

Глава IV. Сообщества

Совокупность всех живых существ, населяющих участок суши или водоема, называют **сообществом**. Организмы в сообществе взаимодействуют друг с другом и с одними и теми же абиотическими факторами, образуя единую **экосистему**, в которой живые и неживые (**косные**) компоненты связаны потоками вещества и энергии.

В экосистемах также можно выделить компоненты, которые являются производными деятельности живых организмов, например, почвы. Их называют **биокосными телами**.

Термин экосистема, предложенный английским экологом Артуром Тенсли, очень широк. Можно говорить об экосистемах космического корабля и озера, Западно-Сибирской низменности и даже Земли в целом. Для обозначения природной экосистемы, занимающей определенную территорию (или акваторию) с однородными условиями, например, лесной луг, используют термин **биогеоценоз** (греч. bio-, ge - Земля и koinos - общий), предложенный русским экологом и ботаником Владимиром Николаевичем Сукачевым. Живые организмы, входящие в состав биогеоценоза, составляют **биоценоз**.

§ 36. Потоки вещества и энергии в экосистемах

Компоненты экосистемы связаны в единое целое потоками переноса вещества и энергии. Живые компоненты экосистемы, активно участвующие в этом переносе, организованы в **трофические** (греч. trophē - пища) **цепи**.

В основе трофической цепи лежит блок **продуцентов** (рис. 36 - 1), включающий живые существа - преобразователи солнечной энергии или энергии химических связей неорганических веществ в энергию связей органических соединений. Еще один блок - это **консументы** (лат. consumo - потребляю). Он включает формы, утилизирующие биологическую массу, созданную продуцентами. Как правило, за ее счет они увеличивают свою биомассу, тратя часть энергии на обеспечение своей жизнедеятельности.

Редуценты (лат. reducere - возвращающий) - это еще один важнейший функциональный блок биогеоценоза, включающий в свой состав живые организмы. Роль этого блока состоит в переработке всех погибших организмов, а также отходов их жизнедеятельности, которые постоянно накапливаются в экосистеме. Деятельность редуцентов тесно связана с такими блоками экосистемы, как опад и почвы.

При характеристике сообщества обычно используют такие показатели, как видовое богатство, численность, биомасса и продукция.

Видовое богатство - это общее количество видов живых существ в сообществе. Этот показатель позволяет оценить сложность каждого сообщества.

Численность - это количество особей на единице площади, объема или учета (иногда во всем сообществе).

Биомасса - это масса живых существ (или соответствующий энергетический показатель) в какой-то момент времени на конкретном участке земной поверхности. Она измеряется в единицах массы (тонны, килограммы и т.п.) на единице площади (гектар, кв. км и т.д.). **Продукция** - это количество биомассы (или соответствующей энергии), созданной на какой-либо единице площади за определенный промежуток времени (например - т/га в год или кДж/га в год).

Соотношение продукции и биомассы (П/Б) показывает скорость оборота биомассы, т.е. фактически интенсивность круговорота в экосистеме.

Более 90% продукции почти каждой экосистемы формируется за счет фотосинтезирующих организмов. В наземных и пресноводных экосистемах - это высшие (сосудистые) растения, в морских экосистемах - это одноклеточные организмы и настоящие водоросли (зеленые, красные и бурые), в некоторых биоценозах фотосинтез осуществляют прокариоты, в частности цианобактерии.

Нужно иметь в виду, что только часть первоначально зафиксированной энергии фиксируется в биомассе. Ее называют **чистой продукцией**. Остальная энергия тратится на дыхание, выделение и другие процессы. Кроме того, выделяют **первичную продукцию**, образуемую продуцентами, и **вторичную**, созданную при ее переработке (рис. 36 - 2). Чистая первичная продукция всей суши оценивается в 110-120 миллиардов тонн сухого вещества в год, морских экосистем - в 50-60 миллиардов тонн.

