

## **ЛЕКЦИЯ 3**

### **ТЕМА: Проблемы биоразнообразия**

#### **ПЛАН:**

1. *Угрозы биологическому разнообразию*
2. *Темпы исчезновения*
3. *Причины вымирания видов*
  - 3.1. *Разрушение мест обитания*
  - 3.2. *Фрагментация мест обитания*
  - 3.3. *Краевой эффект*
  - 3.4. *Деградация и загрязнение мест обитания*
  - 3.5. *Чрезмерная истощительная эксплуатация ресурсов*
  - 3.6. *Инвазивные виды*
  - 3.7. *Болезни*
  - 3.8. *Подверженность к вымиранию*

#### **1. Угрозы биологическому разнообразию**

Здоровая окружающая среда составляет огромную экономическую, эстетическую и этическую ценность. Поддержание здоровья окружающей среды означает сохранение в хорошем состоянии всех ее составляющих: экосистем, сообществ, видов и генетического разнообразия. Первоначальные небольшие нарушения в каждом из этих компонентов могут в конечном итоге привести к его полному разрушению. При этом сообщества деградируют и сокращаются пространственно, теряют свое значение в экосистеме и в конечном итоге окончательно разрушаются. Но пока все исходные для сообщества виды сохраняются, оно еще может восстановиться. При уменьшении численности вида сокращается внутривидовая изменчивость, что может повлечь за собой такие генетические сдвиги, от которых вид уже не сможет оправиться. Потенциально после своевременных успешных спасательных мероприятий вид может восстановить свою генетическую изменчивость путем мутаций, естественного отбора и рекомбинаций. Но у вымирающего вида уникальность содержащейся в его

ДНК генетической информации и комбинаций признаков, которыми он обладает, утрачиваются навсегда. Если вид вымер, то его популяции уже не восстановимы; сообщества, в которые они входили, безвозвратно обеднены и потенциальная ценность вида для человека окончательно утрачена.

## ***2. Темы исчезновения***

Термин "исчезающий" или "вымирающий" имеет много нюансов и его значение может варьировать в зависимости от контекста. Вид считается полностью исчезнувшим (вымершим), когда нигде в мире не осталось ни одной живой особи этого вида: червеедка Бахмана вымерла. Если остаются живыми только отдельные особи в неволе или они так или иначе сохранились только под прямым контролем человека, то говорят, что вид исчез в естественных экосистемах. Дерево Франклина исчезло в природе, но хорошо растет в питомниках. В обоих случаях вид считается повсеместно исчезнувшим. Вид считается локально исчезнувшим, если его больше не обнаруживают на всей площади исходного ареала, но еще обнаруживают в некоторых точках: американский жук-могильщик, когда-то встречавшийся повсюду между восточной и центральной частями Северной Америки, сейчас локально исчез везде, кроме трех отдельных областей. Некоторые биологи говорят об экологически исчезнувших видах в том случае, если вид остался при такой малой численности, что его влияние на другие виды в сообществе пренебрежимо мало: тигра можно считать экологически исчезнувшим. В дикой природе осталось так мало этих животных, что их влияние на популяции жертв незначительно.

Самый существенный вопрос для биологии сохранения природы - это как долго сможет данный вид продержаться до полного исчезновения, вслед за крайним сокращением численности, деградацией или фрагментацией его местообитания? Когда численность популяции снижается до определенного критического уровня, вероятность его исчезновения становится очень высокой. В некоторых популяциях отдельные оставшиеся особи могут прожить годы или десятилетия и даже размножаться, но все равно их

дальнейшая судьба - исчезновение, если только не будут приняты решительные меры по их сохранению. В частности, среди древесной растительности последние изолированные нерепродуктивные экземпляры вида могут просуществовать сотни лет. Такие виды называют потенциально исчезнувшими: даже если формально вид еще не вымер, но популяция более не способна размножаться, и будущее вида ограничено временем жизни оставшихся экземпляров [Janzen, 1986]. Чтобы успешно сохранять виды, биологам необходимо выявлять те виды человеческой деятельности, которые влияют на устойчивость популяций и приводят к вымиранию видов. Они также должны определить факторы, усиливающие подверженность популяций вымиранию.

Первое заметное влияние деятельности человека на темпы исчезновения проявилось на примере уничтожения крупных млекопитающих в Австралии, Северной и Южной Америке людьми, заселившими эти континенты тысячи лет назад. Вскоре после появления там человека от 74 до 86 % мегафауны - млекопитающих, весивших более 44 кг, - в этих областях исчезло. Это, возможно, было непосредственно связано с охотой [Martin, Klein, 1984; Miller et al., 1999] и косвенно с выжиганием и расчисткой лесов, а также с распространением принесенных заболеваний. На всех континентах и многочисленных островах существуют разнообразные яркие свидетельства того, что изменение и разрушение мест обитания, производимые доисторическим человеком, совпадают с высокими темпами исчезновения видов.

Как же повлияла деятельность человека на темпы исчезновения в более современные эпохи? Лучше всего изучены темпы исчезновения птиц и млекопитающих, поскольку эти относительно крупные животные заметны и потому хорошо изучены. Темпы исчезновения остальных 99,9% существующих в мире видов остаются на сегодня лишь грубо прикидочными. Но и масштабы исчезновения птиц и млекопитающих определены весьма неточно, поскольку некоторые считавшиеся

исчезнувшими виды были вновь обнаружены, а другие, напротив, считавшиеся еще существующими, могут в действительности оказаться вымершими. По наиболее точной оценке имеющихся данных, с 1600 года исчезло около 85 видов млекопитающих и 113 видов птиц, что составляет 2,1% существовавших в этот период видов млекопитающих и 1,3% птиц [Smith et al., 1993; Heywood 1995]. На первый взгляд эти цифры сами по себе не кажутся тревожными, но пугающей стала тенденция к возрастанию темпов исчезновения за последние 150 лет. За период с 1600 до 1700 темпы исчезновения птиц и млекопитающих составляли примерно один вид в десятилетие, а за период от 1850 года до 1950 года они возросли до одного вида в год. Такое увеличение темпов исчезновения видов говорит о серьезной угрозе, нависшей над биологическим разнообразием.

В то же время есть некоторые свидетельства того, что за последние десятилетия произошло снижение темпов исчезновения птиц и млекопитающих. Частично это можно отнести за счет предпринимаемых усилий по спасению видов от исчезновения, но в то же время здесь кроется и иллюзия, созданная благодаря принятой международными организациями процедуре, согласно которой вид считается вымершим только в том случае, если его не встречали более 50 лет или если специально организованные поиски не позволили обнаружить ни одного оставшегося экземпляра. Многие виды, формально еще не окончательно исчезнувшие, сильно подорваны деятельностью человека и сохранились только в очень малом числе. Эти виды могут считаться экологически исчезнувшими, поскольку они больше не играют роли в организации сообщества. Будущее многих таких видов сомнительно.

Около 11% оставшихся видов птиц в мире находится под угрозой вымирания; близкие показатели получены для млекопитающих и деревьев. В табл. 2.2 показаны группы животных, для которых эта опасность наиболее велика, например семейство ящериц игуан [Mace, 1994]. Столь же велика опасность исчезновения для некоторых пресноводных рыб и моллюсков

[Williams, Nowak, 1993]. В тяжелом положении находятся и виды растений. Особенно уязвимы голосемянные (хвойные, гинкго, саговники) и пальмы. Хотя вымирание является естественным процессом, более 99% случаев исчезновения современных видов можно отнести на счет деятельности человека [Lawton, May, 1995].

### ***3. Причины вымирания видов***

Главные угрозы биологическому разнообразию, вытекающие из деятельности человека, заключаются в разрушении мест обитания, их фрагментации и деградации (включая загрязнение), в глобальном изменении климата, чрезмерной эксплуатации видов человеком, вторжении экзотических видов и увеличивающемся распространении болезней. Большинство угрожаемых видов стоит перед лицом, по крайней мере, двух или более из этих проблем, которые ускоряют их вымирание и препятствуют усилиям по их защите.

Все перечисленные семь угроз вызваны все увеличивающимся использованием природных ресурсов при экспоненциально растущей численности людей. До последних нескольких сотен лет рост численности населения был относительно медленным, уровень рождаемости лишь слегка превышал уровень смертности. Самое большое разрушение биологических сообществ произошло за последние 150 лет, когда население Земли выросло от 1 млрд чел. в 1850 году до 2 млрд чел. в 1930, и на 12 октября 1998 года составило 6 млрд чел.

