

ЛЕКЦИЯ 2

ТЕМА: Биоразнообразие. Факторы устойчивости биоразнообразия.

ПЛАН:

1. *Историческая справка*
2. *Значение биоразнообразия*
3. *Биология сохранения живой природы*
4. *Биоразнообразие - основа жизни на Земле*
5. *Структура и уровни биоразнообразия*
 - Генетическое разнообразие*
 - Видовое разнообразие*
 - Разнообразие экосистем*
6. *Количественные показатели биоразнообразия*

1. Историческая справка

Необходимость сохранения биологического разнообразия была осознана уже десятилетия, даже столетия назад, в Северной Америке, Европе и некоторых других регионах мира. Повсеместно во многих культурах обнаруживаются религиозные и философские воззрения, подчеркивающие важность сохранения видов и уголков дикой природы. Многие религии предписывают человеку жить в гармонии с природой и защищать живой мир, поскольку это творение Божие. В США философы Ральф Уолдэ Эмерсон и Хенри Дэвид Торо рассматривали дикую природу как важный элемент человеческой морали и духовного развития.

Такие защитники природы, как Джон Мур и Алдо Леопольд, доказывали необходимость сохранения естественных ландшафтов и поддержания здоровья естественных экосистем. Аналогичные позиции занимает гипотеза Геи, которая рассматривает Землю в качестве "суперорганизма", биологические, физические и химические компоненты которого, взаимодействуя между собой, определяют параметры атмосферы и климата. Современные защитники дикой природы, представленные активистами и членами серьезных экологических организаций, отстаивают

необходимость сокращения или полного прекращения форм деятельности и видов промышленности, нарушающих нормальное взаимодействие компонентов Земли.

Параллельно этим воззрениям видный лесовод Гиффорд Пинчот (1865-1946) развил идею, что все природные объекты и явления, включая древесину, корма, чистую воду, живую природу, разнообразие видов и даже красивые ландшафты можно рассматривать как природные ресурсы и что цель управления природой состоит в наиболее долговременном использовании этих природных ресурсов во благо наибольшего числа людей. Идеи Пинчота и Леопольда были объединены и расширены в концепции управления экосистемами, которая делает высшим приоритетом управления сохранение здоровья экосистем и дикой природы в целом. Существующая парадигма устойчивого развития также защищает подход, подобный взглядам Пинчота: использование природных ресурсов для удовлетворения потребностей человека должно осуществляться таким образом, чтобы не причинять вреда биологическим сообществам, и с учетом потребностей будущих поколений.

Представление о биологическом разнообразии как уникальном свойстве живой природы и его роли в сохранении жизни на Земле стало неотъемлемой частью современных воззрений на взаимоотношения природы и общества. Впервые словосочетание «биологическое разнообразие» применил Г. Бэйтс (1892) в работе «Натуралист на Амазонке», который за время часовой экскурсии наблюдал около 700 видов бабочек.

Понятие "биоразнообразие" вошло в широкий научный обиход в 1972 году на Стокгольмской конференции ООН по окружающей среде, где экологи сумели убедить политических лидеров стран мирового сообщества в том, что охрана живой природы должна стать приоритетной при осуществлении любой деятельности человека на Земле.

Через двадцать лет, в 1992, году в Рио-де-Жанейро во время Конференции ООН по окружающей среде и развитию была принята

Конвенция о биологическом разнообразии, которую подписали более 180 стран, в том числе и Россия. Активная реализация Конвенции о биоразнообразии в России началась после ее ратификации Государственной Думой в 1995 году. На федеральном уровне был принят целый ряд природоохранительных законов, а в 1996 году

Указом Президента РФ утверждена "Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию", в которой в качестве одного из важнейших направлений развития России рассматривается сохранение биоразнообразия. Россия, как и другие страны, подписавшие и ратифицировавшие Конвенцию о биологическом разнообразии, действует не в одиночку. Проект Глобального экологического фонда (ГЭФ) по сохранению биоразнообразия России, финансируемый Международным банком реконструкции и развития, стартовал в декабре 1996 года. С тех пор разработана и в 2001 году принята Национальная стратегия сохранения биоразнообразия России, разрабатываются механизмы сохранения биоразнообразия, осуществляется поддержка национальных парков и заповедников, реализуются мероприятия по сохранению биоразнообразия и улучшению экологической обстановки в различных регионах. Проект ГЭФ и Национальная стратегия, наряду с другими проектами по сохранению биоразнообразия, в качестве приоритетных направлений предусматривают разработку и реализацию образовательных программ.