Жизнедеятельность хемосинтетиков (которые играют важную роль в некоторых экосистемах, например, океанических) характеризуется малым выходом энергии, поэтому они перерабатывают большое количество первичной "пищи". Например, железобактерии при образовании 1 г сырой биомассы окисляют 500 г сернокислого железа.

Основной путь фиксации солнечной энергии - это создание органической массы в результате фотосинтеза и последующих процессов (рис. 36 - 3). Роль продуцентов крайне велика и в процессе круговорота веществ. Кроме фиксации энергии, при формировании биомассы происходит накопление органических веществ, состоящих в первую очередь из углерода, водорода, кислорода и азота. Часть кислорода при фотосинтезе выделяется в атмосферу. В результате почти весь кислород в современной атмосфере является биогенным, т.е. связанным по происхождению с живыми существами.

Растения также накапливают и фиксируют в той или иной форме и другие химические элементы: почти во всех случаях - натрий, калий, кальций, магний, железо, медь, часто и в меньших количествах - стронций, литий, бор и другие элементы (§2).

Экологическая роль консументов состоит в переработке

биомассы, накопленной продуцентами, и создании новой, дополнительной биомассы. За счет продуцентов они увеличивают свою биомассу, тратя, естественно, часть энергии на обеспечение своей жизнедеятельности, в частности, выделяя ее в той или иной форме в окружающую среду (рис. 36 - 3). Фактически они перераспределяют вещество и энергию во времени и пространстве. Консументы не только используют биомассу предшественников для увеличения своей, но нередко просто разрушают ее, облегчая жизнь редуцентам.

К консументам принадлежит большинство животных, а также некоторые грибы, растения и прокариоты. Обычно среди них выделяют **консументов первого порядка**, использующих в пищу продуцентов, и **консументов второго порядка**, потребляющих консументов-первых (рис. 36 - 3). Консументов первого порядка чаще всего называют **фитофагами**, т.е. поедающими растения, а консументов-вторых - хищниками (если они полностью уничтожают жертву) или паразитами (если они используют ее ресурсы постепенно, не доводя жертву сразу до гибели).

Растительоядные животные обычно уничтожают до 2-10% чистой продукции лесных экосистем. В травянистых экосистемах эта доля может быть значительно выше - до 30-60, иногда даже до 90%. Иногда сказывается и косвенное воздействие фитофагов на блок продуцентов. Яркий пример такого влияния - вытаптывание травяного покрова при перевыпасе копытных.

Воздействие фитофагов очень часто избирательно. Некоторые из них питаются исключительно одним видом растений либо представителями одного семейства. Очень немногие фитофаги используют в пищу все доступные группы покрытосеменных. Часто это приводит к тому, что фитофаг значительно влияет на состояние популяции предпочитаемого растения. Известный пример - борьба со зверобоем продырявленным, который был случайно завезен в Северную Америку и стал там сорняком, вытеснившим из сообществ многие местные растения. Потребовался специальный завоз жука-листоеда, поедающего именно этот вид, для того, чтобы плотность его популяций стала низкой. Это позволило восстановить высокое видовое разнообразие местных растений.

Фитофагов можно уподобить хищникам, если они поедают растения целиком, например их семена и проростки, или паразитам, если они объедают отдельные части растений. Во многих случаях консументы-фитофаги, объедая растения, увеличивают скорость их роста, в том числе за счет активизации фотосинтеза, либо из-за стимуляции покоящихся почек возобновления.

Блок редуцентов представлен во всех типах экосистем: без него ни одно сообщество не могло бы функционировать. Но в разной обстановке он включает различные группы живых организмов.

В наземных экосистемах редуценты в основном сосредоточены в постилке и в верхней толще почвы, т.е. там, где накапливаются продукты жизнедеятельности продуцентов и консументов - мертвое органическое вещество (**опад**). Редуцентов много среди прокариот,

простейших, грибов, круглых и кольчатых червей, многоножек, клещей и насекомых.

