *Asecodes*.

Клептопаразитизм – когда один паразит использует активность другого паразита для облегчения поиска и заражения хозяина. Часто он откладывает свои яйца через отверстие в покровах уже зараженного хозяина и устраняет личинок конкурента.

Все перечисленные выше взаимоотношения относятся к числу отрицательных, существует и ряд положительных взаимодействий, но они менее изучены.

К ним относятся:

Мутуализм, или **симбиоз** - взаимодействие необходимое для существования разных видов. Наиболее сильно мутуалистические взаимоотношения выражены у термитов и жгутиконосцев, которые обитают в кишечнике хозяина. Жгутиконосцы выделяют ферменты для переваривания клетчатки. Интересные отношения складываются между муравьями и мермекофильными жуками рода *Staphilinidae*. Жуки выделяют секреты, охотно поедаемые муравьями, которые оказывают на них опьяняющее действие. Муравьи защищают их от хищников и переносят с другими членами семьи при ее переселении. Однако стафилины некоторых родов уничтожают личинок и яйца муравьев.

Синойкия, или **сожительство** – это отношения, полезные для одного вида, но безразличные или необременительные для другого. Некоторые клещи, ногохвостки, двукрылые, жуки, питающиеся разлагающимися растительными остатками живут в термитниках или муравейниках (**форезия** - расселение с помощью других видов, чаще грызунов).

Комменсализм, или **нахлебничество** – использование одним видом пищевых запасов другого, имеющихся в избытке. Крошечные муравьи, поселяясь в муравейниках рыжих лесных муравьев, выхватывают мелкие кусочки пищи когда один из них кормит другого.

Весьма разнообразны отношения у насекомых и растений. Подавляющее большинство высших цветковых растений опыляется только с помощью насекомых.

Как насекомые так и растения выработали специальные приспособления с одной стороны для сбора пыльцы, с другой стороны – как для привлечения насекомых, так и для защиты от них.

Энтомофильные растения имеют цветки яркой окраски и различного строения, обладают сильным ароматом.

Своеобразное строение цветков нередко приводит к энтомофильной специализации. Так цветки клевера опыляются только шмелями, люцерны – одиночными пчелами.

Перенос пыльцы многими насекомыми производится механически – пыльца пристает к телу и так переносится на другие растения, у пчел пыльца собирается специальными щеточками, расположенными на ногах.

Насекомые избирают растения для откладки яиц и для питания личинок, что определяет их вредоносность в посевах культурных растений. Защитные реакции и приспособления растений многообразны: это структура и прочность покровы, ядовитость, шипы и колючки, обильное выделение смолы у хвойных пород, формирование панцирного углеродного слоя у некоторых сортов подсолнечника.

Одним из важнейших биотических факторов, ограничивающих рост популяций, являются естественные враги: патогенные микроорганизмы (грибы, бактерии, вирусы, простейшие) хищные и паразитические членистоногие и хищные позвоночные).

6. Антропоические, или антропогенные факторы. В настоящее время воздействие хозяйственной деятельности человека является одним из основных экологических факторов. Это, прежде всего, распашка и освоение под сельскохозяйственные культуры целинных земель, вырубка леса, пастьба скота изменяют состав фауны насекомых.

Наиболее сильно видовой состав изменяется под воздействием распашки и освоения целины. Исследования показали, что при распаивании целины и посевах пшеницы количество видов насекомых уменьшается в 2 раза, но некоторые оставшиеся виды становятся более многочисленными. Причем преобладают виды, для которых пшеница является основным источником питания. Создание одновидовых сообществ способствует созданию комплексов вредных организмов. Вместе с тем, распашка целины приводит к экологическому подавлению вредителей, прежде всего марокской саранчи.

Значительно влияют на изменение фауны насекомых и различные мелиоративные работы. Установлено, что при осушении низинных торфяных болот численность подур увеличивается в 3 раза, проволочников почти в 18 раз, а численность муравьев снижается в 12 раз.

При освоении полупустынь количество подур и проволочников сильно уменьшается, а изменение численности муравьев в значительной степени зависит от возделываемой культуры: на хлопковых полях она сильно уменьшается, на виноградниках увеличивается в 10 раз.

Выпас скота без соблюдения мер рациональной эксплуатации приводит к изреживанию растительного покрова и уплотнению поверхностного слоя почвы, что в свою очередь приводит к сильному иссушению, более сильному прогреванию, тем самым создаются более оптимальные условия для ксерофилов, мезофильные виды вытесняются. При переуплотнении почвы создаются благоприятные условия для развития саранчи.

Коренные изменения в видовом составе насекомых происходят при вырубке леса. Микроклимат становится более сухим и теплым, исчезают древоядные и влаголюбивые виды, появляются вредители, специфичные для возделываемых культур.

Облесение участков приводит к изменениям в обратном направлении.

На видовой состав насекомых также влияет применение химических средств. Если инсектициды непосредственно уничтожают насекомых, то удобрения и гербициды косвенно. Внесение удобрений в оптимальных нормах способствует росту растений и увеличивает их устойчивость к вредителям, гербициды уничтожают сорные растения, которые являются кормовой базой насекомых.

Широкое развитие торговых связей привело к проникновению иноземных видов. В 18 веке в Европу из США была завезена кровяная тля, в 19 веке неоднократно завозился колорадский жук, к 1918 году он начал широко распространяться во Франции, а затем и во всей Европе.

Из Европы а США проникли стеблевой мотылек, непарный шелкопряд, гессенская муха.