

Лекция 14. Экология сообществ и экосистем

1. Понятие о биоценозе, биогеоценозе, экосистеме.
2. Типы связей и взаимоотношений между организмами.
3. Структура и функционирование экосистем.
4. Биологическая продуктивность экосистем.
5. Динамика экосистем.

1. Понятие о биоценозе, биогеоценозе, экосистеме

Живые организмы находятся между собой и абиотическими условиями среды обитания в определенных отношениях, образуя тем самым, так называемые, экологические системы. Биоценоз – совокупность популяций разных видов, обитающих на определенной территории. Растительный компонент биоценоза называется фитоценозом, животный – зооценозом, микробный – микробиоценозом. Ведущим компонентом в биоценозе является фитоценоз. Он определяет, каким будет зооценоз и микробиоценоз. Биотоп – определенная территория со свойственными ей абиотическими факторами среды обитания (климат, почва). Биогеоценоз – совокупность биоценоза и биотопа. Экосистема – система живых организмов и окружающих их неорганических тел, связанных между собой потоком энергии и круговоротом веществ. Термин «экосистема» был предложен английским ученым А. Тенсли (1935), а термин «биогеоценоз» – российским ученым В.Н. Сукачевым (1942). «Экосистема» и «биогеоценоз» – понятия близкие, но не синонимы. Биогеоценоз – это экосистема в границах фитоценоза. Экосистема – понятие более общее. Каждый биогеоценоз – это экосистема, но не каждая экосистема – биогеоценоз. Единая экосистема нашей планеты называется биосферой. Биосфера – экосистема высшего порядка.

2. Типы связей и взаимоотношений между организмами

Живые организмы определенным образом связаны друг с другом. Различают следующие типы связей между видами: трофические, топические, форические, фабрические.

Трофические связи возникают между видами, когда один вид питается другим: живыми особями, мертвыми остатками, продуктами жизнедеятельности. Трофическая связь может быть прямой и косвенной. Прямая связь проявляется при питании львов живыми антилопами, гиен трупами зебр, жуков-навозников пометом крупных копытных и т.д. Косвенная связь возникает при конкуренции разных видов за один пищевой ресурс.

Топические связи проявляются в изменении одним видом условий обитания другого вида. Например, под хвойным лесом, как правило, отсутствует травянистый покров.

Форические связи возникают, когда один вид участвует в распространении другого вида. Перенос животными семян, спор, пыльцы растений называется зоохория, а мелких особей – форезия.

Фабрические связи заключаются в том, что один вид использует для своих сооружений продукты выделения, мертвые остатки или даже живых особей другого вида. Например, птицы при постройке гнезд используют ветки деревьев, траву, пух и перья других птиц.

Воздействие одного вида на другой может быть положительным, отрицательным и нейтральным. При этом возможны разные комбинации типов воздействия. Различают нейтрализм, протокооперацию, мутуализм, комменсализм, хищничество, паразитизм, конкуренцию, аменсализм.

Нейтрализм – сожительство двух видов на одной территории, не имеющее для них ни положительных, ни отрицательных последствий.

Протокооперация – взаимовыгодное, но не обязательное сосуществование организмов, пользу из которого извлекают все участники. Например, раки-отшельники и актинии.

Мутуализм (облигатный симбиоз) – взаимовыгодное сожительство, когда либо один из партнеров, либо оба не могут существовать без сожителя.

Комменсализм – взаимоотношения, при которых один из партнеров получает пользу от сожительства, а другому присутствие первого безразлично. Различают две формы комменсализма: синойкия (квартиранство) и трофобиоз (нахлебничество).

Хищничество – взаимоотношения, при которых один из участников (хищник) умерщвляет другого (жертва) и использует его в качестве пищи. Частным случаем хищничества является каннибализм – умерщвление и поедание себе подобных.

Паразитизм – взаимоотношения, при которых паразит не убивает хозяина, а длительное время использует его как среду обитания и источник пищи.

Различают облигатных и факультативных паразитов. Облигатные паразиты ведут исключительно паразитический образ жизни и вне организма хозяина либо погибают, либо находятся в неактивном состоянии (вирусы). Факультативные паразиты ведут паразитический образ жизни, но, случае необходимости могут нормально жить во внешней среде, вне организма хозяина.

Конкуренция – взаимоотношения, при которых организмы соперничают друг с другом за одни и те же ресурсы внешней среды при недостатке последних. Организмы могут конкурировать за пищевые ресурсы,

полового партнера, убежище, свет и т.д. Различают прямую и косвенную, межвидовую и внутривидовую конкуренции.

Косвенная (пассивная) конкуренция – потребление ресурсов среды, необходимых обоим видам. Прямая (активная) конкуренция – подавление одного вида другим.