Почвы наземных экосистем, так же как и илы водоемов, являются биокосными телами экосистемы. В почвах (в их верхних горизонтах - особенно в так называемом горизонте А) обычно накапливаются органические вещества, ниже - продукты их дальнейшего разложения до неорганических составляющих (горизонт В) (рис. 36 - 4). Фактически, будучи тесно связанными по происхождению с биоценозом, почвы обычно отражают историю смены экосистем на каждом конкретном участке. Их роль в функционировании экосистем также велика. Они являются средой обитания многообразных живых существ - от одноклеточных до довольно крупных многоклеточных (например, кротов), многие из которых принимают активное участие в разложении опада. Еще Чарлз Дарвин в 1888 году оценил роль дождевых червей в создании почвенного покрова на пастбище: по его данным, эти черви за 30 лет создали новый слой в 18 см толщиной. Каждый год дождевые черви оставляли 50 т экскрементов на 1 га.

Через почвы идет поток необходимых для жизнедеятельности растений веществ, и, наконец, обычно они включают в свой состав покоящиеся стадии разных групп живых существ (семена растений, яйца животных, споры простейших и т.д.). Это в значительной степени обуславливает то, что биокосные тела выполняют функции памяти экосистем.

Во многих экосистемах велика роль **копрофагов** (греч. kopros - помет) и **некрофагов** (греч. nekros - мертвый). Первые используют в пищу экскременты других животных, а вторые - их трупы. В Австралии после завоза из Европы рогатого скота на пастбищах начали образовываться целые залежи навоза, так как в местной фауне не было насекомых, которые были бы способны его перерабатывать. Пришлось специально завозить жуков-навозников из Африки.

Наличие четырех взаимосвязанных блоков: продуцент - консумент первого порядка - консумент второго порядка - редуцент прослеживается всегда. Именно эту функциональную цепочку имеют в виду, говоря о трофических, или **пищевых цепях** в экосистеме (рис. 36 - 3). Организмы, находящиеся на равном удалении от начала трофической цепи, относят к одному **трофическому уровню**.

Взаимоотношения между разными блоками экосистемы в общем виде могут быть продемонстрированы в виде **экологических (или трофических) пирамид**. Можно выделить три основных типа таких схем (рис. 36 - 5):

- 1) пирамида численности, отражающая соотношение количества особей в блоках этой цепи;
- 2) пирамида биомасс, показывающая, как соотносятся соответствующие биомассы;
- 3) пирамида продукции, демонстрирующая соотношение прироста биомассы. Эта пирамида всегда сужена к верхним трофическим уровням. Остальные два типа пирамид могут быть расширены в любой части.

Дополнительную сложность в устройство пирамид вносит обязательное присутствие паразитов и сверхпаразитов (т.е. паразитов паразитов).

На самом деле, лучше говорить о **трофических сетях** (см. рис. 36 - 6), так как реально связи между отдельными видами очень сложны и редко когда могут быть представлены в виде упорядоченных цепей без каких-либо разветвлений и пересечений.

На более высоких трофических уровнях разнообразие видов и их биомасса обычно меньше. Именно поэтому изъятие из экосистемы их представителей (например, консументов второго или третьего порядков, в первую очередь хищников) может привести к существенным изменениям сообщества, в том числе к резким перестройкам в соотношении разных групп продуцентов и консументов первого порядка.

Кроме потоков вещества и энергии, связанных с деятельностью живых организмов, существует перенос, обеспечиваемый абиогенными компонентами экосистемы. Эти потоки могут быть **вертикальными** (опадение листвы деревьев), **горизонтальными** (движение воздуха) и **склоновыми** (обвалы, осыпи, водный сток).

