

15-лекция. Токсиканты окружающей среды.

Химическое загрязнение является нарастающей угрозой среде обитания. Охрана природы от нависшей над ней химической опасности стала глобальной проблемой. Она связана с производительными силами общества: с развитием промышленного и сельскохозяйственного производства, энергетики, транспорта, добычей полезных ископаемых. Все это ведет к поступлению в воздух, воду, почву сотен тысяч токсичных соединений, проникновению их в организм растений, животных и человека. Повсеместное применение различных химических веществ в быту, в сфере научных исследований также способствует нарастанию химико-экологической опасности. В продаже сейчас около 40000 различных химикатов и ежегодно к ним добавляется сотня других.

Масштабы техногенного химического загрязнения природной среды не поддаются точной оценке, однако приводимые в литературе данные свидетельствуют о дорогой цене, которую приходится платить человеку за успехи, достигнутые в ходе научно-технического прогресса. Так, за один год на Земле сжигается 7 миллиардов тонн условного топлива и выплавляется более 800 миллионов тонн различных металлов, что сопровождается выделением в окружающую среду сотен миллионов тонн вредных веществ. По данным В.А. Ковды, в биосферу уже с середины семидесятых годов ежегодно поступало 600 миллионов тонн токсичных газообразных веществ, в том числе оксида углерода (II) - 200 миллионов тонн, сернистого газа - 150 миллионов тонн, несколько миллиардов тонн различных аэрозолей, 5500 миллиардов кубических метров сточных вод.

В настоящее время под токсикантами окружающей среды понимают такие вредные вещества, которые распространяются в окружающей нас среде далеко за пределы своего первоначального местонахождения и оказывают скрытое вредное воздействие на животных, растения и впоследствии на человека.

Подлинными токсикантами - это те ядовитые вещества, которые сам человек неосмотрительно включает в круговорот природы. Основное ядро токсикантов окружающей среды составляют пестициды: это собирательное название охватывает все средства борьбы с вредными организмами.

Понятие «биоцид» часто распространяется на те биологически активные вещества, которые попадают из промышленных сточных вод в биологический круговорот веществ. Например, HCN - синильная кислота является инсектицидом, а потому также и биоцидом, но она быстро улетучивается и не может быть включена в разряд токсикантов окружающей среды

Неорганические токсиканты

Проблема деградации окружающей среды в значительной мере связана с отрицательным воздействием неорганических веществ, среди которых наибольшую экологическую опасность создают металлы и их соединения, а

также диоксид серы и оксиды азота. Влияние последних показано в разделе «Экологическая химия атмосферы».

Попав в живую клетку, соединение металла первоначально осуществляет некоторую простейшую химическую реакцию, за которой затем следует каскадный отклик все более сложных взаимодействий биологических молекул и ансамблей.

Целый ряд металлов включен в различные процессы метаболизма. Эти металлы являются жизненно важными для живых организмов. Так, например, железо и медь - переносчики кислорода в организме, натрий и калий регулируют клеточное осмотическое давление, магний и кальций (и некоторые другие металлы) активизируют ферменты - биологические катализаторы.

Многие металлы в виде конкретных соединений нашли применение в медицине в качестве лекарственных и диагностических средств. Другие же оказались крайне нежелательными для живых организмов и небольшие избыточные дозы их оказывают фатальное воздействие.

Активность металлов как ядов в значительной мере зависит от формы, в которой они попадают в организм. Так, известный всем мышьяк ядовит в трехвалентном состоянии и практически неядовит в пятивалентном состоянии. А соединение мышьяка $(\text{CH}_3)_3\text{As}+\text{CH}_2\text{COO}-$ вообще неядовито и содержится в тканях некоторых морских ракообразных и рыб, откуда он поступает в организм человека.

Дневная потребность цинка составляет 10 - 15 мг, но большие дозы уже отрицательно сказываются на организме. Однако ион Zn^{2+} хорошо комплексуется фосфатными группами, отщепляемыми от нуклеиновых кислот и липидов. В результате ион Zn^{2+} переходит в малоядовитую форму и легко выводится из организма:

Барий - нежелательный металл для живой клетки, но сульфат бария практически нерастворим в воде и выводится из организма без какого-либо воздействия, что позволило применять его при рентгеновских исследованиях желудочно-кишечного тракта.

Ртуть не оказывает отрицательного действия на организм в виде одновалентных соединений. Так, каломель (Hg_2Cl_2) почти неядовита, но двухвалентный ион Hg^{2+} , как и пары ртути, оказывают токсическое действие.

Биологическая активность металлов связана с их способностью повреждать клеточные мембраны, повышать проницаемость барьеров, связываться с белками, блокировать многие ферментные системы, что приводит к повреждениям организма.

Все металлы по степени токсичности можно разделить на три группы:

- 1) высокотоксичные металлы - ртуть, уран, индий, кадмий, медь, таллий, мышьяк, золото, ванадий, платина, бериллий, серебро, цинк, никель, висмут;
- 2) умеренно токсичные металлы - марганец, хром, палладий, свинец, осмий, барий, иридий, олово, кобальт, галлий, молибден, скандий, сурьма, рутений, родий, лантан, лантаноиды;

3) малотоксичные металлы - алюминий, железо, германий, кальций, магний, стронций, цезий, рубидий, литий, титан, натрий.

Металлы расположены в каждом ряду по мере убывания их токсичности. Если токсичность ионов Na^+ принять за единицу, то токсичность иона ртути будет почти в 2300 раз выше.

Ртуть как биоцид. Опасные соединения ртути обнаруживаются во всех трех средах обитания живых организмов. Сами живые организмы способствуют эффективному транспорту этого ядовитого элемента из одной среды в другую. На примере транспорта ртути можно проиллюстрировать процесс накопления ядов в пищевых цепях (рис. 5.1). Установлено, что кофермент метилкобаламин ($\text{CoC}_6\text{H}_9\text{N}_1\text{O}_2\text{P}$) в живых организмах метилирует ртуть, давая $(\text{CH}_3)\text{Hg}^+$: $(\text{CH}_3)[\text{Co}]^+ + \text{Hg}^{2+} \rightarrow (\text{CH}_3)\text{Hg}^+ + [\text{Co}]^{2+}$.

В процессы миграции метилртути вмешивается и производственная деятельность человека.

Каким бы путем ртуть ни попала в воду, микроорганизмы метилируют ее и при этом всегда образуется метилртуть CH_3Hg^+ или $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$ - диметилртуть. Выяснилось, что ее опасность чудовищна! $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$ - жирорастворимое вещество, способное попадать в организм человека не только через пищевой тракт, но и через дыхательные пути и просто через кожу, проникая через стенки клеток. Время жизни этого соединения в живой клетке составляет около 70 дней в связи с чем происходит длительное токсическое воздействие.

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. Эколотехнологическая химия атмосферы. Способы и оборудование для очистки газов от аэрозолей.
12. Эколотехнологическая химия гидросферы.
13. Эколотехнологическая 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. Корте 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. Dusa Gh., Scurlatov Iu. Ecological chemistry. - Chişinău: CEUSM, 2002. - 289 p.