**Лекция 2. ПРИОРИТЕТНЫЕ ЗАГРЯЗНЯЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА**

Загрязняющие химические продукты классифицируют по источникам поступления, областям применения и характеру воздействия. Другим типом классификации химических продуктов является деление их на природные и несвойственные окружающей среде (ксенобиотики). Ксенобиотиками называют вещества, по своей структуре и биологическим свойствам чуждые биосфере и полученные исключительно в результате химического синтеза. Степень «несвойственности» таких химических веществ природе различна, так как по своей структуре они могут быть совсем близкими к природным веществам или полностью отличаться от них (например, идентичные природным ароматические вещества, выпускаемые промышленностью; близкие к природным инсектициды – синтетические пиретроиды, в противоположность соединениям с новой структурой, созданной человеком). Разнообразие и большая численность загрязняющих веществ делают практически невозможным контроль над содержанием каждого из них в объектах окружающей среды. Поэтому среди множества химических веществ выделяют те, которые производятся в крупных масштабах (больше 1000 кг/год) и которые представляют особую опасность для различных экосистем. Эту группу веществ называют приоритетными загрязняющими веществами окружающей среды. Для обоснованного выбора приоритетных химических веществ обычно придерживаются определенных требования, изложенных в Международной Программе по Химической Безопасности. Приоритетными считают вещества, имеющие следующие характеристики: – широкое распространение вещества в окружающих человека микросредах и уровни его воздействия, способные вызвать неблагоприятные изменения в состоянии здоровья населения; 15 – устойчивость токсического вещества к воздействию факторов окружающей среды, его накопление в организме, включение в пищевые цепи или в природные процессы циркуляции веществ; – частота и тяжесть неблагоприятных эффектов, наблюдаемых в состоянии здоровья населения при воздействии токсического агента, при этом особенно важны необратимые или длительно протекающие изменения в организме, приводящие к генетическим дефектам, или другие нарушения развития у потомства; – постоянный характер действия; – изменение (трансформация) химического вещества в окружающей среде или организме человека, приводящее к образованию продуктов, имеющих большую, чем исходное вещество, токсичность для человека; – большая величина популяции населения, подверженного действию химического вещества (вся популяция, профессиональные контингенты или подгруппы, имеющие повышенную чувствительность к воздействию данного токсиканта). В 1980-х годах Агентством по охране окружающей среды США (EPA) и ответственными органами стран Европейского сообщества был составлен список приоритетных загрязняющих веществ, включавший около 180 химических соединений. Анализ этого списка показывает, что около 60 % приоритетных загрязняющих веществ относится к хлор- и бромсодержащим соединениям. Странами ООН, участвующими в мероприятиях по улучшению и охране окружающей среды, согласован общий перечень наиболее важных (приоритетных) веществ, загрязняющих биосферу. К их числу обычно относят соединения тяжелых металлов, пестициды, полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), хлорорганические соединения (ХОС), нефтепродукты, фенолы, детергенты, нитраты. Из этого перечня приоритетных загрязняющих веществ наиболее опасными являются тяжелые металлы, полиароматические углеводороды и хлорорганические соединения. 2.1. Тяжелые металлы Среди приоритетных химических веществ, загрязняющих биосферу, особое место занимают металлы. Это обусловлено следующими причинами. 16 1. Скорость извлечения металлов из земной коры человеком выше, чем геологическая скорость их извлечения. Глобальное накопление металлов в биосфере связано с их индексами технофильности, рассчитываемыми как отношение годовой добычи металлов к их средним содержанием в земной коре (табл. 2). Таблица 2 Индексы технофильности металлов Металл Индекс технофильности Металл Индекс технофильности Марганец 1 Серебро 20 Железо 1 Ртуть 30 Никель 2 Свинец 30 Хром 4 Золото 60 Цинк 10 Кадмий 140 Медь 20 Основными антропогенными источниками металлов служат различные топливные установки, предприятия черной и цветной металлургии, горнодобывающие предприятия, цементные заводы, химические предприятия, гальванические производства и транспорт. 2. В отличие от органических загрязняющих веществ, подвергающихся процессам разложения, металлы способны лишь к перераспределению между отдельными компонентами географической оболочки. 3. Металлы сравнительно легко накапливаются в почвах, но трудно и медленно из нее удаляются. Период полуудаления из почвы цинка – до 500 лет, кадмия – до 1100 лет, меди – до 1500 лет, свинца – до нескольких тысяч лет. 4. Металлы хорошо аккумулируются органами и тканями человека, теплокровных животных и гидробионтов. 5. Металлы, особенно тяжелые, высокотоксичны для различных биологических объектов. В последнее время (с конца 1960-х годов) в специальной научной литературе появился термин «тяжелые металлы», который сразу же приобрел негативное звучание. С этим термином связано представление о чем-то токсичном, опасном для живых организмов: будь то человек, животные или растения. Однако надо иметь в виду, что многие из причисляемых к этой группе элементов жизненно необходимы (эссенциальны) для различных живых организмов. 