Следствием вертикального потока вещества и энергии является то, что каждое сообщество обладает более или менее ярко выраженной **ярусной** структурой. В каждой наземной экосистеме можно, как правило, выделить четыре главных яруса: ярус растительного покрова, подстилки, почв и подстилающих горных пород. Каждый из них также может быть расчленен на отдельные высотные слои. Особенно типично разделение на ярусы растительного покрова лесных экосистем (рис. 36 - 7). В широколиственных лесах обычно выделяют 5-6 ярусов:

- 1) деревья первой величины (дуб, липа, береза),
- 2) деревья второй величины (рябина, яблоня),
- 3) подлесок (шиповник, лещина),
- 4) высокие травы и кустарники (чистец лесной, багульник),
- 5) низкие травы (сныть) и приземные растения (мхи, копытень).

Потоки вещества и энергии обычно выходят за пределы биогеоценоза, пересекают его внешние границы. Это приводит к формированию связей между соседними биогеоценозами.

Очень часто они осуществляются за счет стока воды и растворенных в ней веществ вдоль склона. В результате формируются **стоковые серии**, включающих ряды соседних биогеоценозов. Те из них, которые лежат ниже, обычно получают воду за счет не только атмосферных осадков, но и стока. Поэтому лежащие ниже биогеоценозы получают как бы дополнительную порцию вещества и энергии в виде химических веществ, растворенных в воде. Для экосистем, лежащих в самой нижней части стоковой серии, эта порция может быть избыточной. Например, при внесении большого количества минеральных удобрений на поля, расположенные на равнине или верхних речных террасах, может идти смыв их избытка. В результате в местном водоеме (озере или пруде) может оказаться большое количество удобрений, благоприятствующее массовому размножению синезеленых водорослей ("цветению воды").

Взаимодействие соседних биогеоценозов определяет

формирование природной системы более высокого уровня - **ландшафта** (нем. Landschaft - пейзаж, облик местности).

Границы между соседними биогеоценозами часто соответствуют хорошо выраженному перепаду в рельефе (например, стык горного склона и подгорной равнины) и имеют какую-то ширину. Они могут быть прослежены в виде своеобразных полос - **эктонов**, которые заселяются набором видов, часть которых связана с одним сообществом, часть - с другим (рис. 36 - 8). Кроме того, есть и организмы, свойственные только этой пограничной полосе. Пример - это заросль кустарников и высокотравья на границе между лесными и лугово-степными сообществами лесостепной зоны.

Вопросы

- Почему пирамиды продукции сужены кверху, а пирамиды численности и биомассы не всегда?
- Прокомментируйте соотношения между численностью и биомассой различных трофических уровней в разных экосистемах (рис. 36 - 5).
- Приведите пример трофической цепи, включающей 7 компонентов.
- Вспомните зоологию и приведите такие примеры, когда разные особи одного вида или разные стадии развития организмов одного вида принадлежат к различным трофическим уровням.

§ 37. Межвидовые взаимоотношения в сообществах

Суть каждого сообщества как системы заключается в наличии разнообразных связей между видами, а точнее - между представляющими их в экосистеме особями.

Часть связей отражает потоки вещества и энергии. Существуют и другие связи, влияющие на жизнеспособность организмов.

Весьма многообразны отношения между видами, принадлежащими к одному и тому же трофическому уровню. К ним относится конкуренция. Есть и своеобразные связи между организмами различных трофических уровней, не имеющие прямого отношения к переносу вещества и энергии. К числу таких связей относят разные типы совместного обитания организмов, или симбиоза (греч. symbiosis – совместная жизнь), - начиная с взаимовыгодных (мутуализм) и кончая **паразитизмом**, когда паразит, используя хозяина, снижает его жизнеспособность и, в конце концов, ускоряет его гибель.

Среди связей организмов одного трофического уровня наиболее обычна конкуренция - тип взаимоотношений, когда разные особи используют один и тот же (обычно ограниченный) ресурс сходным образом. В природе чаще наблюдается внутривидовая конкуренция, приводящая к изменению

численности особей вида (§33). Особи разных видов, сосуществующих в природных сообществах, как правило, имеют различающиеся экологические ниши и прямые “столкновения” между ними наблюдаются крайне редко (§35).