#### ***3.1. Разрушение мест обитания***

Главная угроза биологическому разнообразию состоит в нарушении мест обитания, и поэтому для сохранения биологического разнообразия самое важное - это их защита. Потеря местообитаний сопряжена как с прямым их разрушением, так и с повреждениями в виде загрязнения и фрагментации. Для большинства стоящих на пороге вымирания растений и животных именно утрата местообитаний является первостепенной угрозой.

Во многих частях мира, особенно на островах и в областях с высокой плотностью населения, большинство первичных местообитаний уже разрушено. Во многих странах Старого Света, таких как Кения, Мадагаскар, Индия, Филиппины и Таиланд, более 50% ключевых для биологического разнообразия лесных местообитаний разрушено. Немного лучше положение в Демократической Республике Конго (бывший Заир) и Зимбабве; в этих богатых в биологическом отношении странах пока сохранилось более половины местообитаний диких видов. Многие очень ценные дикие виды потеряли большую часть своего первичного ареала, и лишь немногие из оставшихся мест обитания находятся под охраной. Например, орангутан (*Pongo pygmaeus*), крупная обезьяна, обитающая на Суматре и Борнео, лишился 63% своих мест обитания, а под защитой находится только 2% его исходного ареала.

Бедственное положение влажных тропических лесов, наверно, самый широко известный случай разрушения местообитаний, но и другие местообитания тоже находятся в смертельной опасности.

Сокращение биоразнообразия обычно начинается с разрушения естественного местообитания видов. Развитие новых технологий и разрушение окружающей среды в результате деятельности человека идет со скоростью, значительно превышающей способности видов приспособиться к новым условиям. Исключение составляют немногие виды животных и растений, которые мы называем сорными и с которыми не желаем делить будущее планеты. Вероятно, такие насекомые и сорняки обладают диапазоном наследственной изменчивости, позволяющим адаптироваться к быстрым изменениям среды, наступающим в результате ее нарушения, но большинство более крупных растений и животных к этому неспособны.

Вмешательство человека часто приводит к снижению разнообразия природных условий. Например, уничтожая различные виды древесных пород в смешанных лесах с целью создания предпочтительных условий для произрастания сосны, используемой в целлюлозной промышленности,

человек неизбежно уменьшает число экологических ниш. В результате в образовавшихся чистых сосновых лесах видовое разнообразие животных и растений существенно уменьшается по сравнению с исходным сообществом смешанного леса.

Разрушение естественного местообитания часто начинается с его фрагментации на отдельные изолированные участки. Весной петухи глухаря собираются на ток. Площадь участка леса, необходимого для тока, должна быть не менее 5-8 гектаров. Сокращение участков леса, пригодных для токования, неизбежно приводит к падению численности этого вида.

Изменение любого природного фактора в результате деятельности человека неизбежно приводит к нарушению равновесия экосистемы, следствием чего часто становится ее разрушение и утрата природного местообитания. Биогены, поступающие со стоками животноводческой фермы, стимулируют рост фитопланктона в реке; последний затеняет бентосную растительность и лишает рыб и других водных животных убежища, пищи и растворенного в воде кислорода. Постепенно река заполняется биогенами, которые покрывают все дно, и со временем некогда живописная речка под влиянием стоков животноводческого комплекса превращается в топкое и зловонное болото, густо поросшее ярко-зеленой рудеральной растительностью.

### ***3.2. Фрагментация мест обитания***

Помимо полного разрушения, местообитания, раньше занимавшие большие площади, часто разбиваются на маленькие кусочки дорогами, полями, городами и прочими сооружениями. Фрагментация мест обитания - это процесс, при котором сплошная площадь местообитания одновременно сокращается и распадается на два или более фрагмента (Shafer, 1990; Reed et al., 1996). Разрушение местообитания может не затронуть лишь локальные территории. Эти фрагменты часто отделены один от другого измененными или деградированными формами ландшафта.

Фрагменты отличаются от исходного сплошного местообитания тем, что: 1) фрагменты имеют относительно большую протяженность *пограничных зон*, смежных с человеческой деятельностью и 2) центр каждого фрагмента расположен близко от края. Вот простой пример, иллюстрирующий эти характеристики и проблемы, которые они порождают.

Рассмотрим заповедник квадратной формы с длиной каждой стороны в 1000 м (1 км), окруженный используемыми человеком землями, например фермами (рис. 2.8). Общая площадь такого заповедника составляет 1 км<sup>2</sup> (100 га), а его периметр - 4000 м, и точка в центре заповедника находится в 500 м от ближайшей точки периметра. Если домашние кошки в поисках пищи заходят вглубь леса на 100 метров от границы заповедника и мешают лесным птицам выводить птенцов, то только 64 га заповедника остаются пригодными для спокойного размножения птиц. непригодная для размножения периферийная полоса занимает 36 га.

Теперь представим заповедник, поделенный на четыре равные части автодорогой с севера на юг шириной 10 м и железной дорогой с востока на запад тоже шириной 10 м. Отчужденная площадь в целом составляет в заповеднике 2 га (2x1000x10 м). Поскольку только 2% площади заповедника отчуждено автомобильной и железной дорогами, правительственные чиновники утверждают, что их влияние на заповедник пренебрежимо мало. Но заповедник теперь поделен на 4 фрагмента, каждый площадью 495 x 495 м, и расстояние от центра фрагмента до ближайшей точки периметра сократилось до 240 м, то есть более чем вдвое. Поскольку кошки могут теперь кормиться в лесу, заходя в него как с периметра, так и с дорог, у птиц для спокойного выведения потомства остаются только внутренние участки каждого из четырех фрагментов. В отдельном квадрате этот участок составляет 8,7 га, а всего в заповеднике они занимают 34,8 га. Даже если автодорога и железная дорога отняли только 2% территории заповедника, они вполнину сократили пригодные для птиц места обитания.



Фрагментация мест обитания угрожает существованию видов и более сложным образом. Прежде всего, фрагментация ограничивает возможности видов к расселению. Многие виды птиц, млекопитающих и насекомых, обитающие в глубине леса, не могут пересечь даже узкие полосы открытого пространства из-за опасности попасться хищнику. В результате некоторые виды после исчезновения популяции во фрагменте не имеют возможности заселить его вновь. Более того, если из-за фрагментации исчезают животные, ответственные за распространение мясистых и липких плодов, то страдают и соответствующие виды растений. В конечном итоге изолированные фрагменты местообитаний не заселяются многими исходно характерными для них видами. А поскольку внутри отдельных фрагментов происходит естественное исчезновение видов из-за закономерных сукцессионных и популяционных процессов, а новые виды из-за барьеров не могут пополнить их убыль, следовательно, во фрагменте происходит постепенное видовое обеднение.

Второй опасный аспект фрагментации местообитания заключается в том, что сокращается арена поиска корма для многих типичных животных. Многим видам животных, представленных отдельными особями или социальными группами, которые кормятся широко рассеянными или сезонно доступными кормами и пользуются сезонно распределенными источниками воды, необходима свобода передвижения по обширному пространству. Спасительный ресурс может использоваться только несколько недель в году или даже раз в несколько лет, но при фрагментации местообитания, изолированные виды лишены возможности мигрировать внутри своего естественного ареала в поисках этого редкого, но порой столь важного ресурса. Например, изгороди могут воспрепятствовать естественной миграции крупных травоядных животных, таких как гну или бизоны, заставляя их пастись на одном месте, что в конце концов приводит животных к голодной смерти и к деградации местообитания.

Фрагментация мест обитания, кроме того, может ускорять исчезновение популяций, поскольку в результате широко распространенная популяция распадается на две или более изолированных субпопуляций [Rochelle et al., 1999]. Эти маленькие популяции попадают под действие характерных для них процессов инбридинга и дрейфа генов (см. главу 3). Если на большой площади местообитания может нормально жить одна целостная большая популяция, то часто ни один из ее фрагментов не может поддерживать субпопуляцию достаточно крупную для длительного устойчивого существования.

### ***3.3. Краевой эффект***

Как показано выше, фрагментация мест обитания сильно увеличивает долю пограничных местообитаний по отношению к внутренним. Эти пограничные, "опушечные" микросреды отличаются от внутренней лесной части фрагментов. Краевые местообитания характеризуются большими колебаниями уровней освещенности, температуры, влажности и скорости ветра.

