**Лекция. Живое вещество биосферы. Его свойства и функции.**

**План лекции.**

1. Состав биосферы по В.И. Вернадскому.
2. Основные свойства живого вещества.
3. Функции живого вещества в биосфере.
4. **Состав биосферы по В.И. Вернадскому**

По В.И. Вернадскому, биосфера состоит из следующих основных компонентов:

1) ***Живое вещество*** – совокупность организмов, существующих в конкретный отрезок времени. Основной отличительной особенностью живого вещества является его способность использовать энергию. Живые организмы способны накапливать энергию в виде сложных органических соединений, передавать ее, преобразовывать в другую энергию. Неживые же тела не только не способны к столь сложным преобразованиям, но и преимущественно рассеивают энергию. Химический состав живого вещества в среднем может быть представлен следующим образом: на долю кислорода приходится около 70 %, углерода – около 18 %, водорода – 10 %, порядка 1,5 % приходится на N, Na, Mg, Ca, Fe, K, Si, P, Cl, а также микроэлементы Zn, Mn, Co, I и др. Большая часть кислорода и водорода входит в состав воды, из которой состоит основная масса живых организмов.

Живое вещество биосферы представлено примерно десятком миллионов видов различных организмов. Особое положение занимают производители органического вещества – зеленые растения. Их около 300 тысяч видов. Общий вес сухого вещества зеленых растений оценивается в 2,42×$10^{12}$ тонн, что примерно в две тысячи раз меньше массы самой легкой оболочки земли – атмосферы. Эта величина составляет 99 процентов всего живого вещества на Земле. Оставшийся процент приходится на гетеротрофные (животные) организмы.

2) ***Биогенное вещество*** – вещество, созданное непосредственно живыми организмами и состоящее из растительных и животных остатков. Это все горючие ископаемые (нефть, каменный уголь, торф), известняк др.

3) ***Косное вещество*** – горные породы минерального происхождения (граниты, глины, пески). Фактически планета Земля до распространения на ней жизни состояла только из косного вещества.

4) ***Биокосное вещество*** – продукты переработки горных осадочных пород живыми организмами. К биокосному веществу относят приземную часть атмосферы, поверхностные воды, почву.

1. **Основные свойства живого вещества.**

Живое вещество биосферы есть совокупность всех ее живых организмов. Понятие «живое вещество» ввел в науку В.И. Вернадский. Живое вещество в его понимании - это форма активной материи, и ее энергия тем больше, чем больше масса живого вещества. Рассмотрим основные свойства живого вещества.

**1.** **Способность быстро занимать (осваивать) все свободное пространство.** В. И. Вернадский назвал это всюдностью жизни. Данное свойство дало основание В. И. Вернадскому сделать вывод, что для определенных геологических периодов количество живого вещества было примерно постоянным (константой). Способность быстрого освоения пространства связана как с интенсивным размножением (некоторые простейшие формы организмов могли бы освоить весь земной шар за несколько часов или дней, если бы не было факторов, сдерживающих их потенциальные возможности размножения), так и со способностью организмов интенсивно увеличивать поверхность своего тела или образуемых ими сообществ. Например, площадь листьев растений, произрастающих на 1 га, составляет 8-10 га и более. То же относится к корневым системам.

**2.** **Движение не только пассивное** (под действием силы тяжести, гравитационных сил и т. п.), но и активное. Например, против течения воды, силы тяжести, движения воздушных потоков и т. п.

**3.** **Устойчивость при жизни и быстрое разложение после смерти** (включение в круговороты).

**4. Высокая приспособительная способность (адаптация) к различным** **условиям существования.**

**5.** **Живое вещество проявляет значительно большее морфологическое и химическое** разнообразие, чем неживое. В природе известно более 2 млн органических соединений, которые входят в состав живого вещества, тогда как количество минералов неживого вещества составляет около 2 тыс., на три порядка ниже.

