

2- лекция. Химические основы экологических взаимодействий.

Содержание:

Окружающая организм среда - это природные тела и явления, с которыми она находится в прямых или косвенных отношениях. Условия среды, способные оказывать прямое или косвенное влияние на живые организмы, называются экологическими факторами. Существует несколько классификаций экологических факторов среды. Наиболее простой и ставшей классической является классификация, по которой экологические факторы сре-

ды делятся на две категории: абиотические факторы (факторы неживой природы) и биотические факторы (факторы живой природы).

К абиотическим факторам относятся климатические - свет, температура, влага, движение воздуха, давление; эдафогенные (почвенные) - механический состав, влагоемкость, воздухопроницаемость, плотность; органографические - рельеф, высота над уровнем моря, экспозиция склона; химические - газовый состав воздуха, солевой состав среды, концентрация, кислотность и состав почвенных растворов.

К биотическим факторам относятся фитогенные (растительные организмы), зоогенные (животные), микробиогенные (вирусы, простейшие, бактерии, риккетсии) и антропогенные (деятельность человека).

Оригинальную классификацию экологических факторов предложил А.С. Мончадский (1962), исходя из того, что приспособительные реакции организмов к тем или иным факторам среды определяются степенью по-

стоянства этих факторов. Это:

- первичные периодические факторы (температура, свет), зависящие от периодичности вращения Земли и смены времен года;
- вторичные периодические факторы (влажность, осадки, динамика растительной пищи, содержание растворенных газов в воде, внутривидовые взаимодействия) как следствие первичных периодических;
- непериодические факторы (эдафические факторы, взаимодействие между разными видами, антропогенные воздействия, почвенно-грунтовые факторы), не имеющие правильной периодичности.

Воздействие химического компонента абиотического фактора на живые организмы выражается в существовании некоторых верхних и нижних границ амплитуды допустимых колебаний отдельных факторов (температура, соленость, рН, газовый состав и др.), то есть определенный режим существования. Чем шире пределы какого-либо фактора, тем выше устойчивость, или, как ее называют, толерантность, данного организма.

Лимитирующим фактором развития растений является элемент, концентрация которого лежит в минимуме. Это определяется законом, назы-

ваемым законом минимума Ю.Либиха (1840). Либих, химик-органик, один из основоположников агрохимии, выдвинул теорию минерального питания

растений. Урожай культур часто лимитируется элементами питания, присутствующими не в избытке, такими как CO_2 и H_2O , а теми, которые требуются в ничтожных количествах. Например: бор - необходимый элемент питания растений, но его мало содержится в почве. Когда его запасы ис-

черпываются в результате возделывания одной культуры, то рост растений прекращается, если даже другие элементы находятся в изобилии. Закон Либиха строго применим только в условиях стационарного состояния. Необходимо учитывать и взаимодействие факторов. Так, высокая концентрация или доступность одного вещества или действие другого (не минимального) фактора может изменять скорость потребления элемента питания, содержащегося в минимальном количестве. Иногда организм способен заменять (частично) дефицитный элемент другим, более доступным и химически близким ему. Так, некоторым растениям нужно меньше цинка, если они растут на свету, а моллюски, обитающие в местах, где есть много стронция, заменяют им частично кальций при построении раковины.

Экологические факторы среды могут оказывать на живые организмы воздействия разного рода:

- 1) раздражители, вызывающие приспособительные изменения физиологических и биохимических функций (например, повышение температуры воздуха ведет к увеличению потоотделения у млекопитающих и к охлаждению тела);
 - 2) ограничители, обуславливающие невозможность существования в данных условиях (например, недостаток влаги в засушливых районах препятствует проникновению туда многих организмов);
 - 3) модификаторы, вызывающие анатомические и морфологические изменения организмов (например, запыленность окружающей среды в индустриальных районах некоторых стран привела к образованию черных бабочек березовых пядениц, сохранивших свою светлую окраску в сельских местностях);
 - 4) сигналы, свидетельствующие об изменении других факторов среды.
- В характере воздействия экологических факторов на организм выявлен ряд общих закономерностей.

Закон оптимума - положительное или отрицательное влияние фактора на организмы - зависит от силы его воздействия. Недостаточное или избыточное действие фактора одинаково отрицательно сказывается на жизнедеятельности особей. Благоприятная сила воздействия экологического фактора называется зоной оптимума. Одни виды выносят колебания в широких пределах, другие - в узких. Широкая пластичность к какому-либо фактору обозначается прибавлением частицы «эври», узкая - «стено» (эвритермные, стенотермные - по отношению к температуре, эвриотопные и стеноотопные - по отношению к местам обитания).