Эти краевые эффекты распространяются в глубь леса до 250 м. Поскольку некоторые виды животных и растений очень узко приспособлены к определенным уровням температуры, влажности и освещенности, они не выдерживают возникшие перемены и исчезают в лесных фрагментах. Теневыносливые виды диких цветковых растений в лесах умеренного климата, позднесукцессионные виды деревьев тропического леса и такие чувствительные к уровню влажности животные, как амфибии, могут очень быстро исчезать из-за фрагментации местообитания, что в конечном итоге приводит к сдвигам в видовом составе сообщества.

Из-за фрагментации леса увеличивается продуваемость ветром, понижается влажность и повышается температура и, как следствие, увеличивается опасность пожаров. Пожары могут перекидываться на лесные фрагменты мест обитания с окрестных сельскохозяйственных угодий, где,

например, пускают палы при сборе сахарного тростника, или при подсечно-огневым земледелии.

На Борнео и в Бразильской Амазонии миллионы гектаров влажных тропических лесов сгорели во время необычно сухого периода в 1997 и 1998 годах. К этой экологической катастрофе привела комбинация факторов, обусловленных фрагментацией лесов в результате сельскохозяйственной деятельности и мозаичного расселения и связанного с этим рассеянного скопления мусора и, соответственно, вспышек локальных пожаров.

Изолированные местообитания более подвержены инвазии как экзотических видов, так и паразитов исходных видов. Край леса - это нарушенная среда, в ней могут легко без конкуренции обосноваться паразитические виды, увеличиться в численности и затем заселить внутреннюю часть фрагмента. Такие всеядные животные, как еноты, скунсы, голубые сойки могут расплодиться вдоль опушки леса, одинаково успешно эксплуатируя в поисках корма как первичные, так и нарушенные местообитания. Эти агрессивные виды поедают яйца и разоряют гнезда лесных птиц, часто препятствуя успешному воспроизводству многих видов на сотни метров от ближайшей опушки леса. Гнездовой паразит воловья птица (*Molothrus ater*), обитающий в полях и в пограничных местообитаниях, использует последние как стартовую позицию для инвазии внутрь леса, где их птенцы уничтожают яйца и птенцов лесных певчих птиц. Сочетание фрагментации мест обитания, усиление пресса хищников, уничтожающих гнезда и разрушения тропических мест зимовки, возможно, стало причиной катастрофического спада численности некоторых видов мигрирующих певчих птиц Северной Америки, таких как голубой певун (*Dendroica cerulea*) на востоке США. Некоторые виды птиц в Северной Америке и в Европе в ответ на изменяющиеся схемы землепользования (сельскохозяйственная или лесохозяйственная деятельность) на конкретном региональном уровне могут либо увеличивать, либо уменьшать свою численность (James, et al., 1996).

Фрагментация мест обитания делает, кроме всего прочего, неизбежным контакт диких животных и растений с домашними. В результате болезни домашних животных быстро распространяются среди диких видов, лишенных соответствующего иммунитета. Следует иметь в виду, что такой контакт обеспечивает и передачу заболеваний от диких видов растений и животных к домашним, и даже к человеку.

### ***3.4. Деградация и загрязнение мест обитания***

Несмотря на то, что местообитание не подверглось явному разрушению или фрагментации, населяющие его сообщества могут быть глубоко затронуты деятельностью человека. Внешние факторы, которые не изменяют доминирующую растительную структуру сообщества, могут тем не менее привести к нарушениям в биологических сообществах и в конечном итоге к исчезновению видов, хотя эти нарушения заметны не сразу. Например, в лиственных лесах умеренного пояса деградация местообитаний может быть вызвана частыми неконтролируемыми низинными пожарами; эти пожары не обязательно губят зрелые деревья, но постепенно обедняют богатые сообщества лесных травянистых растений и насекомых лесной подстилки. Незаметно для общественности, рыболовные суда ежегодно тралами бороздят около 15 млн км<sup>2</sup> океанского дна, то есть разрушают площадь в 150 раз большую, чем площадь вырубаемых за тот же период лесов. Тралы с рыболовных судов повреждают такие нежные создания, как анемоны и губки, и сокращают видовое разнообразие, биомассу и изменяют структуру сообществ (рис. 2.10) [Watling, Norse, 1998].

Загрязнение окружающей среды является наиболее универсальной и коварной формой ее разрушения. Чаще всего его вызывают пестициды, удобрения и химикаты, промышленные и городские сточные воды, газовые выбросы заводов и автомобилей, и отложения, намытые с возвышенностей. Визуально эти типы загрязнения часто бывают не очень заметны, хотя они и происходят вокруг нас каждый день почти в любой части света. Глобальное влияние загрязнения на качество вод, качество воздуха и даже климат на

планете находится в центре внимания не только из-за угрозы биологическому разнообразию, но и из-за влияния на здоровье человека. Хотя иногда загрязнение окружающей среды является очень заметным и пугающим, например в случае с массовыми разливами нефти и 500 пожарами на нефтяных скважинах, имевшими место в ходе войны в Персидском заливе, но наиболее угрожающими являются скрытые формы загрязнения, главным образом потому, что их действие проявляется не сразу.

**Загрязнение пестицидами.** Внимание мировой общественности к опасности, исходящей от пестицидов, было привлечено в 1962 году нашумевшей книгой Ричард Карсона "Молчаливая весна". Карсон описала процесс, известный как бионакопление, при котором ДДТ (дихлордифенилтрихлорэтан) и другие хлорорганические пестициды постепенно концентрируются по мере продвижения по пищевой цепи. Эти пестициды, применявшиеся для уничтожения насекомых в посадках зерновых культур и распыляемые на водные поверхности для уничтожения личинок комаров, наносили вред популяциям диких животных, особенно птиц, которые питаются насекомыми, рыбами и другими животными, обработанными ДДТ или аналогичными препаратами. Птицы с высоким уровнем концентрации пестицида в тканях, особенно хищные ястребы и орлы были ослаблены и откладывали яйца с ненормально тонкой скорлупой, которая не выдерживала веса птицы и трескалась во время высидывания. Даже если яичная скорлупа была нормальной, эмбрион часто развивался неправильно. Из-за невозможности вывести потомство численность популяций этих птиц во всем мире резко снизилась. В озерах и эстуариях ДДТ и другие пестициды накапливаются в хищных рыбах и морских млекопитающих, в частности дельфинах. В сельскохозяйственных областях вместе с вредными насекомыми были уничтожены полезные и редкие виды. В то же время комары и другие насекомые, на которых было направлено действие пестицидов, приобрели к ним устойчивость, и для подавления популяций этих насекомых требовались все большие и большие дозы.

Научные исследования в этой области привели к запрету на применение ДДТ во многих промышленно развитых странах. Постепенно запрет привел к частичному восстановлению численности многих видов птиц, особенно заметному у сапсана (*Falco peregrinus*), скопы (*Pandion haliaetus*), и белоголового орлана (*Haliaetus leucocephalus*) [Enderson et al., 1995]. Тем не менее вызывает тревогу продолжающееся использование этих пестицидов в ряде стран. И не только из-за того, что это угрожает исчезающим видам животных. Очень опасны отдаленные последствия длительного воздействия пестицидов на организм человека, особенно у людей, работающих с этими препаратами в полях или употребляющих в пищу обработанные ими сельскохозяйственные продукты. Кроме того, эти химикаты сохранились в окружающей среде на территории тех стран, где они были запрещены десятилетия назад. Здесь они продолжают оказывать вредное влияние на репродуктивную систему водных беспозвоночных.

**Загрязнение вод.** Загрязнение вод имеет отрицательные последствия для популяций человека: исчезают пищевые продукты - рыба, моллюски, отравляется питьевая вода. В более широком смысле загрязнение вод серьезно нарушает водные сообщества. В США загрязнение ставит под угрозу существование 90% исчезающих рыб и пресноводных моллюсков [Wilcove et al., 1998]. Реки, озера и океаны часто используются как открытые сливы для промышленных отходов и городских сточных вод. Пестициды, гербициды, отходы и разливы нефтепродуктов, тяжелые металлы (ртуть, свинец и цинк), детергенты, промышленные отходы поражают и убивают водные организмы. В прибрежных областях растущим источником загрязнения становятся отходы с ферм по разведению креветок и лосося в виде органических веществ и химикатов. В отличие от загрязнения наземной среды, в которой отходы сохраняются относительно локально, в водных средах токсичные вещества разносятся течениями по обширным территориям. Так, даже очень малые концентрации токсичных веществ могут накапливаться в водных организмах до летальной концентрации, так

как, питаясь, они профильтровывают большие объемы воды. Птицы и млекопитающие, поедая этих животных, подвергаются таким образом концентрированному воздействию токсикантов.