Внутривидовая конкуренция – это соперничество между особями одного вида, межвидовая – между особями разных видов. Межвидовая конкуренция возникает между особями экологически близких видов. Ее результатом может быть либо взаимное приспособление двух видов, либо замещение популяцией одного вида популяцией другого вида, который переселяется на другое место, переключается на другую пищу или вымирает.

Конкуренция приводит к естественному отбору в направлении увеличения экологических различий между конкурирующими видами и образованию ими разных экологических ниш.

Аменсализм – взаимоотношения, при которых один организм воздействует на другой и подавляет его жизнедеятельность, а сам не испытывает никаких отрицательных влияний со стороны подавляемого.

Частным случаем аменсализма является аллелопатия (антибиоз) – влияние одного организма на другой, при котором во внешнюю среду выделяются продукты жизнедеятельности одного организма, отравляя ее и делая непригодной для жизни другого.

3. Структура и функционирование экосистем

Структура биоценоза. Различают видовую, пространственную и экологическую структуры биоценоза.

Видовая структура – число видов, образующих данный биоценоз, и соотношение их численности или массы. То есть, видовая структура биоценоза определяется видовым разнообразием и количественным соотношением числа видов или их массы между собой.

Пространственная структура – распределение организмов разных видов в пространстве (по вертикали и по горизонтали). Пространственная структура образуется, прежде всего, растительной частью биоценоза. Различают ярусность (вертикальная структура биоценоза) и мозаичность (структура биоценоза по горизонтали).

Экологическая структура – соотношение организмов разных экологических групп. Биоценозы со сходной экологической структурой могут иметь разный видовой состав. Это связано с тем, что одни и те же экологические ниши могут быть заняты сходными по экологии, но далеко не родственными видами. Такие виды называются замещающими или викарирующими.

Любая популяция занимает определенное местообитание и определенную экологическую нишу. Местообитание – это территория, занимаемая популяцией, с комплексом присущих ей экологических факторов.

Экологическая ниша – место популяции в природе, включающее не только положение вида в пространстве, но и функциональную роль его в сообществе (например, трофический статус) и его положение относительно абиотических условий существования (температуры, влажности и т.п.). Местообитание – это как бы «адрес» организма, а экологическая ниша – это его «профессия».

Функциональные группы организмов в экосистеме. Как правило, в любой экосистеме можно выделить три функциональные группы организмов:

продуцентов, консументов и редуцентов.

Продуценты – автотрофные организмы, способные производить органические вещества из неорганических, используя фотосинтез или хемосинтез (растения и автотрофные бактерии).

Консументы (макроконсументы, фаготрофы) – гетеротрофные организмы, потребляющие органическое вещество продуцентов или других консументов (животные, гетеротрофные растения, некоторые микроорганизмы). Консументы бывают первого порядка (фитофаги, сапрофаги), второго порядка (зоофаги, некрофаги) и т.д.

Редуценты (микроконсументы, деструкторы, сапротрофы, осмотрофы) – гетеротрофные организмы, питающиеся органическими остатками и разлагающие их до минеральных веществ (сапротрофные бактерии и грибы).

Пищевые цепи и сети. Питаясь друг другом, живые организмы образуют цепи питания. Цепь питания – последовательность организмов, по которой передается энергия, заключенная в пище, от ее первоначального источника. Каждое звено цепи называется трофическим уровнем. Первый трофический уровень – продуценты (автотрофные организмы, преимущественно зеленые растения). Второй трофический уровень – консументы первого порядка (растительноядные животные). Третий трофический уровень – консументы второго порядка (первичные хищники, питающиеся растительноядными животными). Четвертый трофический уровень – консументы третьего порядка (вторичные хищники, питающиеся плотоядными животными). В пищевой цепи редко бывает больше 4-5 трофических уровней. Последний трофический уровень – редуценты (сапротрофные бактерии и грибы). Они осуществляют минерализацию – превращение органических остатков в неорганические вещества.

Различают два типа пищевых цепей. **Цепи выедания** (или пастбищные) – пищевые цепи, начинающиеся с живых фотосинтезирующих организмов. Например, фитопланктон → зоопланктон → рыбы микрофаги → рыбы макрофаги → птицы ихтиофаги. **Цепи разложения** (или детритные) – пищевые цепи, начинающиеся с отмерших остатков растений, трупов и экскрементов животных. Например, детрит → детритофаги → хищники микрофаги → хищники макрофаги. Таким образом, поток энергии, проходящий через экосистему, разбивается, как бы на два основных направления. Энергия к консументам поступает через живые ткани растений или через запасы мертвого органического вещества. Цепи выедания преобладают в водных экосистемах, а цепи разложения – экосистемах суши.