2. Значение биоразнообразия

2.1. Значение биоразнообразия для биосферы

Принцип взаимодействия человечества с биоразнообразием планеты можно проиллюстрировать с учетом масштаба влияния человека на природные системы и той роли, которое биоразнообразие играет в поддержании жизни на Земле. Основное условие поддержания жизни на Земле — способность биосферы создавать и поддерживать равновесие между входящими в ее состав экосистемами. Внутри биосферы должны быть территориально сбалансированы экосистемы более низкого ранга. Иными

словами, на Земле должно быть необходимое количество тундр, лесов, пустынь и т.д. — как биомов, а внутри биома тундр должна сохраняться оптимальная тундровость, внутри биома хвойных лесов - оптимальная лесистость. И так до самых мелких экосистем вроде луга, леса, озера и т.д.

Функционирование планеты в целом и ее климатическое равновесие обусловлено взаимодействием круговоротов воды, углерода, азота, фосфора и других веществ, приводимых в движение энергией экосистем. Растительный покров - важнейший фактор предупреждения эрозии, сохранения пахотного слоя земли, обеспечения инфильтрации и пополнения запасов грунтовых вод. Без достаточного уровня биоразнообразия болотных экосистем невозможно предотвращение эвтрофикации водоемов, а высокий уровень видового разнообразия животных - залог устойчивости любой экосистемы и биосферы в целом.

Если представить, что человек остался в одиночестве на планете Земля, то нетрудно предсказать дальнейший ход событий: нет продуктов питания, растет жесткое ультрафиолетовое излучение, не задерживаемое больше озоновым экраном, из-за отсутствия кислорода становится невозможным дыхание, а климат оказывается несовместимым с жизнью.

Миллионы видов животных и растений поддерживают условия, необходимые для продолжения жизни на Земле. Возможно, эти условия могло бы обеспечить и меньшее число видов, но каково оно, это достаточное число видов? Этого никто не знает. Как не знает и той черты, за которой при сокращении биоразнообразия начнется необратимое разрушение экосистем и жизнь будет поставлена на грань существования. При разрушении биоразнообразия надежных способов компенсировать потери не существует.

2.2. Значение биоразнообразия для человека 2.2.1. Практическая ценность

Прагматический взгляд на биоразнообразие позволяет нам увидеть в нем неиссякаемый источник биологических ресурсов. Биологические ресурсы дают нам все виды продуктов: продукты питания, волокно для

изготовления одежды, строительные материалы, красители, синтетические вещества, лекарства и т.д. Они - основа большинства видов деятельности человека, от них в значительной мере зависит состояние мировой экономики. Микроорганизмы, играющие жизненно важную роль во многих экосистемах, способствовали прогрессу в области производства продуктов питания.

Современная медицина проявляет живой интерес к биологическим ресурсам в надежде получить новые средства лечения болезней. Чем больше разнообразие живых существ, тем больше возможностей для открытия новых лекарств; и история медицины дает прекрасные примеры такой возможности. Потенциально любой вид может иметь коммерческую ценность или быть использованным в медицине. Около 40 % всех известных наркотиков, используемых в настоящее время в медицине, содержат вещества, обнаруженные в дикорастущих растениях.

В сельском хозяйстве генетическое разнообразие культурных растений имеет огромное значение для разработки методов борьбы с вредителями. Центры происхождения культурных растений - это места, в которых в свое время человек впервые ввел в культуру многие традиционные сегодня виды. На этих территориях четко прослеживается связь между сельскохозяйственными растениями и их дикорастущими родственниками. Здесь произрастает множество диких предковых видов и разновидностей современных культурных растений. Фермеры проявляют все больший интерес к генетическому разнообразию сельскохозяйственных культур. Знание центров такого разнообразия позволяет разрабатывать методы увеличения продуктивности сельскохозяйственных культур и повышения их приспособляемости к изменяющимся условиям среды.

Биоразнообразие имеет большое значение также для организации отдыха. Красивые ландшафты, богатые видами разнообразные экосистемы - важнейшее условие для развития туризма и отдыха. Быстрое расширение этого вида деятельности зачастую является основным источником дохода

для местного населения. Часто объектом повышенного интереса становятся отдельные виды животных и растений.