Даже минеральные элементы, необходимые для растений и животных, в высоких концентрациях могут стать вредными поллютантами. В настоящее время в результате человеческой деятельности ежегодно высвобождается и попадает в биологические сообщества столько азота, сколько его потребляется в результате естественных биологических процессов. Сточные воды, удобрения для полей и газонов, детергенты и промышленные выбросы поставляют в водные системы такое большое количество соединений азота и фосфора, что вызывают процесс, называемый эвтрофикацией. Небольшие количества этих веществ стимулируют рост растений и животных, а их высокие концентрации часто приводят к обильному "цветению" водорослей. Эти скопления водорослей могут быть настолько плотными, что вытесняют другие виды планктона и препятствуют доступу света к прикрепленным ко дну видам растений. По мере того как ковер из водорослей становится толще, его нижние части опускаются на дно и отмирают. Бактерии и грибы, разлагающие отмершие водоросли, в ответ на их дополнительный приток активно размножаются и, соответственно, поглощают весь кислород в воде. Из-за недостатка кислорода большинство животных начинает гибнуть, иногда это видно по массе мертвой рыбы, плавающей на поверхности. В результате формируются бедные простые сообщества, образованные только видами, устойчивыми к загрязнению воды и к низкому содержанию кислорода. Процессу эвтрофикации подвергаются и крупные морские системы, особенно их прибрежные территории и относительно замкнутые акватории, такие как Мексиканский залив, Северное и Балтийское моря в Европе, и моря, окружающие Японию [Malakoff, 1998].

**Загрязнение воздуха.** В прошлом люди считали, что атмосфера настолько велика, что выбрасываемые в воздух вещества будут рассеиваться и их влияние будет минимальным. Но сегодня некоторые типы загрязнения

воздуха приобрели такие масштабы, что они стали серьезно повреждать целые экосистемы.

- *Кислые дожди.* Такие виды промышленности, как металлургическая, работающие на угле и мазуте электростанции, выбрасывают в воздух огромное количество оксидов азота и серы, где они взаимодействуют с влагой атмосферы и образуют азотную и серную кислоты. Только в США ежегодно выбрасывается в атмосферу около 40 кубометров этих соединений [WRI, 1998]. Кислоты инкорпорируются в системы облаков и сильно понижают pH (стандартная мера кислотности) дождевой воды. В свою очередь, кислые дожди понижают pH почвенных вод и водоемов - прудов и озер. Кислоты сами по себе наносят вред многим видам растений и животных. По мере увеличения кислотности водоемов многие рыбы перестают нереститься или полностью погибают (рис. 2.11).

В промышленных областях из-за кислых дождей многие пруды и озера утратили значительную часть своих животных сообществ. Многие из этих пострадавших водоемов находятся в областях, которые считаются незагрязненными, то есть в сотнях километров от главных промышленных и муниципальных источников загрязнения. Например, уже выявлено подкисление 39% озер в Швеции и 34% озер в Норвегии [Moiseenko, 1994]. Хотя во многих промышленных регионах усиление контроля за уровнем загрязнения уменьшает степень кислотности дождей, все же она остается намного выше нормальной [Kerr, 1998].

- *Образование озона и осаждение азота.* Автомобили, электростанции и различные промышленные объекты в виде отходов выбрасывают углеводороды и оксиды азота. Под воздействием солнечного света эти соединения реагируют в атмосфере с образованием озона и других вторичных соединений под общим названием фотохимический смог. Хотя озон в верхних слоях атмосферы необходим для задержки вредного ультрафиолетового излучения, его высокие концентрации в нижних слоях повреждают растительные ткани, наносят вред биологическим сообществам



и уменьшают продуктивность сельскохозяйственных растений. Биологические сообщества по всему миру могут быть повреждены и видоизменены и за счет поступающих с дождями или пылью атмосферных соединений азота, если они достигают потенциально токсичных уровней. Озон и смог вредны и для человека, и для животных, поэтому контроль за загрязнением воздуха в равной мере важен как для здоровья человека, так и для сохранения биологического разнообразия.

•*Токсичные металлы.* Высокооктановое топливо, разработка рудников, металлургия и другие виды промышленного производства сопровождаются выбросом в атмосферу больших количеств свинца, цинка и других токсичных металлов. Их соединения ядовиты для растительных и животных организмов. Влияние этих токсичных металлов особенно заметно вокруг крупных металлургических предприятий, где природа разрушена на много миль вокруг.

Особенно активно изучалось влияние атмосферного загрязнения на леса, поскольку они обладают большой экономической ценностью. Здесь ведутся лесозаготовки, леса защищают водные ресурсы, в лесу люди отдыхают. Установлено, что кислые дожди повреждают и ослабляют многие виды деревьев и понижают их сопротивляемость нападениям насекомых, грибов и болезней. В тех случаях, когда загрязнение воздуха частично поражает сообщество, его видовой состав в первую очередь меняется за счет исчезновения наиболее чувствительных видов. Например, лишайники, представляющие собой симбиоз грибов и водорослей, могут выживать в самых суровых естественных природных условиях, но очень чувствительны к загрязнению воздуха.

В некоторых областях Северной Америки и Европы уровень атмосферного загрязнения снижается, но во многих других регионах планеты он продолжает повышаться. Особенно сильно загрязнение воздуха во многих Азиатских странах с их быстро увеличивающимся населением и развивающейся промышленностью. Широкое применение в Китае угля с

большим содержанием серы и быстрое увеличение количества автомобилей в Юго-Восточной Азии таят серьезные потенциальные угрозы биологическому разнообразию в этих регионах. Предполагают, что объемы выбросов оксидов серы между 2000 и 2020 годами здесь удвоятся [WRI, 1998]. В области контроля за загрязнением воздуха единственная надежда на улучшение ситуации в будущем - это использование двигателей с гораздо более низким уровнем выбросов, более активное внедрение в промышленность дымоуловителей и других очистных сооружений, а также сокращение общего потребления энергии благодаря принимаемым мерам энергосбережения. Многие из этого уже активно реализуется в европейских странах и Японии.

**Глобальное изменение климата.** Диоксид углерода (углекислый газ), метан и другие следовые газы в атмосфере прозрачны для солнечного света, они пропускают световую энергию через атмосферу нагревая поверхность Земли. Однако эти газы вместе с парами воды (видимые в форме облаков) поглощают энергию, излучаемую с поверхности Земли в виде тепла, замедляя скорость, с которой тепло покидает Землю и возвращается обратно в космос. Эти газы называются парниковыми, потому что они действуют подобно стеклу в теплице, которое пропускает солнечный свет, но задерживает энергию внутри парника, после того как она преобразовалась в тепло. Чем больше концентрация этих газов, тем больше тепла задерживается вокруг Земли, и тем выше температура на планете. Это явление называется парниковым эффектом.

Парниковый эффект сыграл важную роль при возникновении жизни на Земле - без него температура поверхности Земли снизилась бы до такой степени, что жизнь, какой мы ее знаем, была бы невозможна. Но современная проблема состоит в том, что в результате деятельности человека концентрация парниковых газов возросла до такой степени, что, по мнению ученых, начала влиять на климат Земли. Для обозначения возникшего и усиливающегося в результате деятельности человека

парникового эффекта, используется термин "глобальное потепление". За последние 100 лет уровень содержания в атмосфере диоксида углерода (CO<sub>2</sub>), метана и других следовых газов постоянно повышался, главным образом, в результате сжигания ископаемого топлива - угля, нефти и природного газа [Gates, 1993; IPCC, 1996]. Вырубка и сжигание лесов под пашни, сжигание древесного топлива для отопления и приготовления пищи также вносят свой вклад в увеличение концентрации CO<sub>2</sub>.

