

Тема 3.

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.
КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ.
БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ И ТОКСИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И ИХ СОЕДИНЕНИЙ.**

**1. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.
КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ.**

Загрязнение окружающей среды – это внесение в любую экологическую систему несвойственных ей живых или неживых компонентов, а также физических или структурных изменений, нарушающих процессы круговорота и обмена веществ, что ведет к снижению продуктивности или разрушению данной экологической системы.

Естественное загрязнение – это загрязнение, вызванное природными явлениями. Например, извержением вулкана, ураганом, землетрясением, цунами. Естественные загрязнения носят, как правило, катастрофический характер.

Антропогенное загрязнение – загрязнение, возникающее в результате деятельности человека. Антропогенные загрязнители подразделяются на механические, химические, биологические и энергетические.

Механические загрязнители – пыль и аэрозоли, попадающие в атмосферный воздух. А также твердые частицы (как правило неорганического происхождения), загрязняющие воду и почву.

Химические загрязнители – это газообразные, жидкие и твердые химические соединения.

Биологические загрязнители – это все виды микроорганизмов, появляющиеся в результате деятельности человека, а также биогенные отходы промышленных производств.

Энергетические загрязнители – тепловая энергия, электромагнитные поля, световое и радиоактивное излучение, шум, вибрация и т.д.

Многие загрязняющие вещества оказывают на организм человека токсическое воздействие. В зависимости от природы и концентрации вещества это воздействие может носить следующий характер:

Соматический – вызывает общее отравление организма.

Мутагенный – повреждает хромосомы и гены, приводит к искажению наследственной информации.

Эмбриогенный – вызывает изменения эмбриона.

Канцерогенный – приводит к появлению злокачественных опухолей тканей и органов.

Для характеристики токсичности каждого вещества существует такой параметр, как **среднесмертельная доза (ССД)**, т.е. доза, которая приводит к смерти 50% организмов, подвергшихся ее воздействию. По величине значения параметра среднесмертельной дозы загрязняющие вещества подразделяются на четыре класса опасности.

- **1-й класс опасности – чрезвычайно опасные вещества**
(ССД < 15 мг / кг (на килограмм живого веса организма)).

1. Радионуклиды (радиоактивные изотопы элементов) – ^{235}U , ^{238}U (уран), ^{239}Pu (плутоний), ^{226}Ra (радий), ^{131}I (йод), ^{90}Sr (стронций) и др.
2. Некоторые полициклические органические соединения, хлорсодержащие и диоксины (бензапирен, холантрен, полихлордифенилы и т.д.).

Эти вещества чрезвычайно токсичны, стойки и подвижны в окружающей среде. Обладают сильнейшим мутагенным и канцерогенным действием.

- **2-й класс опасности – высокоопасные вещества**
(ССД 15-150 мг/ кг).

1. Тяжелые металлы – ртуть, кадмий, свинец, кобальт, никель, цинк, медь, хром, сурьма, цирконий, висмут и т.д.
2. Продукты органического синтеза – фенолы, формальдегид, анилин, поливинилхлорид, тетраэтилсвинец, фреоны, ПАВ (поверхностно-активные вещества) и др.
3. Пестициды.
4. Неорганические канцерогены (асбест, фториды, селен, бериллий, нитраты, нитриты).

Эти вещества очень токсичны и стойки, вызывают тяжелые отравления. Некоторые из них при длительном воздействии или при больших концентрациях вызывают злокачественные опухоли.

- **3-й класс опасности – умеренно опасные вещества**
(ССД 150-5000 мг/ кг).

1. Газы – оксиды серы и азота, угарный газ, аммиак, сероводород, хлор, бром.
2. Нефть и нефтепродукты – мазут, бензин, керосин, хладагенты (синтетические охлаждающие жидкости).
3. Биогенные отходы – стоки животноводческих ферм, канализационные стоки, отходы с-х перерабатывающей промышленности.
4. Минеральные удобрения.

- **4-й класс опасности – малоопасные вещества**
(ССД > 5000 мг/ кг).

Бытовой мусор – стекло, резина, битый кирпич, зола, полимерные изделия.

Для контроля за концентрацией промышленных выбросов существуют специальные нормы:

ПДК – предельно допустимая концентрация;

ПДВ – предельно допустимый выброс;

ПДС – предельно допустимый сток.

Эти нормы устанавливаются соответствующими ГОСТами для каждого загрязняющего вещества. Промышленные предприятия обязаны их соблюдать. Превышение допустимых норм наказывается штрафами или закрытием предприятия.