Эстетическая ценность

Для большинства людей слово «биоразнообразие» имеет позитивное звучание. При этом в воображении возникают картины дождевого тропического леса, кораллового рифа, покрытой разнотравьем поляны, где богатство видов животных и растений создает положительные эмоции. Часто даже отдельный фрагмент природы, как, например, винный бражник, ночью в полете питающийся нектаром цветущего кипрея, оставляет неизгладимое впечатление. Красота, присущая биоразнообразию, служит источником вдохновения. Подлинные произведения искусств редко обходятся без изображений животных и растений, будь то скарабеи и змеи на колье царицы Клеопатры или лев из цветных изразцовых плиток на «Священной дороге» в Вавилоне. Представления о рае, воплощенные на картине «Рай» Яном Брейгелем Старшим (1568-1625), ассоциируются с богатым разнообразием различных видов животных и растений.

Без эстетического удовольствия потеряли бы смысл многие наши увлечения, будь то спортивное рыболовство, охота, пешеходные прогулки или наблюдение за птицами. У людей существует потребность в созерцании красивых пейзажей. И все же эстетическая ценность биоразнообразия - нечто большее, чем простое любование красивым пейзажем. Что было бы с человеком, его настроением, его мироощущением, если вместо красивого озера или участка соснового леса он видел бы вокруг себя только кучи мусора или исковерканный грубым вмешательством ландшафт? Зато с какой любовью описывают авторы удивительные картины природы днестровских плавней (цит. по материалам журнала Вести СОЭС, №2, 2001): «Устьевая область своеобразна и уникальна своими богатствами, своей особой красотой. Здесь, на Белом озере еще сохранились поля белых лилий, реликтового водяного ореха, огромные территории покрыты желтой кувшинкой. Сюда еще залетают священные ибисы Древнего Египта, слышен

шум лебединых крыльев, цветет мята, леса полны знакомых и неожиданных ароматов, музыки птичьего пенья...» По-видимому, эстетическая сторона восприятия биоразнообразия - не просто наслаждение красотой отдельных пейзажей; это, скорее, органическая потребность, присущая каждому человеку, так как восприятие разнообразных форм жизни объективно улучшает качество жизни

3. Биология сохранения живой природы

Быстрый рост населения Земли сопровождается истощением природных ресурсов, загрязнением почв, вод, атмосферы и разрушением естественных местообитаний. Меняется скорость многих естественных процессов. В результате деятельности человека возрастает скорость разрушения почвы, ее перемещения, что приводит к развитию оврагов и утрате пахотных земель. Человек в 80 раз ускоряет цикл обращения ртути, создавая угрозу для жизни многих животных и своей собственной. Единственно, в чем человек уступает природным силам, так это в том, что из-за неконтролируемого освоения территорий и сведения лесов сокращается общий объем фотосинтеза и падает биологическая продуктивность в планетарном масштабе. Во всем остальном человек явно опережает природу. Заметнее всего сказывается влияние человека на скорость вымирания животных и растений. Ни одному виду не гарантирована вечная жизнь. Ископаемые остатки свидетельствуют о том, что в процессе естественного отбора виды образуются в определенном месте земного шара, а затем расселяются, дают начало новым видам и в большинстве случаев вымирают. Ученые зарегистрировали пять случаев массового вымирания видов с того момента, как на Земле появилась сложная органическая жизнь. И каждый такой случай был следствием крупной естественной катастрофы, как, например, вымирание доминантных групп динозавров, последовавшее за столкновением Земли с крупным метеоритом около 65 млн. лет тому назад.

С катастрофической быстротой исчезают дождевые тропические леса, в которых обитает практически половина из существующих ныне видов

животных и растений. В большинстве случаев леса сначала вырубаются с целью получения твердой древесины, затем вслед за лесозаготовителями по уже проложенным ими дорогам идут первые поселенцы, которые расчищают остатки леса. Обедненная после вырубки леса почва, оставшись без растительного покрова, подвергается интенсивной эрозии, заболачивается и окончательно теряет продуктивность.

Некоторые ученые полагают, что мы сейчас переживаем очередной этап массового вымирания видов, и что основная причина этого - воздействие человека на Землю. В сравнении с предыдущими периодами массового вымирания сегодня потеря видов значительно превосходит все те, что были раньше. Иными словами, каждый год мы теряем больше видов, чем когда-либо ранее за тот же период.

Пока некоторые люди находятся в растерянности перед лавиной вымирающих видов и разрушением мест обитания в сегодняшнем мире, другие откликаются на необходимость что-то предпринять и пытаются остановить разрушение. Вот что сказал о снижении биологического разнообразия Петер Равен, директор ботанического сада в Миссури: "Если думать о проблеме в планетарном масштабе, она кажется безнадежной и неразрешимой. Но можно ограничить масштабы беды до разрешимых уровней, если исходить из пластичности видов".