Другое дело, если происходит внезапное вселение новых видов в существующее сообщество, например, связанное с деятельностью человека. В таких случаях новый вид либо занимает пустующую экологическую нишу (колорадский жук, §35), либо вступает в конкурентные отношения с аборигенным видом и иногда выигрывает ее. Так случилось с американской норкой, завезенной в Европу для разведения на зверофермах. Случайно оказавшись на свободе, она быстро акклиматизировалась и почти повсеместно вытеснила европейскую норку.

Конкуренцию можно воспроизвести в лабораторных исследованиях. В классических экспериментах Г.Ф. Гаузе исследовал взаимодействие трех видов инфузорий-туфельек в разных попарных сочетаниях. Каждый из видов очень хорошо развивался в отсутствие других. Но когда в одной пробирке объединяли два вида, то оказывалось, что в одном случае всегда господствовал один вид, а второй со временем полностью исчезал (рис. 37 - 1). Победа первого вида определялась гораздо более высокой скоростью роста его популяции.

В случае второй пары видов, виды сосуществовали, но на невысоком уровне численности. Оказалось, что первый вид держится в центральной части пробирки и поедает бактерий, а третий - предпочитает жить у дна и использует в питании дрожжи, т.е. их экологические ниши расходятся.

Конкурентные отношения могут проявляться разным образом, начиная от непосредственного выедания и кончая сложными химическими воздействиями. К числу последних принадлежит **аллелопатия** (греч. allelon - взаимно и pathos - страдание) - негативное влияние одних растений на другие с помощью выделяемых ими химических соединений. Так, в Калифорнии и Средиземноморье опавшие листья эвкалиптов, содержащие фенольные соединения, препятствуют разрастанию местных травянистых растений под кронами деревьев. Сходное угнетающее воздействие описано и для шалфея белолистного.

Как крайняя форма межвидовой конкуренции описан взаимный **антагонизм**. Так, эксперименты с двумя видами небольших жуков - мучных хрущаков - показали, что при совместном обитании они поедают друг друга, причем как личинки, так и взрослые особи.

Довольно обычен в сообществах симбиоз - совместное обитание особей различных видов. Их называют симбиотическими. Известны разные формы симбиоза. Необходимо упомянуть мутуализм, - в этом случае сожительствоующие особи получают взаимную выгоду (например, многие деревья умеренного леса и микоризообразующие грибы), **комменсализм** (лат. com - вместе и mensa - трапеза) - сожительство, выгодное только для одного

сожителя и нейтральное для другого (первый часто использует второго как субстрат обитания), паразитизм - случай, когда один из сожителей использует второго в качестве источника пищи, причиняя ему по меньшей мере неудобства, например, многочисленные паразитические черви.

Для мутуалистических отношений типично, что один из партнеров использует другого в качестве источника пищи, а другой за счет сожителя живет в более благоприятных условиях. Так, можно вспомнить коралловые полипы с их симбиотическими водорослями. Первые пользуются продуктами их фотосинтеза, а вторые - получают убежище. Еще более известна мутуалистическая природа лишайников (рис. 37 - 2). Как правило, взаимовыгодны отношения цветковых растений и их опылителей.

Африканская птица медоуказчик разыскивает гнезда пчел и приводит к ним млекопитающее - капского медоеда. Тот вскрывает гнездо и поедает личинок пчел и мед, а птица пирует на остатках его трапезы.

Некоторые виды муравьев используют гусениц бабочек-голубянок, выделяющих сладкую жидкость. Во многих случаях эти отношения очень своеобразны: муравьи разыскивают гусениц, уносят их на их кормовое растение, где продолжают ухаживать за ними, в частности защищая от врагов, даже на стадии куколки, т.е. до момента вылупления взрослой бабочки.