**6.** **Живое вещество представлено дисперсными телами** – индивидуальными организмами, каждый из которых имеет свой собственный генезис, свой генетический состав. Размеры индивидуальных организмов колеблются от 2 нм у наименьших до 100 м. Крупнейшими из растений считаются секвойи, а из животных - киты.

**7.** **Феноменально высокая скорость протекания реакций.** В живом веществе, благодаря присутствию ферментов, химические реакции происходят в тысячи, а иногда и в миллионы раз быстрее, чем в неживом. Об этом свойстве можно судить по скорости переработки вещества организмами в процессе жизнедеятельности. Например, гусеницы некоторых насекомых потребляют за день количество пищи, которое в 100-200 раз больше веса их тела. Дождевые черви за 150-200 лет пропускают через свои организмы весь однометровый слой почвы. Такие же явления имеют место в донных отложениях океана. Слой донных отложений здесь может быть представлен продуктами жизнедеятельности кольчатых червей (полихет) и достигать нескольких метров. Колоссальную роль по преобразованию вещества выполняют организмы, для которых характерен фильтрационный тип питания. Они освобождают водные массы от взвесей, склеивая их в небольшие агрегаты и осаждая на дно.

Впечатляют примеры чисто механической деятельности некоторых организмов, например, роющих животных (сурков, сусликов и др.), которые в результате переработки больших масс грунта создают своеобразный ландшафт. По представлениям В. И. Вернадского, практически все осадочные породы, а это слой до 3 км, на 95-99% переработаны живыми организмами.

**8.** **Высокая скорость обновления живого вещества.** Подсчитано, что в среднем для биосферы она составляет 8 лет, при этом для суши -14 лет, а для океана, где преобладают организмы с коротким периодом жизни (например, планктон), - 33 дня. В результате высокой скорости обновления за всю историю существования жизни общая масса живого вещества, прошедшего через биосферу, примерно в 12 раз превышает массу Земли. Только небольшая часть его (доли процента) законсервирована в виде органических остатков (по выражению В. И. Вернадского, «ушла в геологию»), остальная же включилась в процессы круговорота.

Все перечисленные и другие свойства живого вещества обусловливаются концентрацией в нем больших запасов энергии. Согласно В. И. Вернадскому, по энергетической насыщенности с живым веществом может соперничать только лава, образующаяся при извержении вулканов.

1. **Функции живого вещества в биосфере**

Живое вещество в биосфере выполняет ряд важнейших функций, обеспечивающих поддержание необходимых и достаточных условий своего существования. В.И. Вернадский основными среди них считал следующие:

1) энергетическая;

2) концентрационная;

 3) деструктивная;

4) средообразующая;

5) транспортная;

6) газовая, в том числе кислородная;

7) окислительно-восстановительная.

**1. Энергетическая функция.** Энергетическая функциясвязана с запасанием энергии в процессе фотосинтеза, передачей ее по цепям питания, рассеиванием. Эта функция - одна из важнейших. Энергетическая функция живого вещества нашла отражение в двух биогеохимических принципах, сформулированных В.И .Вернадским. В соответствии с первым из них геохимическая биогенная энергия стремится в биосфере к максимальному проявлению. Второй принцип гласит, что в процессе эволюции выживают те организмы, которые своей жизнью увеличивают геохимическую энергию.

За год растения суши и океана запасают такое количество энергии продуктов фотосинтеза, которое в 100 раз превышает производство энергии всеми электростанциями мира.

Имеется также довольно незначительный процент хемосинтезирующих живых организмов, чей жизненный цикл опирается на энергию химических соединений. Это разного рода бактерии (железобактерии, серобактерии, азотобактерии и др.). Обнаружены целые экосистемы, функционирование которых основано на активности хемосинтезирующих бактерий, не зависящих от продуктов фотосинтеза. Это глубоководные системы, где в абсолютной темноте вблизи выходов горячей воды, богатой минеральными солями и серой, помимо бактерий существуют и уникальные многоклеточные животные, типа двустворчатых моллюсков длиной около 30 см и трехметровые черви, получающие энергию от хемосинтезирующих бактерий. Возможно, было время, когда такие формы жизни были более разнообразными и заполняли всю поверхность Земли, до которой ввиду интенсивной вулканической деятельности не могли пробиться солнечные лучи.