Уже ближайшие десятилетия покажут, какая часть всемирного биологического разнообразия сумеет уцелеть. Предпринимаемые сегодня усилия по сохранению видов, созданию новых охраняемых территорий, защите существующих национальных парков будут определять, в каком виде сохранятся на планете для будущего виды и биологические сообщества.

Биология сохранения живой природы - научная дисциплина, которая развилась на основе этих усилий. Она объединяет людей и знания из различных областей и направлена на преодоление кризиса биоразнообразия. В будущем люди смогут оглянуться на уходящие годы XX и начало XXI

столетий как на время, когда относительно небольшое количество людей спасло многочисленные виды и биологические сообщества от вымирания.

Биология сохранения живой природы - мультидисциплинарная наука, которая развилась в ответ на кризис, в котором сегодня оказалось биологическое разнообразие (Wilson, 1992; Meffe, Carroll, 1997; Primack, 1998). Биология сохранения живой природы преследует три цели: во-первых, изучать и описывать разнообразие живой природы; во-вторых, выявить и оценить влияние деятельности человека на виды, сообщества и экосистемы; и в-третьих, разобрать практические междисциплинарные подходы к защите и восстановлению биологического разнообразия.

4. Биоразнообразие - основа жизни на Земле

Сохранение биологического разнообразия центральная задача биологии сохранения живой природы. По определению, данному Всемирным фондом дикой природы (1989), **биологическое разнообразие** - это "все многообразие форм жизни на земле, миллионов видов растений, животных, микроорганизмов с их наборами генов и сложных экосистем, образующих живую природу". Таким образом, биологическое разнообразие следует рассматривать на трех уровнях. Биологическое разнообразие на видовом уровне охватывает весь набор видов на Земле от бактерий и простейших до царства многоклеточных растений, животных и грибов. В более мелком масштабе биологическое разнообразие включает генетическое разнообразие видов, образованное как географически отдаленными популяциями, так и особями внутри одной и той же популяции. Биологическое разнообразие включает также разнообразие биологических сообществ, видов, экосистем, сформированных сообществами и взаимодействия между этими уровнями.

Для непрерывного выживания видов и природных сообществ необходимы все уровни биологического разнообразия, все они важны и для человека. Разнообразие видов демонстрирует богатство эволюционных и экологических адаптаций видов к различным средам. Видовое разнообразие

служит для человека источником разнообразных естественных ресурсов. Например, влажные тропические леса с их богатейшим набором видов производят замечательное разнообразие растительных и животных продуктов, которые могут использоваться в пищу, в строительстве и медицине. Генетическое разнообразие необходимо любому виду для сохранения репродуктивной жизнеспособности, устойчивости к заболеваниям, способности к адаптации в изменяющихся условиях. Генетическое разнообразие домашних животных и культивируемых растений особенно ценно для тех, кто работает над селекционными программами по поддержанию и улучшению современных сельскохозяйственных видов.

Разнообразие на уровне сообществ представляет собой коллективный отклик видов на различные условия окружающей среды. Биологические сообщества, характерные для пустынь, степей, лесов и затопляемых земель, поддерживают непрерывность нормального функционирования экосистемы, обеспечивая ее "обслуживание", например, с помощью регулирования паводков, защиты от почвенной эрозии, фильтрации воздуха и воды.

5. Структура и уровни биоразнообразия

На каждом уровне биологического разнообразия - генетическом, видовом и разнообразии сообществ (экосистемном) специалисты изучают механизмы, которые изменяют или сохраняют разнообразие.

Генетическое разнообразие

Генетическое разнообразие представляет собой объем генетической информации, содержащийся в генах организмов, населяющих Землю.

Генетическое внутривидовое разнообразие часто обеспечивается репродуктивным поведением особей внутри популяции. Популяция - это группа особей одного вида, обменивающихся генетической информацией между собой и дающих плодовитое потомство. Вид может включать одну или более отдельных популяций. Популяция может состоять как из нескольких особей, так и из миллионов.

Особи внутри популяции обычно генетически отличаются друг от друга. Генетическое разнообразие связано с тем, что особи обладают незначительно отличающимися генами - участками хромосом, которые кодируют определенные белки. Варианты гена известны как его аллели. Различия возникают при мутациях - изменениях в ДНК, которая находится в хромосомах конкретной особи. Аллели гена могут по-разному влиять на развитие и физиологию особи. Селекционеры сортов растений и пород животных, отбирая определенные генные варианты, создают высокоурожайные, устойчивые к вредителям виды, например зерновых культур (пшеницы, кукурузы), домашнего скота и птицы.