Неоднозначность действия фактора на разные функции. Каждый

фактор неоднозначно влияет на разные функции организма. Оптимум для одних процессов может быть неблагоприятным для других. Например, температура воздуха более 40°C у холоднокровных животных увеличивает интенсивность обменных процессов в организме, но тормозит двигательную активность, что приводит к тепловому оцепенению.

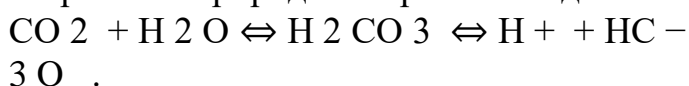
Взаимодействие факторов. Оптимальная зона и пределы выносливости организмов по отношению к какому-либо из факторов среды могут смещаться в зависимости от того, с какой силой и в каком сочетании действуют одновременно другие факторы. Так, жару легче переносить в сухом, а не во влажном воздухе. Угроза замерзания выше при морозе с сильным ветром, нежели в безветренную погоду. Вместе с тем взаимная ком-

пенсация действия факторов среды имеет определенные пределы и полностью заменить один из них другим нельзя. Дефицит тепла в полярных областях нельзя восполнить ни обилием влаги, ни круглосуточной освещенностью в летнее время. Для каждого вида животных необходим свой набор

экологических факторов.

Воздействие химического компонента абиотического фактора на живые организмы. Абиотические факторы создают условия обитания растительных и животных организмов и оказывают прямое или косвенное влияние на жизнедеятельность последних. К абиотическим факторам относятся элементы неорганической природы: материнская порода почвы, химический состав и влажность последней, солнечный свет, теплота, вода и ее химический состав, воздух, его состав и влажность, барометрическое и водное давление, естественный радиационный фон и др. Химическими компонентами абиотических факторов являются питательные вещества, следы элементов, концентрация углекислого газа и кислорода, ядовитые вещества, кислотность (рН) среды.

Влияние рН на выживаемость организмов-гидробионтов. Большинство организмов не выносят колебаний величины рН. Обмен веществ у них функционирует лишь в среде со строго определенным режимом кислотности-щелочности. Концентрация водородных ионов во многом зависит от карбонатной системы, которая является важной для всей гидросферы и описывается сложной системой равновесий, устанавливающихся при растворении в природных пресных водах свободного CO₂, по реакции:



Именно эта реакция является причиной того, что рН пресных природных вод редко бывает теоретически нейтральной, то есть равной 7. Чаще

всего рН чистой воды колеблется от 6,9 до 5,6. В природе приведенное выше равновесие в чистом виде не существует, так как на природные воды оказывает действие многочисленные факторы: температура, давление, содержание в атмосфере кислорода, аммиака, диоксида и триоксида серы,

азота, состав пород по которым протекает река или расположено озеро. рН сравнительно легко измерить, поэтому его изучили во многих водных местообитаниях. Если рН не приближается к крайнему значению (от 6,5 до

8,5), то сообщества способны компенсировать изменения этого фактора и толерантность сообщества к диапазону рН, встречающемуся в природе, весьма значительна. Так как изменение рН пропорционально изменению количества CO_2 , рН может служить индикатором скорости общего метаболизма сообщества (фотосинтеза и дыхания). В воде с низким рН содержится мало биогенных элементов, в связи с чем продуктивность здесь мала. рН сказывается и на распределении водных организмов. Растения растут в воде с рН ниже 7,5 (*Isoetes* и *Sparganium*), от 7,7 до 8,8 (*Potamogeton* и *Elodea canadensis*), от 8,4 до 9,0 (*Typha angustifolia*). Развитие сфагновых мхов стимулируют кислые воды торфяников, в которых очень редки моллюски, ввиду отсутствия извести, зато часто встречаются личинки двукрылых из

рода *Chaoborus*. Рыбы выносят рН в пределах от 5,0 до 9,0, но некоторые виды способны приспосабливаться к значению рН до 3,7. При рН > 10 вода губельна для всех рыб. Максимальная продуктивность вод приходится на рН между 6,5 и 8,5. В таблице 1.1 указаны основные величины рН для пресноводных рыб Европы.