Достаточно разнообразны и примеры комменсализма. Многие растения имеют семена с различными зацепками и крючочками. Когда мимо плодоносящего растения пробегает какой-то зверь (например, овца), эти семена остаются в его шерсти. Таким путем подобные виды растений расселяются. Очевидны выгоды этого приспособления для растений, животным же часто все равно.

Для паразитов обычно характерны, во-первых, тесные связи с хозяевами, а во-вторых, использование хозяина как среды обитания. Паразиты (среди которых много одноклеточных) широко расселены, и, по-видимому, почти все многоклеточные организмы заселены многими особями паразитов разных их видов.

Из одноклеточных паразитов типичен малярийный плазмодий. Он обладает сложным жизненным циклом с двумя хозяевами (человек и малярийный комар) и может неоднократно повторно размножаться бесполом способом, когда численность особей паразита резко возрастает (рис. 37 - 3).

Похожим жизненным циклом обладают и некоторые многоклеточные паразиты, например, черви-сосальщики. Широко распространенная в Западной Сибири кошачья двуустка (описторх) значительную часть своей жизни проводит в водных экосистемах. Из ее яиц в воде выводятся личинки первого поколения. Это и следующее поколения развиваются в небольшом пресноводном моллюске - битинии. И первое и второе поколения размножаются партеногенетическим путем. Появляющиеся таким образом личинки третьего (последнего) поколения внедряются в мышечные ткани рыб. Для завершения жизненного цикла зараженную рыбу должен съесть хищник, в качестве

которого может выступать и человек. Сложные жизненные циклы характерны и для многих других паразитов, например, грибов.

Очень часто внутри биоценозов можно выделить отдельные группы, состоящие из автотрофных и гетеротрофных организмов, связанных между собой как трофическими цепями, так и местом обитания. Центром такой группы обычно является **эдификатор** (лат. aedificator - строитель) - вид, создающий своей жизнедеятельностью среду, предопределяющую развитие других организмов, например, деревья (рис 37 - 4). Такие функционально-пространственные узлы в биогеоценозах называют **консорциями** (лат. consortium - сообщество, соучастие).

Вопросы

- Из курса зоологии вспомните примеры мутуалистических отношений (комменсализма, паразитизма, межвидовой конкуренции).
- Приведите примеры, когда закон конкурентного исключения не соблюдается. Объясните почему?

§ 38. Возникновение сообществ и их динамика

Природные сообщества могут длительное время противостоять внешним и внутренним возмущениям, сохраняя устойчивое состояние. Такое состояние возникшего сообщества достигается не сразу, а в ходе смены промежуточных состояний, когда просто устроенные сообщества заменяются более сложными, а быстро развивающиеся и быстро исчезающие виды сменяются длительно существующими. Такая закономерная и направленная смена называется **сукцессией** (лат. successio - преемственность).

Возникновение новых сообществ в природе на «голом месте» можно наблюдать крайне редко, например, на океанических островах вулканического происхождения. Это так называемые **первичные сукцессии**. Чаще приходится сталкиваться с **вторичными сукцессиями**, когда происходит восстановление сообщества после сильного нарушения, например, в результате пожара. Сукцессии проявляются в закономерной и направленной смене одного состояния сообщества другим.

Однако даже в стабильном состоянии сообщества подвержены изменениям, связанным с суточными, сезонными и другими колебаниями абиотических условий. Это **флуктуации** (лат. fluctuatio - колебание), при которых через какой-то промежуток времени сообщество возвращается к ранее пройденному состоянию.

Флуктуации характерны для всех сообществ, особенно хорошо они выражены во внетропических широтах, в частности на всей

территории России. Вы хорошо знаете разнообразные примеры суточных и сезонных колебаний. Часто их называют **ритмами**.