**2. Концентрационная функция.** Концентрационная функция- способность организмов концентрировать в своем теле рассеянные элементы окружающей среды. Любое живое существо в процессе своей жизнедеятельности буквально по молекулам собирает из окружающей среды необходимые для него вещества и консервирует их в своей структуре. Поэтому, например, концентрация марганца в теле некоторых организмов превышает его концентрацию в окружающей среде в миллионы раз.

В условиях антропогенного загрязнения окружающей среды побочным следствием

этого может являться накопление растениями, которые мы потребляем в пищу, веществ, которые являются токсичными для нашего организма. Результатом концентрационной деятельности живых организмов являются залежи руд, известняков, горючих ископаемых и т.п.

Эту функцию живого вещества всесторонне изучает наука ***биоминералогия.*** Организмы-концентраторы используются для решения конкретных прикладных вопросов, например, для обогащения руд интересующими человека химическими элементами или соединениями.

**3. Деструктивная функция.** Деструктивная функция – разрушение погибшей органики и минеральных веществ. Это один из важнейших элементов круговорота веществ в биосфере, обеспечивающего непрерывность жизни путем превращения сложных органических соединений в минеральные вещества, необходимые для растений, стоящих в самых первых звеньях пищевых цепей.

Практически все живые организмы биосферы, за исключением растений, в той или иной мере являются деструкторами (разрушителями). Однако главная роль в этом процессе принадлежит *грибам и бактериям*. Л. Пастер назвал бактерии «великими могильщиками природы». Одновременно жизнь участвует и в разрушении косных веществ (в частности, горных пород), доводя их постепенно до состояния, после которого они могут быть вовлечены в круговорот жизни (так, измельченные горные породы являются необходимым компонентом почвы).

**4. Средообразующая функция.** Средообразующая функция - преобразование физико-химических параметров окружающей среды. В широком смысле результатом данной функции является вся природная среда. Она создана живыми организмами, они же и поддерживают ее в определенном стабильном состоянии. Так, состав атмосферы и гидросферы - это продукт жизнедеятельности в биосфере. Живые организмы создали особый тип органоминерального вещества - почву. Коралловые колонии создают в океанах целые острова (рифы). Примером могут также служить леса, в которых микроклимат существенно отличается от микроклимата поля.

Анализ показывает, что при отсутствии жизни на Земле, условия на ней были бы такими, что по нашим понятиям жизнь на ней была бы попросту невозможной. Ее атмосфера на 98 % состояла бы из углекислого газа, на 1,9 % - из азота (сейчас на Земле 78 % азота, являющегося вопреки своему названию (азот — не поддерживающий жизни)) основным элементом при построении аминокислот, кислорода практически не было бы (сейчас 21 %), средняя температура поверхности 290 ± 50 °С, не оставляющая никаких шансов на наличие воды в жидком состоянии. Словом, условия, весьма похожие на условия планеты Венера.

**5.** **Транспортная функция**. Транспортная функция - перенос и перераспределение вещества и энергии. Это является одним из механизмов рассеивающей функции живого вещества. Часто такой перенос осуществляется на громадные расстояния, например, при миграциях и кочёвках животных. С транспортной функцией в значительной мере связана концентрационная роль сообществ организмов, например, в местах их скопления (птичьи базары и другие колониальные поселения).

**6. Газовая функция.** Газовая функция - способность изменять и поддерживать определенный газовый состав среды обитания и атмосферы в целом. Фотосинтез привел к постепенному уменьшению в атмосфере углекислоты и накоплению кислорода и озона. При этом в развитии биосферы наблюдалось, по крайней мере, два переломных момента: первая точка Пастера (1,2 млрд лет назад), когда количество кислорода достигло 1 % от современного уровня и появились первые аэробные организмы (живущие только в кислородной среде, в отличие от анаэробных, живущих в бескислородной среде); вторая точка Пастера, когда количество кислорода достигло 10 % от современного уровня, создались условия для синтеза озона и образования озонового слоя в верхних слоях атмосферы, что защитило организмы от ультрафиолетовых лучей. До этого данную функцию выполняли густые водяные облака.