Генетическое разнообразие в популяции определяется как числом генов с более чем одним аллелем (так называемых полиморфных генов), так и числом аллелей каждого полиморфного гена. Существование полиморфного гена приводит к появлению в популяции гетерозиготных особей, получающих от родителей различные аллели гена. Генетическая вариабельность позволяет видам адаптироваться к изменениям окружающей среды, например, повышению температуры или к вспышке нового заболевания. В целом установлено, что редкие виды имеют меньшее генетическое разнообразие, чем широко распространенные, и соответственно они более подвержены угрозе вымирания при изменении условий окружающей среды.

Видовое разнообразие

Видовое разнообразие включает весь набор видов, обитающих на Земле. Существует два основных определения понятия вида. Первое: вид представляет собой совокупность особей, которая по тем или иным морфологическим, физиологическим или биохимическим характеристикам отличается от других групп. Это морфологическое определение вида. Сейчас для различения видов, которые внешне практически идентичны (например, бактерии), все чаще используют различия в последовательности ДНК и другие молекулярные маркеры. Второе определение вида - это совокупность

особей, между которыми происходит свободное скрещивание, но при этом отсутствует скрещивание с особями других групп (биологическое определение вида).

Морфологическое определение вида обычно используется в таксономии, то есть биологами-систематиками, которые специализируются на идентификации новых видов и классификации видов. Биологическое определение вида обычно применяется в эволюционной биологии, поскольку оно основано больше на измеряемых генетических взаимоотношениях, чем на каких-то субъективно выделяемых физических чертах. Однако на практике использовать биологическое определение вида довольно трудно, поскольку это требует знаний о способности особей скрещиваться между собой, а это, как правило, трудно доступная информация. В результате биологи-практики вынуждены были научиться различать биологические виды по их внешнему виду, иногда называя их "морфовидами" или другими подобными терминами до тех пор, пока систематики не присвоят им официальные латинские названия.

Невозможность четко отделить один вид от другого из-за сходства их характеристик или возникающая путаница в научных названиях часто снижают эффективность усилий по защите вида.

Трудно написать четкие, эффективные законы для защиты вида, если не совсем ясно, как его точно идентифицировать. Поэтому еще следует много трудиться, чтобы систематизировать и классифицировать все существующие в мире виды. Систематики описали только 10-30% видов в мире, и многие могут исчезнуть до того, как будут описаны. Для скорейшего решения этой проблемы необходимо подготовить много специалистов-систематиков, особенно для работы в изобилующих видами тропиках (Raven, Wilson, 1992).

Трудности, связанные с описанием новых для науки видов, заставляют нас с осторожностью оценивать их общую численность. Число видов животных и растений, известных науке, возросло с 11 тыс. во времена К.

Линнея до 2 млн в наши дни и продолжает расти. Постоянно ученые описывают и называют новые виды животных, растений и микроорганизмов. Точное число обитающих на нашей планете видов не может привести никто, но известно, что число видов животных значительно превосходит число видов растений, грибов и бактерий. Известно также, что среди животных по числу зарегистрированных видов лидируют насекомые. Их многообразие таково, что по числу видов они превосходят не только всех остальных животных, но также растения и микроорганизмы вместе взятые. В царстве растений пальму первенства уверенно держат покрытосеменные, или цветковые.

Разнообразие экосистем

Разнообразие экосистем касается различных сред обитания, биотических сообществ и экологических процессов в биосфере, а также огромного разнообразия сред обитания и процессов в рамках экосистемы.

Количественные показатели биоразнообразия в экосистемах сильно варьируют в зависимости от влияния различных факторов. Следует обратить внимание на то, что в биоценоз входят не только виды, постоянно обитающие в экосистеме, но и виды, проводящие в ней только часть своего жизненного цикла (например, личинки комаров, стрекоз).

Видовой состав и в целом разнообразие биоценоза может быть описано только в определенный момент времени, так как видовое богатство изменяется в результате процессов иммиграции и элиминации видов, непрерывно происходящих в биоценозе.

Временной фактор в той или иной мере учитывается в службах мониторинга окружающей среды. Так, в частности, программы гидробиологического мониторинга в России требуют обязательного проведения анализа в разные сезоны года и оценки состояния водных объектов на основе данных, полученных в весенний, летний и осенний периоды.

В каждый момент времени биоценоз имеет определенное видовое богатство.