В сообществах суточные и сезонные флуктуации в первую очередь проявляются в сходной активности разных видов и функциональных групп. Например, появление опылителей, как правило, связано с расцветанием соответствующих цветковых растений. Сезонные перелеты птиц обычно совпадают с появлением доступной в большом количестве пищи. На рис. 38 - 1 вы можете видеть, как происходит сезонная смена соотношения продуцентов и консументов в планктонных сообществах полярных морей. В морях и озерах ярко выражена и суточная периодичность. Планктонные животные ночью движутся вверх, к водной поверхности, а днем уходят вглубь. Во внетропических широтах можно наблюдать многолетние флуктуации, они, как правило, вызваны климатическими изменениями. Например, в Барабинской лесостепи на юге Западной Сибири крайне засушливыми были 1841-1844, 1865-1867, 1900-1902 и 1950-1955 годы. Засухи оказывали значительное влияние на состояние местных сообществ - менялись преобладающие виды в растительном покрове, неоднократно отмечались вспышки саранчовых, когда их численность достигала нескольких сотен особей на кв. метр. В промежутках между этими засухами также чередовались влажные и сухие годы. Ритмика этого чередования частично соответствует известным 11-летним (реально - 9-14-летним) циклам солнечной активности.

Раз в несколько лет серьезные экологические изменения происходят в Тихом океане. Это явление называется Эль-Ниньо. Нормальная циркуляция океанических течений, когда, в частности, у тихоокеанского побережья Южной Америки происходит подъем холодных вод, изменяется. Поверхностные слои на востоке Тихого океана теплеют на несколько градусов, косяки рыбы уходят в другие районы, а на прилегающие части суши обрушиваются дожди. На западных берегах Тихого океана и в Южной Азии, наоборот, случаются засухи. Фактически приход Эль-Ниньо прослеживается в масштабе всей Земли.

В отличие от флуктуации сукцессия - это направленный процесс, когда одна стадия в развитии сообщества сменяет другую.

Первичные сукцессии начинаются, когда все компоненты существовавших ранее экосистем разрушены либо на этом участке земной поверхности экосистем вообще не было. Таковы, например, лавовые поля после извержения вулкана (рис. 38 - 2).

Первичная сукцессия включает длинный ряд состояний, начинающийся с заселения голых участков горных пород живыми существами и формирования примитивных почв. Затем почвы постепенно развиваются, появляются более крупные животные и растения.

Природный эксперимент на небольшом острове Кракатау, сообщества

которого были полностью уничтожены при взрыве вулкана в 1883 г., показал, что заселение шло за счет видов, способных тем или иным способом - по воде или воздуху - пересечь почти 40-километровую водную полосу между этим островком и соседними большими островами. Вероятно, вначале на оголенных участках поселились цианобактерии. Через 9 месяцев появился первый паук, вскоре после этого - первые споровые и семенные растения, птицы и рептилии. Через 50 лет на острове рос молодой тропический лес, населенный более чем 1200 видами животных.

Формирование сообщества может идти двумя различными путями. Первый - это заселение участка с разрушенной экосистемой группами взаимоприспособленных друг к другу видов из соседних сообществ. Второй путь наблюдается при формировании сообществ в отсутствие соседей. В этом случае может складываться случайный набор видов. Так, на океанических островах, никогда не имевших связи с континентами, как правило, отсутствуют наземные млекопитающие, земноводные, многие группы насекомых. Поэтому нет или почти нет привычных хищников, т.е. консументов второго и третьего порядков. В результате за время существования таких островов появились хищники в группах, в которых их обычно нет. Таковы хищные гусеницы бабочек-пядениц на Гавайских островах.

В современных условиях чаще приходится сталкиваться с вторичными сукцессиями, которые начинаются после изъятия из экосистемы какого-то блока либо его значительного нарушения. Так, в тайге и в степях вторичные сукцессии очень часто начинаются после пожаров. При этом обычно сохраняется почва, а в ней - семена, споры, куколки, яйца и другие покоящиеся стадии различных организмов. Кроме того, не исключено заселение видов из соседних сообществ.