За последние 100 лет концентрация CO<sub>2</sub> в атмосфере возросла от 290 ppm (миллионных частей) до 360 ppm, и предполагается, что в конце XXI столетия она удвоится. Даже если незамедлительно предпринять массовые акции по снижению выбросов CO<sub>2</sub> реальное снижение существующего уровня CO<sub>2</sub> в атмосфере будет небольшим, поскольку каждая его молекула сохранится в атмосфере в среднем 100 лет, прежде чем будет использована растениями или включена в геохимические процессы. Из-за этого запаздывания во времени уровень CO<sub>2</sub> в атмосфере продолжает расти.

По мнению многих ученых, парниковые газы уже оказали определенное влияние на климат в мире, и этот эффект будет в будущем усиливаться (табл. 2.5). Многочисленные данные подтверждают вывод, что за последнее столетие средняя температура на планете поднялась на 0,3-0,6 °C [IPCC, 1996; Schneider, 1998]. Современные исследования показывают, что и температура океанских вод тоже изменяется: за последние 50 лет в Атлантическом, Тихом и Индийском океанах она в среднем повысилась на 0,06 °C [Levitus et al., 2000]. Все больше метеорологов склоняются к мнению, что в результате повышенных уровней содержания диоксида углерода и других газов в атмосфере климат планеты может дополнительно потеплеть на величину от 1 до 3,5 °C. Изменяются связанные с потеплением режимы атмосферных осадков и учащаются случаи экстремальных погодных явлений, таких как ураганы, суховеи, аномально высокие температуры, ливневые дожди и грозы, приводящие к наводнениям и засухам. Вероятно, многие виды не сумеют достаточно быстро приспособиться к этим глобальным

антропогенным изменениям, которые происходят гораздо быстрее, чем все предыдущие естественные изменения климата.

Некоторые свидетельства глобального потепления

1. Участвовавшие случаи жары. Пример: в июле 1999 года в США от жары умерло 250 человек; в Чикаго зарегистрирована рекордная температура 48 °C.

2. Участвовавшие случаи засух и пожаров. Пример: жестокая засуха летом 1998 года и последовавшие за ней обширные пожары в Индонезии, Центральной Америке, на юге Европы и юге США.

3. Таяние ледников и полярных льдов. Пример: в горах Кавказа между Черным и Каспийским морями за последние 100 лет растаяла половина ледников. Пример: в 1999 году разрушалась часть ранее стабильного Антарктического ледникового шельфа площадью 2992 км<sup>2</sup>.

4. Подъем уровня моря. Пример: с 1938 года одна треть прибрежных болот в заповеднике Chesapeake Bay была затоплена поднявшимися морскими водами.

5. Распространение болезней на больших высотах. Пример: в 1997 году высокая температура позволила малярийным комарам распространиться в горные области Кении, что погубило сотни людей.

6. Более ранний приход весны. Пример: сейчас одна треть птиц Англии откладывает яйца раньше, чем они это делали 30 лет назад, а дубы покрываются листвой раньше, чем это было 40 лет назад.

7. Сдвиг в ареалах видов. Пример: две трети изученных видов бабочек Европы сейчас обнаруживают от 35 до 250 км к северу от тех мест, где они были зафиксированы несколько десятилетий назад.

8. Снижение численности популяций. Пример: популяции пингвина Адели за последние 25 лет снизились на одну треть, по мере того, как таяли морские льды их местообитаний.

### 3.5. Чрезмерная истощительная эксплуатация ресурсов

Для того чтобы выжить, человек всегда занимался охотой, сбором плодов, использовал природные ресурсы. До тех пор, пока численность населения была невелика и его технологии примитивны, человек мог устойчиво использовать его окружающую среду, охотиться и собирать урожай, не доводя нужные виды до исчезновения. Однако по мере увеличения народонаселения нагрузка на окружающую среду усилилась. Методы выращивания урожая стали несравненно более масштабными и эффективными, и привели к почти полному вытеснению крупных млекопитающих из многих биологических сообществ, в результате появились странно "пустые" местообитания [Redford, 1992]. В тропических лесах и саваннах охотничьи ружья вытеснили луки, дротики и стрелы. Во всех океанах мира для ловли рыбы используются мощные рыболовные моторные суда и рыбоперерабатывающие "плавбазы". Люди, занимающиеся мелким рыболовецким бизнесом, оснащают свои лодки и каноэ навесными моторами, что позволяет им собирать улов быстрее и с большей территории, чем это было возможно раньше. Даже в доиндустриальном обществе чрезмерная эксплуатация ресурсов приводила к снижению численности и вымиранию местных видов. Например, церемониальные плащи Гавайских королей делали из перьев одного из видов цветочниц (*Drepanis sp.*). Для одного плаща требовались перья 70 тыс. птиц этого ныне вымершего вида. Хищные виды могут сокращать численность, если их основная добыча перепромышляется человеком. Подсчитано, что в США именно чрезмерная эксплуатация ставит под угрозу существование примерно четверти исчезающих видов позвоночных, и из них около половины млекопитающие [Wilcove, 1999].

В традиционных обществах часто вводятся ограничения на чрезмерную эксплуатацию природных ресурсов: строго контролируются права на использование сельскохозяйственных земель; запрещена охота на определенных территориях; существуют запреты на уничтожение самок,

молодняка и животных с низкой численностью; не разрешается сбор плодов в определенные сезоны года и время суток или запрещаются варварские методы сбора. Эти виды ограничений позволяют традиционным обществам использовать природные ресурсы на долговременной устойчивой основе, как, например, при введении жестких ограничений на лов рыбы, разработанных и предложенных рыбному хозяйству многих промышленно развитых стран.

Однако во многих частях мира ресурсы сегодня эксплуатируются с максимальной интенсивностью. Если существует спрос на какой-то продукт, местное население находит способы найти и продать его. Вне зависимости от того, являются ли люди бедными и голодными или богатыми и жадными, они используют любые доступные методы, чтобы добыть этот продукт. Иногда в традиционных обществах принимаются решения о продаже прав собственности на ресурс, например на лес или рудник, чтобы использовать полученные деньги для покупки желаемых или необходимых товаров. В сельских областях традиционные методы контроля за потреблением природных продуктов бывают ослаблены, а во многих областях с существенной миграцией населения или там, где происходят гражданские беспорядки и войны, таких мер контроля вообще не существует. В странах, вовлеченных в гражданские войны и внутренние конфликты, например в Сомали, в бывшей Югославии, Демократической Республике Конго и в Руанде, население получило огнестрельное оружие, а система распределения продовольствия была разрушена. В таких ситуациях природные ресурсы используются всяким, кто этого пожелает. На местном или региональном уровне, в развивающихся странах охотники проникают на только что обжитые территории, в национальные парки, и другие места, куда проходят дороги, и добывают здесь любое крупное животное, чтобы продать так называемое "дикое мясо". Это приводит к образованию "лесных пустошей" - земель с почти неповрежденными растительными сообществами, но без характерных сообществ животных [Robinson et al., 1999]. Ради

удовлетворения легальных и нелегальных запросов уничтожаются целые биологические сообщества. Коллекционеры вылавливают огромное количество бабочек и других насекомых, изымают из природы орхидеи, кактусы и другие растения, морских моллюсков ради раковин и тропических рыб для аквариумистов.

Во многих случаях механизм чрезмерной эксплуатации печально известен. Выявляется ресурс, определяется для него рынок сбыта, а затем местное население мобилизуется для его добычи и продажи. Ресурс потребляется настолько широко, что становится редким или даже исчезает, а рынок выводит на его место другой вид, ресурс или открывает новый регион для эксплуатации. По такой схеме осуществляется промышленный лов рыбы, когда до истощения последовательно вырабатывается один вид за другим. Часто аналогичным образом поступают лесозаготовители, постепенно последовательными циклами вырубая все менее и менее ценные деревья до тех пор, пока в лесу не останутся лишь единичные товарные деревья. Охотники тоже постепенно продвигаются все дальше от своих деревень и от лагерей лесорубов в поисках животных и их отлова для себя или на продажу.