Одной из составных частей природной среды является рельеф земной поверхности, существующий в своей непрерывной изменчивости на границе трех природных оболочек, или сфер, нашей планеты - земной коры, или литосферы, атмосферы и гидросферы. Земная поверхность с ее рельефом - живописными или суровыми горами, обширными равнинами, по которым плавно извиляются реки, барханами и песчаными грядами пустынь, высокогорными ледниками — представляет собой арену жизни, одну из главнейших составляющих биосферы.

Чем разнообразнее условия окружающей среды в данном регионе, чем больше времени в распоряжении организмов для эволюционных преобразований, тем разнообразнее здесь их видовой состав. Рельеф и геологическое строение могут создать разнообразие условий в пределах областей с однородным климатом. В холмистой местности ее наклон и экспонированность определяют температуру и содержание влаги в почве. На крутых склонах почва хорошо дренируется, что нередко приводит к недостатку влаги для растений, хотя в близлежащих низинных местах почва насыщена влагой. В аридных областях, в поймах и по руслам рек часто можно видеть хорошо развитые лесные сообщества, резко контрастирующие с окружающей пустынной растительностью. На теплых и сухих склонах холма, обращенных на юг, растут иные древесные породы, нежели на холодных и влажных северных. Холмистый рельеф часто ассоциируется с красотой ландшафта, а это означает, что здесь соседствуют богатые и разнообразные сообщества. Живописный пейзаж всегда вызывает восхищение. В этом одна из причин того, почему горы или берега излюбленных водоемов служат местом массового паломничества любителей природы.

Всякий ландшафт на земном шаре претерпевает изменения под действием климатических условий. Огромно влияние на них растительного

мира. Ландшафты во всем их разнообразии формировались на протяжении многих тысячелетий и в результате деятельности человека. Они непрерывно изменяются благодаря постоянным поискам эффективных форм землепользования и добычи полезных ископаемых. Человек строит города и прокладывает дороги. Таким образом, ландшафты состоят из ряда природных и культурных элементов. Они воплощают в себе коллективную память природы и тех, кто ее населяет, образуя сложный элемент окружающей среды.

6. Количественные показатели биоразнообразия 6.1. Учет биоразнообразия

Инвентаризация разнообразия на уровне экосистем часто выполняется с помощью аэро- или спутниковой фотосъемки. Это позволяет составить полную картину разнообразия экосистем и особенностей ландшафтов, а также сделать предварительные выводы о возможном видовом разнообразии. Для более точной оценки разнообразия на видовом уровне необходимо определение видового богатства, то есть учет всех видов, встречающихся на данной территории. Однако очевидно, что чем больше территория, тем большее число видов исследователю удастся зарегистрировать, поэтому при оценке видового богатства необходимо учитывать частоту встречаемости видов. Так, на площади в 4 м² на тщательно ухоженном пастбище произрастает 35 видов сосудистых растений. Такое же количество видов можно найти на той же площади целинного участка, однако если сузить площадь поиска до 1 м², то нам удастся зарегистрировать только 25 видов растений, так как многие виды встречаются здесь реже. На заброшенном пастбище многие сосудистые растения исчезают, поэтому уровень видового богатства здесь ниже, чем на участке целинного луга.

Попытки описать структуру сложного природного сообщества единственным показателем, таким как видовое богатство, несостоятельны из-за потери при этом ценной информации о редкости одних видов и обычности других. Индекс (показатель) видового разнообразия учитывает

как общее число видов в сообществе, так и соотношение обилия разных видов. Его рассчитывают, определяя для каждого вида долю его особей в общей численности особей сообщества.

Измерить разнообразие на генетическом уровне сложнее. Для этой цели традиционно используют внешние наследственные признаки видов. На основании этих признаков внутри вида выделяют дискретные группировки особей. Такого рода индивидуальная изменчивость носит название полиморфизма. Например, на надкрыльях божьих коровок имеются пигментные узоры, характерные для каждой особи. Этот вид распространен широко, он встречается в Сибири, Китае, на Корейском полуострове, в Японии. В Западной и Центральной Сибири преобладают черные особи, а далее на восток популяция становится более полиморфной, в ней все чаще встречаются желтые с черными пятнами жуки.

Биологическое разнообразие и «видовое богатство»

Любая стратегия сохранения биологического разнообразия требует четкого понимания того, сколько всего существует видов и как эти виды распределены. На сегодня описано 1,5 млн. видов. По меньшей мере вдвое большее число видов остается неописанным, главным образом это насекомые и другие тропические членистоногие. Наши знания о количестве видов не точны, поскольку многие не броские животные еще не попали в поле зрения систематиков. Например, трудны для изучения мелкие пауки, нематоды, почвенные грибы и насекомые, живущие в кронах деревьев тропического леса.