Круговорот углекислого газа в океане значительно сложнее, чем на суше, и также во многом зависит от деятельности живых организмов. Мировой океан аккумулирует вынесенный реками с суши углерод в форме карбонатных и органических соединений. Возвращение углерода с океана или с суши происходит с большим дефицитом, главным образом, воздушными потоками в виде СО2. Наличие углекислого газа в гидросфере зависит от поступления кислорода в верхние слои как из атмосферы, так и из нижних слоев воды. В общем выражении годовой круговорот массы углерода в Мировом океане почти вдвое меньше, чем на суше. Много углерода изымается с биологического круговорота вещества и попадает в океан в виде углекислых солей. Эти соли, особенно СаСОз, тратятся на построение панцирей животных, очень много их и в морской воде.

Если в атмосфере возрастает содержание СО2, часть его растворяется в воде, вступает в реакцию с карбонатом кальция, образуя растворенный в воде бикарбонат кальция. И, наоборот при снижении содержания углекислого газа в атмосфере бикарбонаты, которые всегда содержатся в морской воде, превращаются в карбонаты кальция, которые выпадают из раствора, используются организмами для построения скелетов или панцирей, оседают на морское дно.

**7. Окислительно-восстановительная функция.** Окислительно-восстановительная функция - окисление вещества в процессе жизнедеятельности и восстановление в процессе разложения при дефиците кислорода. Наряду с фотосинтезом, в зеленых растениях на Земле происходит почти равное ему по масштабу окисление органических веществ в процессе дыхания, брожения, гниения с выделением воды, углекислого газа и теплоты, которая после этого излучается в космическое пространство. Существенно меньшая часть энергии Солнца консервируется в земной коре, формируя залежи каменного угля, нефти, торфа и т.п. Эти процессы связаны с протеканием в бескислородной среде реакций восстановления, сопровождающихся образованием и накоплением сероводорода и метана.

Кроме вышеперечисленных, выделяют еще также **рассеивающую функцию** - рассеяние живого вещества на больших пространствах. Данная функция проявляется через трофическую (питательную) и транспортную деятельность организмов. Например, рассеивание вещества при выделении организмами экскрементов, гибели организмов при разного рода перемещениях в пространстве и т. д.

Важна также **информационная функция** живого вещества, выражающаяся в том, что живые организмы и их сообщества накапливают определенную информацию, закрепляют ее в наследственных структурах и затем передают последующим поколениям. Это одно из проявлений адаптационных механизмов.

В. И. Вернадский подчеркивал, что живое вещество – самая активная форма материи во Вселенной. Оно производит гигантскую геохимическую работу в биосфере, полностью преобразовав верхние оболочки Земли за время своего существования.

***Контрольные вопросы и задания***

*1. Из каких компонентов по В. И. Вернадскому состоит биосфера? 2. Перечислите основные свойства живого вещества. Дайте их краткую характеристику. 3. Какие основные функции живого вещества вам известны? Охарактеризуйте их.*

***Литература***

1. *Воронков Н.А. Основы общей экологии: Учебник для студентов высших учебных заведений. Пособие для учителей. - М.: Агар, 1999. - 96 с.*
2. *Дроздов В.В. Общая экология. Учебное пособие. - СПб.: РГГМУ, 2011.-412 с.*
3. *Лазуткина Ю.С., Сомин В.А. Общая экология. Учебное пособие. – Барнаул: Изд-во «Азбука», 2007 – 134 с.*
4. *Чернова Н.М., Былова А.М. Общая экология. - М.: Дрофа, 2004. – 416 с.*