Аэробные и анаэробные организмы. Аэробными организмами называются такие организмы, которые способны жить и развиваться только при наличии в среде свободного кислорода, используемого ими в качестве окислителя. К аэробным организмам принадлежат все растения, большинство простейших и многоклеточных животных, почти все грибы, то есть подавляющее большинство известных видов живых существ. У животных жизнь в отсутствие кислорода (анаэробноз) встречается как вторичное приспособление. Аэробные организмы осуществляют биологическое окисление главным образом посредством клеточного дыхания. В связи с образованием при окислении токсичных продуктов неполного восстановления кислорода, аэробные организмы обладают рядом ферментов (каталаза, супероксиддисмутаза), обеспечивающих их разложение и отсутствующих или слабо функционирующих у облигатных анаэробов, для которых кислород оказывается вследствие этого токсичным. Наиболее разнообразна дыхательная цепь у бактерий, обладающих не только цитохромоксидазой, но и другими терминальными оксидазами. Особое место среди аэробных организмов занимают организмы, способные к фотосинтезу, - цианобактерии, водоросли, сосудистые растения. Выделяемый этими организмами кислород обеспечивает развитие всех остальных аэробных организмов. Организмы, способные развиваться при низкой концентрации кислорода (≤ 1 мг/л), называются микроаэрофилами.

Анаэробные организмы способны жить и развиваться при отсутствии в среде свободного кислорода. Термин «анаэробы» ввел Луи Пастер, открывший в 1861 году бактерии маслянокислого брожения. Распространены

они главным образом среди прокариот. Метаболизм их обусловлен необходимостью использовать иные окислители, чем кислород. Многие анаэробные организмы, использующие органические вещества (все эукариоты, получающие энергию в результате гликолиза), осуществляют различные типы брожения, при которых образуются восстановленные соединения - спирты, жирные кислоты. Другие анаэробные организмы - денитрифицирующие (часть из них восстанавливает окисное железо), сульфатвосстанавливающие, метанообразующие бактерии - используют неорганические окислители: нитрат, соединения серы, CO_2 . Анаэробные бактерии разделяются на группы маслянокислых и т.д. в соответствии с основным

продуктом обмена. Особую группу анаэробов составляют фототрофные бактерии. По отношению к O_2 анаэробные бактерии делятся на облигат-

ных, которые неспособны использовать его в обмене, и факультативных (например, денитрифицирующие), которые могут переходить от анаэробно-биоза к росту в среде с O_2 . На единицу биомассы анаэробные организмы

образуют много восстановленных соединений, основными продуцентами которых в биосфере они и являются. Последовательность образования восстановленных продуктов (N_2 , Fe^{2+} , H_2S , CH_4), наблюдаемая при переходе к

анаэробно-биозу, например в донных отложениях, определяется энергетическим выходом соответствующих реакций. Анаэробные организмы развиваются в условиях, когда O_2 полностью используется аэробными организмами, например в сточных водах, илах.

Вопросы для итогового контроля

1. Основные понятия и принципы экологической химии.
2. Химические основы экологических взаимодействий.
3. Современные представления о роли химических элементов и процессов в эволюции биосферы.
4. Химикоэнергетические процессы функционирования живого вещества в экосистеме.
5. Фотосинтез и дыхание. Трофические сети и основы теории питания..
6. Химические и радиоактивные загрязнители природной окружающей среды.
7. Стандарты качества окружающей среды.
8. Экологический мониторинг. Структура и состав системы мониторинга.
9. Методы прогнозирования состояния окружающей среды.
10. Оценка риска здоровью населения в результате загрязнения окружающей среды.
11. Экологотехнологическая химия атмосферы. Способы и оборудование для очистки газов от аэрозолей.

12. Экологотехнологическая химия гидросферы.
13. Экологотехнологическая химия литосферы (недра, ресурсы, почвы, отходы). Население и ресурсы планеты Земля.
14. Химические элементы в биосфере.
15. Токсиканты окружающей среды.

Литературы для подготовки к лекции

1. КORTE Ф. Экологическая химия, М., Мир, 396 с, 1997, ISBN 5-03-003081-6
2. Исидоров В.А. Экологическая химия (Уч. для ВУЗ), Химиздат, 304 с, 2001, ISBN 5-7245-1068-5
3. Копылова Л.И. Малый практикум по эколого-химическому анализу почв. Учебное пособие, Иркутск, ИГПУ, 2002.
4. Копылова Л.И. Введение в экологическую химию. Учебное пособие.- Иркутск: ИГПУ, 2000.- 242 с.
5. Фелленберг Г. Загрязнение природной среды. Введение в экологическую химию. 1997,
6. Астафьева Л.С. Экологическая химия, 2006
7. Медведев Практикум по экологической химии, 1999
8. Скурлатов Ю.И., Дука Г.Г., Мизити А. Введение в экологическую химию, М., Высшая школа, 399 с, 1994
9. Duca Gh., Scurlatov Iu. Ecological chemistry. - Chişinău: CEUSM, 2002. - 289 p.