Эти малоизученные группы могут насчитывать сотни и тысячи, даже миллионы видов. Бактерии тоже изучены очень слабо. Из-за сложностей в их выращивании и идентификации, микробиологи научились определять только около 4000 видов бактерий. Однако проводимые в Норвегии исследования по анализу ДНК бактерий показывают, что в одном грамме почвы возможно присутствие более чем 4000 видов бактерий, и примерно столько же можно их обнаружить в морских донных отложениях [Ward et al., 1990]. Такое

высокое разнообразие, даже в малых пробах, подразумевает существование тысяч или даже миллионов неописанных еще видов бактерий. Современные исследования пытаются определить, каково соотношение числа широко распространенных видов бактерий по сравнению с региональными или узколокальными видами [Finlay, Clarke, 1999].

Отсутствие полных коллекций не позволяет надежно судить о количестве видов, обитающих в морских средах. Морская среда стала своеобразной границей наших знаний о биологическом разнообразии. Так, абсолютно новая группа животных, Loricifera, впервые была описана в 1983 году в образцах, добытых на больших глубинах [Kristensen, 1983]. Другая новая группа мелких созданий, Cycliophora, обнаруженная в ротовой области норвежского омара, была впервые описана в 1995 году [рис. 1.6; Funch, Kristensen, 1995]. В 1999 году у побережья Намибии была обнаружена самая большая в мире бактерия размером с глаз плодовой мушки [Schulz et al., 1999]. Несомненно, еще много не описанных морских видов ждут своего часа.

До сих пор наряду с отдельными видами обнаруживаются и совершенно новые биологические сообщества, особенно в крайне отдаленных или труднодоступных для человека местах. Специальные методы изучения позволили выявить такие необычные сообщества, прежде всего в глубоководных морях и в пологе леса:

- разнообразные сообщества животных, в первую очередь насекомых, приспособленных для жизни в кронах тропических деревьев; они практически не имеют никакой связи с землей [Wilson, 1991; Moffat, 1994]. Чтобы проникнуть в полог леса, в последние годы ученые устанавливают в лесах смотровые вышки и протягивают в кронах подвесные тропинки.

- на дне глубоководных морей, которые остаются до сих пор малоизученными из-за технических трудностей в транспортировке оборудования и людей в условиях высокого давления воды, существуют уникальные сообщества бактерий и животных, сформировавшиеся около

глубоководных геотермальных источников [Tunncliffe 1992]. Ранее неизвестные активные бактерии обнаружены даже в пятисотметровой толще морских отложений, где они несомненно играют важную химическую и энергетическую роль в этой сложной экосистеме [Parkes и др., 1994].

- благодаря современным буровым проектам под поверхностью Земли, вплоть до глубины до 2,8 км, были найдены различные сообщества бактерий, с плотностью до 100 млн бактерий на г породы. Химическая активность этих сообществ активно изучается в связи с поиском новых соединений, которые потенциально могли бы быть использованы для разрушения токсичных веществ, а также для ответа на вопрос о возможности существования жизни на других планетах [Fredrickson, Onstatt 1996; Fisk et al. 1998].

Видовое «богатство» различных климатогеографических зон сильно отличается.

Наиболее богаты видами тропические влажные леса, коралловые рифы, обширные тропические озера и глубоководные моря [WCMC, 1992; Neuwold, 1995]. Велико биологическое разнообразие и в сухих тропических областях с их листопадными лесами, кустарниковыми бушами, саваннами, прериями и пустынями [Mares, 1992]. В умеренных широтах высокими показателями выделяются покрытые кустарником территории со средиземноморским типом климата. Они есть в Южной Африке, на юге Калифорнии и на юго-западе Австралии. Влажные тропические леса в первую очередь характеризуются исключительным разнообразием насекомых. На коралловых рифах и в глубоководных морях разнообразие обусловлено гораздо более широким набором систематических групп (Grassle et al., 1991). Разнообразие в морях связано с их огромным возрастом, гигантскими площадями и стабильностью этой среды, а также со своеобразием типов донных отложений (Waller, 1996). Замечательное разнообразие рыб в крупных тропических озерах и появление на островах уникальных видов обусловлено эволюционной радиацией в изолированных продуктивных местообитаниях.