В области управления дикой природой, рыбоводством и лесным хозяйством появилось очень много литературы, оценивающей максимально возможный *устойчивый урожай*, который ежегодно может давать конкретный ресурс [Bodmer et al., 1997]. Максимальный устойчивый урожай - это наибольшее количество продукта, которое ресурс может ежегодно производить и возобновлять при естественном росте населения. Расчеты, учитывающие темпы роста населения и его критический уровень (максимальную численность населения, которую может обеспечивать окружающая среда), позволяют оценить величины максимальных устойчивых урожаев. В четко контролируемых случаях, например при плантационном лесоводстве, когда ресурс можно легко охарактеризовать количественно, максимальный устойчивый урожай тоже можно

приблизительно определить. Но в большинстве реальных ситуаций в мире сбор диких видов на уровне максимального устойчивого урожая невозможен, и попытки сделать это часто приводят к резкому сокращению численности вида [Ludwig et al., 1993; Mace, Hudson, 1999].

Для удовлетворения интересов бизнеса и сохранения рабочих мест правительства часто устанавливают слишком высокие уровни сбора продукции, что приводит к подрыву сырьевой базы. Нелегальная охота и сбор могут приводить к незафиксированному в официальных документах дополнительному отчуждению ресурсов, как это случается в китобойном промысле и при промышленном лове рыбы в водах Антарктики. Значительная доля ресурса при промысле повреждается и не учитывается в улове. Дополнительные трудности возникают при сохранении уровня изъятия, несмотря на естественные колебания количества ресурса. Обычные нормы вылова рыбы в годы, когда запасы рыбы резко снижаются из-за неблагоприятных погодных условий, недопустимо сокращают численность вида или даже приводят к его уничтожению.

Для многих эксплуатируемых видов единственная надежда получить шанс на восстановление численности появляется лишь тогда, когда они становятся настолько редкими, что больше не представляют собой коммерческой ценности. К сожалению, численность популяций многих видов, таких как носороги или некоторые дикие кошки, уже настолько сильно сокращена, что эти животные вряд ли смогут восстановиться. В некоторых случаях их редкость может даже увеличить спрос. По мере того как носороги становятся все более редкими, возрастает цена на их рог, делая его более ценным товаром на черном рынке. В сельских областях развивающихся стран отчаявшиеся люди, чтобы накормить семью, активно разыскивают последние оставшиеся редкие растения или животных, чтобы, добыв их, продать и купить пищу для своей семьи. В таких ситуациях одна из приоритетных задач биологии сохранения - найти способы защиты и поддержки оставшихся представителей этих видов.



Один из самых горячих споров, касающихся эксплуатации диких видов, возник вокруг охоты на китов. После того как выяснилось, что в результате охоты численность многих видов китов снизилась до угрожающе низкого уровня, в 1986 году Международная комиссия по китам (the International Whaling Commission) в конце концов ввела запрет на промышленный лов китов. Несмотря на этот запрет, численность некоторых видов, например, синего кита (*Balaenoptera musculus*) и южного кита (*Eubalaena glacialis*), находящихся под защитой с 1967 и 1935 годов соответственно, продолжает оставаться значительно ниже исходной, хотя численность других видов, например серого кита (*Eschrichtius robustus*), похоже, начинает восстанавливаться (табл. 2.7). Медленное восстановление некоторых видов, вероятно, объясняется продолжающейся нелегальной охотой, но и помимо охоты существуют другие факторы, ответственные за неестественную смертность китов. Например, гладкие киты часто погибают при столкновении с судами. Возможно, от этого страдают и другие менее известные виды. В Японии, стране с давними традициями китобойного промысла, несмотря на запрет, продолжается отлов ограниченного количества малого полосатика, а в развивающихся странах, когда больше ничего не ловится, местные рыболовы начинают охотиться на мелких китообразных [Taylor, Dunstone, 1996]. Более того, ежегодно тысячи дельфинов и неизвестное количество китов задыхаются, запутываясь в снастях, расставленных для ловли тунца, трески и других промышленных видов рыб. Попытки потребовать применение щадящих дельфинов методов лова не привели к желаемому результату, но вызвали трения в торговых отношениях между странами.

### **3.6. Инвазивные виды**

Географические ареалы многих видов ограничены главным образом природными и климатическими барьерами. Млекопитающие Северной Америки не способны пересечь Тихий океан и достичь Гавайев, рыбы Карибского моря не могут пересечь Центральную Америку и достигнуть

Тихого океана, а пресноводные рыбы из одного африканского озера никак не могут пересечь сушу и попасть в другие соседние изолированные озера. Океаны, пустыни, горы, реки - все они ограничивают передвижение видов. Благодаря географической изоляции пути эволюции животных в каждой части света проходили по-своему. Интродуцировав в эти фаунистические и флористические комплексы чуждые виды, человек нарушил естественный ход событий. В доиндустриальные эпохи человек, осваивая новые территории, приносил сюда с собой культурные растения и домашних животных. Европейские моряки, чтобы обеспечить себя пищей на обратном пути, оставляли на необитаемых островах коз и свиней. В современную эпоху, намеренно или случайно, огромное множество видов интродуцировано в те области, где их никогда не было [Vitousek et al., 1996]. Интродукция многих видов была обусловлена следующими факторами.

- *Европейская колонизация.* Прибывая на новые места поселений в Новой Зеландии, Австралии, южной Африке, и желая сделать окрестности более привычными для взгляда и обеспечить себя традиционными развлечениями (в частности, охотой), европейцы завезли туда сотни европейских видов птиц и млекопитающих.

- *Садоводство и сельское хозяйство.* Большое число видов декоративных растений, сельскохозяйственных культур и пастбищных трав интродуцируется и выращивается в новых областях. Многие из этих видов "вырвались на свободу" и обосновались в местных сообществах.

- *Случайный привнос.* Виды часто транспортируются человеком непреднамеренно. Типичные примеры тому - семена сорняков, случайно собранные вместе с урожаем культурных растений и высеянные затем на новом месте; крысы и насекомые, путешествующие на кораблях и самолетах; болезнетворные и паразитические организмы, переносимые их хозяевами. Вместе с балластом корабли часто привозят экзотические виды. С почвенным балластом, сваливаемым на территориях портов, прибывают семена сорняков и почвенные членистоногие; водяной балласт содержит

водоросли, беспозвоночных и мелких рыб. Например обнаружено, что балластные воды, оставленные кораблями в Coos Bay, Oregon, содержали 367 морских видов, характерных для Японских морей [Carlton, Geller, 1993].

Подавляющее большинство экзотических видов, то есть видов, оказавшихся из-за деятельности человека вне своего естественного ареала, не приживается на новых местах, поскольку новая окружающая среда не соответствует их потребностям. Однако определенный процент видов очень даже хорошо осваивается в новых "домах" и становятся инвазивными видами, то есть такими, которые увеличиваются в численности за счет исходных видов. Путем конкуренции за лимитирующий ресурс такие экзотические виды могут вытеснить аборигенные виды. Интродуцированные животные могут истреблять последних вплоть до их исчезновения, или могут так изменить местообитания, что они становятся непригодными для исходных видов. В США инвазивные экзотические виды представляют собой угрозу для 49% исчезающих видов, причем особенно они опасны для птиц и растений [Wilcove et al., 1998].

Инвазивные виды проявили свое влияние во многих областях земного шара. В США сейчас обитает более чем 70 видов экзотических рыб, 80 видов экзотических моллюсков, 200 видов экзотических видов растений и 2000 экзотических насекомых.

На многих затопляемых землях Северной Америки абсолютно доминируют экзотические многолетники: в болотах востока Северной Америки доминирует дербенник иволистный (*Lythrum salicaria*) из Европы, а жимолость японская (*Lonicera japonica*) образует плотные заросли на низинных землях юго-востока США. Намеренно интродуцированные насекомые, например европейские медоносные пчелы (*Apis mellifera*) и шмели (*Bombus* spp.), и случайно занесенные муравьи Рихтера (*Solenopsis saevissima richteri*) и африканские медоносные пчелы (*A. mellifera adansonii* или *A. mellifera scutella*) создали огромные популяции. Эти инвазивные виды могут оказывать разрушительное влияние на местную фауну насекомых,

приводя к сокращению численности многих видов на этой территории. В некоторых областях юга США из-за инвазии экзотических муравьев Рихтера разнообразие видов насекомых сократилось на 40%.