17 Обычно к тяжелым металлам относят группу химических элементов, имеющих плотность более 5 г/см3 . Для биологической классификации правильнее руководствоваться не плотностью, а атомной массой, то есть относить к тяжелым металлам все металлы с относительной атомной массой более 40 а. е. м. И хотя термин «тяжелые металлы» неудачен, им приходится пользоваться, так как он прочно вошел в экологическую литературу. Набор тяжелых металлов (ТМ) во многом совпадает с перечнем «микроэлементов». Под микроэлементами подразумеваются такие химические элементы, облигатные (обязательные) для растительных и живых организмов, содержание которых измеряется величинами порядка n⋅10-2 – n⋅10-5 %. Также их называют «следовые», «малые», «редкие», «рассеянные». Из приоритетных металлов наибольшее внимание уделяется четырем, называемым «большой четверкой», это – свинец, ртуть, кадмий и мышьяк. Свинец. История применения свинца очень древняя, что обусловлено относительной простотой его получения и большой распространенностью в земной коре (1,6⋅10-3 %). Общие запасы свинца на планете оценивают в 100 млн т, главным образом в виде сульфата. Из этого естественного источника в окружающую среду поступает ежегодно в виде силикатной пыли почвы, вулканического дыма, испарений лесов, морских солевых аэрозолей и метеоритной пыли до 210 тыс. т свинца. Свинец применяется в производстве кабелей; в химическом машиностроении; для защиты от ϒ-излучения; для получения тетраэтилсвинца и свинцовых пигментов; компонент разнообразных сплавов. Свинец и его оксиды используются в производстве аккумуляторов. Многие соединения свинца используются для изготовления красок, замазок, лаков, спичек, пиротехнических изделий, пластмасс (в качестве стабилизатора), пьезоэлектрических элементов и т. д. Соединения свинца – Pb3O4 и PbSO4 – основа широко применяемых пигментов: сурика и свинцовых белил. Глазури, которыми древние покрывали глиняную посуду, также являются соединениями свинца. Начиная со времен Древнего Рима, металлический свинец используют при прокладке водопроводов. Объем современного производства свинца составляет более 2,5 млн т в год. В результате производственной деятельности 18 в природные водные объекты ежегодно поступает от 500 до 600 тыс. т свинца. Через атмосферу на поверхность Земли оседает около 400 тыс. т. В атмосферный воздух основная часть свинца (около 260 тыс. т) выбрасывается с выхлопными газами автотранспорта, меньшая (около 30 тыс. т) – при сжигании каменного угля. Ежедневное поступление свинца в организм человека колеблется от 70 до 400 мкг. Основной источник поступления соединений свинца в организм – пища, преимущественно растительная. Поступление свинца в организм человека с питьевой водой составляет лишь несколько процентов от того количества свинца, которое вводится с пищей и воздухом. Основной источник свинца в воде - сплавы, используемые при соединении водопроводных труб. Имеются доказательства того, что содержание свинца в хлорированной водопроводной воде больше, чем в нехлорированной. Воздействие свинца и его соединений на человека приводит к изменению его нервной системы, проявляющееся в головной боли, головокружениях, повышенной утомляемости, раздражительности, в нарушении сна, ухудшении памяти, мышечной гипотонии, потливости. У работниц свинцовых производств в возрасте 21–40 лет со стажем 6–20 лет отмечены нарушения менструальной функции. Нарушение детородной функции проявляется в большей частоте преждевременных родов, выкидышей и внутриутробной смерти плода, что связано с проникновением свинца в плод. Новорожденные дети медленно растут, высока их смертность. У детей с уровнем свинца в крови от 250 до 550 мкг/л имеют место нарушения в поведении, умственная отсталость; при 600 мкг/л – дебильность. Сравнительно недавно ученые США пришли к заключению, что свинцовая токсикация – причина агрессивного поведения школьников и снижения их способности к обучению. Свинец (наряду с другими тяжелыми металлами – кадмием и ртутью) отрицательно влияет на реакцию палочек глазной сетчатки. Поэтому повышенное содержание свинца в организме человека вызывает ухудшение сумеречного зрения. Вследствие этого положение водителей и их пассажиров становится опасным: на автодорогах в организм водителя попадает больше остатков выхлопных газов. Для шофера нарушение сумеречного зрения может иметь катастрофические последствия. В этом случае источник свинца – 19 этилированный бензин, который содержит в качестве добавки тетраэтилсвинец Pb(C2H5)4. Тетраэтилсвинец рассматривается как биоцид. Например, зайцы, не находя сорняков на интенсивно обрабатываемых сельскохозяйственных угодьях, поедают траву с обочин автомагистралей. Однако такая трава сильно загрязнена свинцом и зайцы становятся его накопителями. И если даже они от этого не погибают, то все же становятся не очень проворными и гибнут под колесами автомашин, пытаясь перебежать дорогу. Расчеты показали, что трех таких зайцев в одну неделю вполне достаточно, чтобы человек мог заболеть в результате свинцового отравления.