Коралловые рифы - это тоже замечательное место концентрации видов. Колонии крошечных животных - полипов - строят большие коралловые экосистемы, по своей сложности и биологическому разнообразию сопоставимые с влажными тропическими лесами. Самый крупный в мире коралловый риф - Большой Барьерный риф - у восточного побережья Австралии занимает площадь около 349 тыс. км². На Большом Барьерном рифе обнаружены около 300 видов кораллов, 1500 видов рыб, 4000 видов моллюсков и 5 видов черепах, и он предоставляет места для гнездования 252 видов птиц. На Большом Барьерном рифе обитает около 8% всех видов рыб мировой фауны, хотя на него приходится только 0,1% общей площади поверхности океана.

Состояние видового богатства зависит и от локальных особенностей топографии, климата, среды и геологического возраста местности. В наземных сообществах видовое богатство обычно увеличивается с понижением высотности, увеличением солнечной радиации и увеличением количества осадков. Видовое богатство обычно выше в областях со сложным рельефом, который может обеспечивать генетическую изоляцию и, соответственно, местную адаптацию и специализацию. Например, оседлый вид, обитающий на изолированных горных пиках, может со временем эволюционировать в несколько различных видов, каждый из которых адаптирован к определенным условиям горной местности. В областях, которые отличаются высокой геологической сложностью, создаются разнообразные четко ограниченные почвенные условия, соответственно складываются разнообразные сообщества, адаптированные к тому или иному типу почвы. В умеренном поясе большое флористическое богатство характерно для юго-западной части Австралии, Южной Африки и других областей со средиземноморским типом климата с его мягкой, влажной зимой и жарким сухим летом. Видовое богатство сообществ кустарников и трав обусловлено здесь сочетанием значительного геологического возраста и сложным рельефом местности. В открытом океане наибольшее видовое

богатство формируется там, где встречаются различные течения, но границы этих областей, как правило, нестабильны во времени [Angel, 1993].

Видовое разнообразие почти всех групп организмов увеличивается по направлению к тропикам. Например, в Таиланде обитает 251 вид млекопитающих, а во Франции - только 93, несмотря на то, что площади обеих стран примерно одинаковы.

Число пресноводных насекомых в тропических лесах в 3-6 раз больше, чем в умеренных. На единицу площади в тропических лесах приходится наибольшее на Земле количество видов млекопитающих. Во влажных тропических лесах Латинской Америки на одном гектаре встречается 40-100 видов деревьев, тогда как на востоке Северной Америки 10-30 видов.

В морской среде наблюдается такая же закономерность распределения, как и на суше. Так, число видов асцидий в Арктике едва превышает 100, а в тропиках оно больше 600.

Измерение биологического разнообразия

Помимо наиболее близкого для большинства биологов определения биологического разнообразия, как количества видов, обитающих на определенной территории, существует немало других определений, связанных с разнообразием биологических сообществ на разных иерархических уровнях их организации и в разных географических масштабах (Hellmann, Fowler, 1999). Эти определения используют для проверки теории о том, что увеличение разнообразия на разных уровнях приводит к увеличению стабильности, продуктивности и устойчивости сообществ к инвазии чужеродных видов (Tilman, 1999). Число видов в отдельном сообществе обычно описывается как богатство видов или альфа-разнообразие и используется для сравнения биоразнообразия в различных географических регионах или биологических сообществах.

Термин "бета-разнообразие" выражает степень изменения видового состава по географическому градиенту. Бета-разнообразие высоко, если, например, видовой состав сообществ мхов существенно отличается на

альпийских лугах смежных пиков, но бета- разнообразие низко, если большинство тех же видов занимает весь пояс альпийских лугов.

Гамма-разнообразие применимо в больших географических масштабах; оно учитывает число видов на большой территории или континенте.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

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?

Литература

1. Воронков Н.А. Экология общая, социальная, прикладная. Учебник для студентов высших учебных заведений. Пособие для учителей. - М.: Агар,- 1999.- С. 265 - 279.
2. Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология. Ростов н/Д,- 2000.- С. 354 - 373.
3. Эколого-экономические проблемы России и ее регионов. Учебное пособие для студентов экономических вузов. Под общей ред. Проф., д-ра

геогр. Н. В.Г. Глушковой, доц., к. геогр. Н. А.Т. Шевченко - М.: Московский лицей, - 2002.- С. 98 - 102.

4. Никанорова А.М., Хоружая Т.А. Экология.- М.: «Издательство ПРИОР», - 2000.- С. 133 - 140.