**Инвазивные виды в водных местообитаниях.** Особенно сильно влияние инвазивных видов может проявиться в озерах, реках и целых морских экосистемах. Пресноводные сообщества похожи на острова в океане в том смысле, что они являются изолированными местообитаниями, которые окружены обширными, непригодными для заселения пространствами. Поэтому они особенно уязвимы к внедрению экзотических видов. В водоемы ради коммерческого или спортивного рыболовства часто интродуцируют не присущие им виды. В морские и эстуарные системы и во внутренние моря уже внедрено более 120 видов рыб; и хотя частично эти интродукции осуществлялись намеренно для улучшения рыбного хозяйства, большая их часть явилась непредусмотренным результатом строительства каналов и переноса балластных вод кораблями. Часто экзотические виды крупнее и агрессивнее, чем представители естественной рыбной фауны, и в результате конкуренции и прямого хищничества они могут постепенно довести местные виды рыб до исчезновения.

Агрессивная водная экзотическая фауна, наряду с рыбами, включает растения и беспозвоночных. В Северной Америке одной из наиболее тревожных инвазий было появление в Великих Озерах в 1988 году речной дрейссены (*Dreissena polymorpha*). Это маленькое полосатое животное из Каспийского моря было несомненно занесено из Европы танкерами. За два года в некоторых частях озера Эри численность дрейссены достигла 700 тыс. особей на 1 м<sup>2</sup>, что вытеснило местные виды моллюсков. По мере своего продвижения к югу, этот экзотический вид наносит огромный экономический ущерб рыбному хозяйству, плотинам, электростанциям и судам, опустошает водные сообщества.

**Способность экзотических видов к внедрению.** Почему некоторые экзотические виды так легко способны внедряться и доминировать в новых

местообитаниях и вытеснять местные виды? Одна из причин - отсутствие в новой среде их естественных врагов, вредителей и паразитов. Завезенные в Австралию кролики, например, неконтролируемо расплодились и довели местные растения до полного исчезновения, поскольку не было естественных факторов, контролирующих их численность. Сейчас усилия по борьбе с кроликами сосредоточены на завозе в Австралию таких болезней, которые избирательно будут контролировать вездесущие популяции кроликов.

Деятельность человека может создать необычные условия в окружающей среде, к которым экзотические виды адаптируются легче, чем местные. Например, это сильная нарушенность почвенного покрова, участвовавшие случаи пожаров или повышенная освещенность. Наиболее высокие концентрации инвазивных экзотических видов чаще всего обнаруживаются в местах обитания, наиболее сильно измененных человеческой деятельностью. В Юго-Восточной Азии, например, прогрессирующая деградация лесов приводит к постепенному уменьшению в них доли местных видов.

А поскольку человек все сильнее изменяет окружающую среду, загрязняя воздух и воды, развивая сельское хозяйство, вылавливая рыбу, вырубая леса и глобально изменяя климат, проблема, связанная с инвазивными видами, будет усугубляться.

Считается, что в системе национальных парков США наиболее серьезной угрозой для флоры и фауны стали инвазивные виды. Пока сохраняются местные виды, влияние деградации, фрагментации и загрязнения местообитания за годы или десятилетия потенциально можно исправить и восстановить экосистемы, но основательно внедрившиеся экзотические виды будет невозможно удалить из сообществ. Инвазивные экзотические виды могут достичь такой большой численности, настолько широко распространиться и так интегрироваться в сообщества, что их удаление может стать делом исключительно сложным и дорогим. По всей

Северной Америке широко распространенные местные виды деревьев атакуются и даже уничтожаются интродуцированными насекомыми и грибами, что наносит ущерб и экономике, и экосистемам в масштабе всего континента.

Еще один класс инвазивных видов - это те виды, которые расширили свой ареал в континентальных областях потому, что им оказались выгодны вызванные человеком нарушения окружающей среды. В Северной Америке из-за фрагментации лесов, развития системы пригородов и появления легко доступных пищевых отходов увеличились численность и область распространения койотов, рыжих лисиц и серебристых чаек. Эти агрессивные виды теснят местные, менее конкурентоспособные, отступающие перед хищниками виды. Поэтому очередной задачей в деле сохранения редких видов и охраняемых территорий становится управление местными видами, которые прекрасно адаптировались к деятельности человека и достигли необычно высокой численности.

Другой особый класс инвазивных видов - это те, которые имеют близких родственников среди местной биоты. Когда такие экзотические виды скрещиваются с местными видами и подвидами, из местных популяций могут исчезнуть уникальные генотипы, а таксономические границы окажутся размытыми. Похоже такая судьба постигнет некоторые локальные виды лососей, столкнувшихся с промышленными видами. На юго-западе Америки из-за разрушения местообитаний и конкуренции с интродуцированными видами рыб сократился ареал лосося Апачей (*Oncorhynchus apache*). Помимо этого, вид еще и широко скрещивался с радужной форелью (*O. mykiss*), интродуцированной для спортивной рыбалки [Dowling, Childs, 1992].

### **3.7. Болезни**

Инфекции, вызываемые болезнетворными организмами, обычны и для диких, и для содержащихся в неволе видов [McCallum, Dobson, 1995]. Болезни могут быть вызваны микропаразитами: вирусами, бактериями,

грибами и простейшими или макропаразитами - гельминтами или паразитическими членистоногими. Для некоторых редких видов такие болезни могут быть самой сильной угрозой. Последняя известная в диком состоянии популяция черноногого хорька (*Mustela nigrepes*) в 1987 году была уничтожена вирусом собачьей чумки [Miller et al., 1996]. Одним из главных требований к содержанию в неволе черноногого хорька является его защита от собачьей чумки, человеческих вирусов и других болезней. Это обеспечивается путем жестких карантинных мер и разделением живущих в неволе колоний на географически отдаленные группы. Черноногий хорек остается исключительно восприимчивым к вирусу собачьей чумки, который присутствует в популяциях хищников во всех потенциальных областях обитания хорька. В результате этого животные, выпущенные на волю в 1991 году, продолжают оставаться под угрозой эпидемии.

Три основных принципа эпидемиологии имеют очевидное практическое применение при разведении видов в неволе и управлении редкими видами. Во-первых, и дикие, и содержащиеся в неволе животные в плотных популяциях подвергаются большему риску заражения. На фрагментированных охраняемых территориях популяции животных могут временно достигать неестественно высокой плотности, что обеспечивает высокую скорость передачи возбудителей. В нормальных природных условиях опасность заражения обычно ниже, поскольку животные меньше контактируют с экскрементами, слюной, сброшенной кожей и другими источниками заражения. В искусственно созданных ситуациях животные находятся в более тесном контакте с этими потенциальными источниками инфекции и риск передачи заболевания возрастает. В зоопарках животные часто содержатся вместе на небольшой территории. Следовательно, если одно животное заражается, паразиты могут быстро распространиться по всей популяции.

Во-вторых, подверженность организма к заболеванию может быть косвенным результатом разрушения местообитания. Когда из-за разрушения

места обитания популяция хозяина скапливается на небольшой площади, это часто приводит к ухудшению качества среды и уменьшению количества корма, что приводит к неполноценному питанию, ослаблению животных и, соответственно, к их большей подверженности инфекциям. Перенаселенность может приводить к социальным стрессам внутри популяции, что тоже понижает устойчивость животных к заболеваниям. Загрязнение повышает восприимчивость организма к патогенным инфекциям, особенно в водных средах.

В-третьих, на многих охраняемых территориях, в зоопарках, национальных парках и в новых сельскохозяйственных областях дикие животные входят в контакт с новыми видами, в том числе с человеком и домашними животными, с которыми в природе они сталкиваются редко или вообще никогда и, соответственно, обмениваются с ними возбудителями.

Некоторые опасные инфекционные заболевания, такие как вирус иммунодефицита человека (ВИЧ) и вирус Эбола, вероятно, распространились из популяций диких животных к домашним и человеку. Будучи однажды инфицированными экзотическими заболеваниями, животные не могут быть возвращены из неволи в дикую природу без угрозы заразить всю дикую популяцию. Помимо этого, виды, устойчивые к какому-то заболеванию, могут стать хранителями этого возбудителя, который впоследствии может поразить популяции менее устойчивых видов. Например, при совместном содержании в зоопарках совершенно здоровые африканские слоны могут передавать смертельно опасный для них вирус герпеса родственным им азиатским слонам [Richman et al., 1999]. В начале 90-х годов в Национальном Парке Серенгети в Танзании около 25% львов погибло от собачьей чумки, очевидно заразившись в результате контакта с одной или более из 30 тыс. домашних собак, живущих около парка [Morell, 1994]. Болезни могут поражать и более обычные виды: североамериканский каштан (*Castanea dentata*), очень широко распространенный на всей западной части США, в этом регионе был фактически уничтожен грибами-



актиномицетами, попавшими сюда с китайским каштаном, завезенным в Нью-Йорк. Сейчас интродуцированные грибы губят кизил флоридский (*Cornus florida*) на большей части его естественного ареала.