Сейчас особенно широко распространены различные типы **антропогенных вторичных сукцессий**, связанных с деятельностью человека. Таковы, например, залежные сукцессии, начинающиеся после забрасывания какого-либо поля (рис. 38 - 3). При этом восстановление через ряд последовательных стадий идет до экосистемы, характерной для данной природной зоны (рис. 38- 4). От последней зависит длительность сукцессии. Так, в степях - это около 70-100 лет, в лесах сукцессия может идти на протяжении 500-700 лет, а вот в тундрах - до нескольких тысяч лет.

При залежных сукцессиях в лесной зоне обычно наблюдается очень → многолетние травы → кустарники → быстрорастущие деревья → деревья, характерные для данной зоны.

В ходе сукцессии в сообществе происходит смена видового состава растений, связанная с возможностями существования и с влиянием одних видов на произрастание других. Одновременно меняется видовой состав животных организмов. Заканчиваются сукцессии состоянием **климакса** (греч. klimax - лестница). Климакс соответствует типичной для данного района экосистеме.

Климаксные состояния являются наиболее устойчивыми и могут поддерживаться достаточно долго.

В устойчивом сообществе представлены все функциональные блоки, причем в каждый блок могут входить близко родственные или экологически похожие виды. Они используют все возможности для существования, предоставленные средой, с минимальной конкуренцией между собой и максимальной биологической продуктивностью в условиях данного конкретного местообитания. Пространство заполняется с наибольшей плотностью, но при этом перекрывание экологических ниш практически отсутствует (рис. 38 - 5). Это характерно и для неспособных передвигаться растений, которые используют неоднородность местообитаний, а также расходятся по времени активности.

В целом устойчивость каждой экосистемы обеспечивается в первую очередь несколькими факторами:

(1) Наличием источника энергии.

(2) Исходными особенностями среды - коренными горными породами. Направленностью и характером стока и т.п.

(3) Консервативными биокосными компонентами экосистемы - главным образом почвой, запасами органического вещества, связанными с деятельностью растений, особенностями микроклимата.

(4) Общей совокупностью генофондов живых организмов и источником их восстановления (как в пределах самой экосистемы, так и за ее пределами). Именно генофонды определяют характер наследования признаков и именно от них во многом зависят будущие популяции входящих в экосистему видов.

Проникновение нового вида в сообщество приводит к выработке своей экологической ниши и сужению ниш других организмов. И наоборот, изъятие вида обычно означает расширение ниш оставшихся форм. Но особенно важно, что такое вторжение или изъятие часто влияет и на виды из других функциональных блоков.

Так, длительные наблюдения в целинных степях юга России показали, что отсутствие выпаса копытных приводит к утере степными сообществами многих характерных свойств, в частности, к исчезновению видов, принадлежащих к красиво цветущему разнотравью. Изменение в составе хищников, несмотря на их малочисленность в сообществе, может резко изменить его характер. Например, разведение в озере Гатун (Панамский канал) хищной рыбы-цихлиды привело к резкой перестройке трофической сети, в том числе ее упрощению и исчезновению части видов (рис. 38 - 6).

Естественно, в природе очень трудно вычленить “чистые” сукцессии и “чистые” флуктуации, так как в действительности они накладываются друг на друга. Именно поэтому динамика природного сообщества крайне сложна.

Вопросы

- Приведите известные вам примеры изменения сообществ при внесении в него нового, ранее не характерного для него вида (или изъятия вида).
- Перед вами стоит задача сформировать устойчивую экосистему, например, космического корабля, отправляющегося в длительное путешествие. Какие параметры вы будете учитывать в первую очередь?
- Как вы думаете, почему пик биомассы фитопланктона появляется раньше, чем пик биомассы зоопланктона (рис. 38 - 1)?