В сообществах пищевые цепи сложным образом переплетаются и образуют пищевые сети. В состав пищи каждого вида входит обычно не один, а несколько видов, каждый из которых в свою очередь может служить пищей нескольким видам. С одной стороны, каждый трофический уровень представлен многими популяциями разных видов, с другой стороны, многие популяции принадлежат сразу к нескольким трофическим уровням. В результате благодаря сложности пищевых связей выпадение какого-то одного вида часто не нарушает равновесия в экосистеме.

Поток энергии и круговорот веществ в экосистеме. В экосистеме органические вещества синтезируются автотрофами из неорганических веществ. Затем они потребляются гетеротрофами. Выделенные в процессе жизнедеятельности или после гибели организмов (как автотрофов, так и гетеротрофов) органические вещества подвергаются минерализации, то есть превращению в неорганические вещества. Эти неорганические вещества могут быть вновь использованы автотрофами для синтеза органических веществ. Так осуществляется биологический круговорот веществ.

В то же время, энергия не может циркулировать в пределах экосистемы. Поток энергии (передача энергии), заключенной в пище, в экосистеме осуществляется однонаправлено от автотрофов к гетеротрофам.

При передаче энергии с одного трофического уровня на другой большая часть энергии рассеивается в виде тепла (в соответствии со вторым законом термодинамики), и только около 10% от первоначального количества передается по пищевой цепи.

В результате, пищевые цепи можно представить в виде экологических пирамид. Различают три основных типа экологических пирамид.

Пирамида чисел (пирамида Элтона) отражает уменьшение численности организмов от продуцентов к консументам.

Пирамида биомасс показывает изменение биомасс на каждом следующем трофическом уровне: для наземных экосистем пирамида биомасс сужается кверху, для экосистемы океана – имеет перевернутый характер, что связано с быстрым потреблением фитопланктона консументами.

Пирамида энергии (продукции) имеет универсальный характер и отражает уменьшение количества энергии, содержащейся в продукции, создаваемой на каждом следующем трофическом уровне.

4. Биологическая продуктивность экосистем

Прирост биомассы в экосистеме, созданной за единицу времени, называется биологической продукцией (продуктивностью). Различают первичную и вторичную продукцию сообщества.

Первичная продукция – биомасса, созданная за единицу времени продуцентами. Она делится на валовую и чистую. Валовая первичная продукция (общая ассимиляция) – это общая биомасса, созданная растениями в ходе фотосинтеза. Часть ее расходуется на поддержание жизнедеятельности растений – траты на дыхание (40-70%). Оставшаяся часть составляет чистую первичную продукцию (чистая ассимиляция), которая в дальнейшем используется консументами и редуцентами, или накапливается в экосистеме. Вторичная продукция – биомасса, созданная за единицу времени консументами. Она различна для каждого следующего трофического уровня.

5. Динамика экосистем

Изменения в сообществах могут быть циклическими и поступательными.

Циклические изменения – периодические изменения в биоценозе (суточные, сезонные, многолетние), при которых биоценоз возвращается к исходному состоянию.

Поступательные изменения – изменения в биоценозе, в конечном счете, приводящие к смене этого сообщества другим. **Сукцессия** – последовательная смена биоценозов (экосистем), выраженная в изменении видового состава и структуры сообщества. Последовательный ряд сменяющих друг друга в сукцессии сообществ называется сукцессионной серией. К сукцессиям относятся опустынивание степей, зарастание озер и образование болот и др.

В зависимости от причин, вызвавших смену биоценоза, сукцессии делят на природные и антропогенные, аутогенные и аллогенные.

Природные сукцессии происходят под действием естественных причин, не связанных с деятельностью человека. **Антропогенные сукцессии** обусловлены деятельностью человека. **Аутогенные сукцессии** (самопорождающиеся) возникают вследствие внутренних причин (изменения среды под действием

сообщества). Аллогенные сукцессии (порожденные извне) вызваны внешними причинами (например, изменение климата).

В зависимости от первоначального состояния субстрата, на котором развивается сукцессия, различают первичные и вторичные сукцессии. Первичные сукцессии развиваются на субстрате, не занятом живыми организмами (на скалах, обрывах, сыпучих песках, в новых водоемах и т.п.). Вторичные сукцессии происходят на месте уже существующих биоценозов после их нарушения (в результате вырубki, пожара, вспашки, извержения вулкана и т.п.).

В своем развитии экосистема стремится к устойчивому состоянию. Сукцессионные изменения происходят до тех пор, пока не сформируется стабильная экосистема, производящая максимальную биомассу на единицу энергетического потока. Сообщество, находящееся в равновесии с окружающей средой, называется климаксным.