### **3.8. Подверженность к вымиранию**

Когда окружающая среда нарушается в результате деятельности человека, размер популяций многих видов сокращается, а некоторые виды вообще вымирают. Экологи заметили, что не все виды имеют одинаковую вероятность вымирания; определенные категории видов особенно ему подвержены и нуждаются в тщательной охране и контроле [Gittleman, 1994].

- *Виды с узкими ареалами.* Некоторые виды встречаются только в одном или нескольких местах географически ограниченных областях, и если весь ареал подвергается человеческой деятельности, эти виды могут исчезнуть. Многочисленными примерами тому являются вымершие виды птиц, обитавших на океанических островах. Исчезли также и многие виды рыб, обитавших в единственном озере или в бассейне одной реки.

- *Виды, образованные одной или несколькими популяциями.* Любая популяция видов может стать локально исчезнувшей в результате землетрясений, пожаров, вспышек заболеваний и человеческой деятельности. Поэтому виды со многими популяциями менее подвержены глобальному вымиранию, чем виды, которые представлены только одной или несколькими популяциями.

- *Виды с небольшим размером популяции, или "парадигма малой популяции"* [Caughley, Gunn, 1996]. У малых популяций больше вероятность исчезнуть, чем у больших, по причине их большей подверженности демографическим и природным изменениям и потере генетического разнообразия, как это описано в главе 3. Виды, для которых характерны небольшие размеры популяций, например крупные хищники и крайне специализированные виды вымрут с большей вероятностью, чем те виды, для которых характерны большие популяции.

- *Виды, у которых размер популяций постепенно уменьшается, так называемая "парадигма уменьшения популяции"*. В нормальных случаях популяции обладают тенденцией к самовосстановлению, поэтому популяция, демонстрируя устойчивые признаки уменьшения, вероятнее всего, исчезнет, если причина сокращения не будет выявлена и устранена.

- *Виды с низкой плотностью популяций*. Виды с общей низкой плотностью популяций в случае, если целостность их ареала была нарушена деятельностью человека, в каждом фрагменте будут представлены низкой численностью. Размер популяции внутри каждого фрагмента может оказаться слишком маленьким для того, чтобы вид мог уцелеть. Он начинает исчезать в пределах всего своего ареала.

- *Виды, которым необходимы большие ареалы*. Виды, у которых отдельные особи или социальные группы добывают корм на больших территориях, склонны к вымиранию, если часть их ареала разрушена или фрагментирована человеческой деятельностью.

- *Виды крупных размеров*. По сравнению с мелкими животными, животные крупного размера обычно имеют более обширные индивидуальные территории. Им нужно больше корма, они чаще становятся предметом охоты человека. Крупных хищников часто истребляют, потому что они конкурируют с человеком за дичь, иногда нападают на домашних животных и людей, к тому же они являются объектом спортивной охоты. В каждой гильдии видов самые крупные виды - самые крупные хищники, самый крупный лемур, самый большой кит - более всего подвержены вымиранию.

- *Виды, неспособные к расселению*. При естественном ходе природных процессов изменения окружающей среды вынуждают виды или поведенчески, или физиологически адаптироваться к новым условиям. Виды, неспособные адаптироваться к изменяющейся среде, должны или мигрировать в более подходящие местообитания, или оказываются перед угрозой вымирания. Быстрые темпы вызванных человеком изменений часто

опережают адаптацию, оставляя миграцию как единственную альтернативу. Виды, неспособные пересечь дороги, поля и другие нарушенные человеком места обитания, обречены на вымирание, поскольку их "родные" места обитания преобразованы в результате загрязнения, инвазии новых видов или из-за глобального изменения климата. Низкая способность к расселению объясняет, почему среди водных беспозвоночных Северной Америки исчезло или находится под угрозой вымирания 68% видов моллюсков, в отличие от видов стрекоз, которые могут откладывать яйца, перелетая с одного водоема на другой, поэтому для них этот показатель составляет 20% [Stein, Flack, 1997].

- *Сезонные мигранты.* Сезонно мигрирующие виды связаны с двумя или более отдаленными друг от друга местообитаниями. Если одно из местообитаний нарушено, виды не могут существовать. Выживание и размножение миллиардов певчих птиц 120 видов, каждый год мигрирующих между Канадой и Южной Америкой, зависит от наличия подходящих местообитаний на обеих территориях. Дороги, изгороди или дамбы создают барьеры между необходимыми местообитаниями, которые некоторым видам нужны для прохождения всего жизненного цикла. Например, лососям плотины мешают продвигаться вверх по рекам для нереста.

- *Виды с низким генетическим разнообразием.* Внутрипопуляционное генетическое разнообразие иногда позволяет видам успешно адаптироваться в изменяющейся среде. При появлении новой болезни, нового хищника или других изменений, виды с низким генетическим разнообразием могут исчезнуть с большей вероятностью.

- *Виды с узкоспециальными требованиями к экологической нише.* Некоторые виды приспособлены лишь к необычным типам редких, рассеянных местообитаний, например известковым выходам или пещерам. Если местообитание нарушено человеком, такой вид вряд ли сможет уцелеть. Виды с узкоспециализированными требованиями к пище тоже подвержены особому риску. Яркий тому пример - виды клещей, которые

кормятся только на перьях определенного вида птицы. Если вид птицы исчезает, соответственно исчезает и вид перьевого клеща.

- *Виды, обитающие в стабильных средах.* Многие виды адаптированы к средам, параметры которых меняются очень слабо. Например, живущие под пологом первичного дождевого тропического леса. Часто такие виды медленно растут, малорепродуктивны, дают потомство лишь несколько раз в жизни. Когда дождевые леса вырубаются, выжигаются или еще как-то изменяются человеком, многие живущие здесь виды оказываются неспособными выжить при возникающих изменениях микроклимата (увеличение освещенности, уменьшение влажности, колебания температур) и при появлении конкуренции с раннесукцессионными и инвазивными видами.

- *Виды, образующие постоянные или временные агрегации.* Очень подвержены местному вымиранию виды, которые образуют скопления в определенных местах. Например, летучие мыши по ночам кормятся на большой территории, но день обычно проводят в определенной пещере. Охотники, пришедшие днем в эту пещеру, могут собрать всю популяцию до последней особи. Стада бизонов, стаи странствующих голубей и косяки рыб - это агрегации, которые активно использовались человеком, вплоть до полного истощения вида или даже вымирания, как это случилось со странствующим голубем. Некоторые виды социальных животных не могут существовать, когда численность их популяции снижается ниже определенного уровня, поскольку они больше не могут добывать корм, спариваться и защищаться.

- *Виды, на которые охотится или собирает человек.* Предпосылкой к вымиранию видов всегда была их утилитарность. Чрезмерная эксплуатация может быстро сократить размер популяции видов, представляющих экономическую ценность для человека. Если охота или сбор не регулируются законодательно, или местными традициями, виды могут исчезнуть.

Эти характеристики подверженных вымиранию видов не независимы, а группируются в более крупные категории. Например, виды крупных

животных склонны к образованию популяций с низкой плотностью и большими ареалами - все это особенности подверженных вымиранию видов. Выявление таких характеристик помогает биологам заранее принимать меры для сохранения видов, особенно нуждающихся в защите и управлении.

## **ВОПРОСЫ**

1. Кто и когда впервые применил словосочетание «биологическое разнообразие»?
2. Когда и где понятие «биоразнообразие» вошло в широкий научный обиход?
3. Что представляет собой Конвенция о биологическом разнообразии?
4. Значение биоразнообразия для биосферы и человека.
5. Какая специальная наука занимается изучением биологического разнообразия?
6. Дайте определение понятию «биологическое разнообразие».
7. Какие уровни биологического разнообразия вам известны?
8. Какими методами проводится учет биоразнообразия?
9. От чего зависит состояние «видового богатства»?
10. Каким образом оценивается биологическое разнообразие?
11. Охарактеризуйте альфа-, бета- и гамма-разнообразие.
12. Какое прикладное значение имеет оценка биологического разнообразия?