2. БИОХИМИЧЕСКАЯ РОЛЬ И ТОКСИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И ИХ СОЕДИНЕНИЙ

ЭЛЕМЕНТЫ ГЛАВНЫХ ПОДГРУПП

ЛИТИЙ (Li)

В организме человека содержится около 2 мг лития. После попадания в кровь литий равномерно распределяется по всем мягким тканям. Литий усиливает азотистый обмен, снижает содержание аммиака в мышцах, относится к необходимым микроэлементам. Токсическое действие лития заключается в смещении ионного равновесия в организме в сторону увеличения содержания калия в плазме крови. Является антагонистом натрия. Тормозит передачу нервных импульсов, снижая возбудимость нервной системы. В чистой природной воде концентрация лития составляет 1-10 мкг/л. Литий хорошо накапливается почвой и растениями. Если загрязненную литием воду использовать для орошения полей, то создается угроза хронического отравления литием людей и животных.

НАТРИЙ (Na)

Натрий – жизненно необходимый для человека макроэлемент. Его содержание в организме достигает 100 мг. Натрий играет ключевую роль в водно-солевом обмене человека и животных. Вместе с калием участвует в возникновении и передаче нервного импульса, влияет на состояние мышечной и сердечно-сосудистой систем. Задерживает воду в тканях организма, чем обеспечивает образование биологически важных коллоидов. Один ион натрия связывает 400-700 молекул воды. Хлорид натрия служит источником соляной кислоты в желудочном соке. Токсичность солей натрия определяется только токсичностью их анионов. Для питьевой воды рекомендована концентрация натрия не более 10 мг/л.

КАЛИЙ (K)

Жизненно необходимый макроэлемент. Содержание калия в организме человека достигает 160-250 граммов. Калий сосредоточен во внутриклеточном пространстве. Обеспечивает расслабление сердечной мышцы (в отличие от натрия, который вызывает ее сокращение). Токсическое действие соединений калия также определяется только анионами его солей. В питьевой воде допустимой концентрацией калия является 1-2 г/л.

РУБИДИЙ (Rb), ЦЕЗИЙ (Cs)

Рубидий и цезий – микроэлементы. Рубидий сопутствует калию во внутриклеточном пространстве, цезий присутствует в мягких тканях. В организме человека содержится примерно 0,5 мг рубидия и 1,5 мг цезия. Сами элементы не токсичны, аналогично натрию и калию.

БЕРИЛЛИЙ (Be)

Не является жизненно необходимым элементом. В организме человека в норме содержится всего 40 мкг бериллия. Чрезвычайно опасно вдыхание бериллия в пылевидном состоянии – он вызывает сердечно-легочную недостаточность. При поступлении в организм через желудочно-кишечный тракт бериллий накапливается в костной ткани. Является сильнейшим ингибитором ферментов, нарушает функции печени и ауторепродукцию ДНК. Экологически опасный элемент.

МАГНИЙ (Mg), КАЛЬЦИЙ (Ca)

Жизненно необходимые макроэлементы. В организме человека содержится до 20 г магния и около 1000 г кальция. Кальций почти полностью (99,9%) входит в состав костной ткани. Магний необходим для функционирования клеток. Он стабилизирует ДНК, катализирует ряд ферментов, участвует в расслаблении мышц. Дефицит магния приводит к мышечным судорогам и снижению стрессоустойчивости организма. Кальций является важным структурным компонентом клеточных стенок, участвует в мышечном сокращении и передаче нервных импульсов. Дефицит кальция приводит к задержке роста организма. Магний и кальций не обладают токсическими свойствами.

СТРОНЦИЙ (Sr), БАРИЙ (Ba)

По своим свойствам аналогичны кальцию. В организме человека содержится приблизительно 320 мг стронция и 22 мг бария. Микроэлементы. Повышенное содержание стронция в организме приводит к искривлению и ломкости костей. Кроме того, стронций оказывает общетоксическое действие как мышечный и нервный яд. Токсичность бария заключается в повреждении центральной нервной системы и его антагонизме к калию. Все растворимые соединения бария токсичны. Карбонат бария $BaCO_3$ применяется в качестве яда для борьбы с грызунами. Допустимые концентрации стронция и бария в природных водах составляют соответственно 1-5 мг/л и 1-100 мкг/л.

БОР (B)

Бор является жизненно необходимым элементом – он нужен растениям. В организме человека содержится примерно 20 мг бора. Бор содержится в мышцах и костной ткани (входит туда в виде солей борной кислоты H_3BO_3). Хорошо проникает через биологические мембраны, быстро выводится из организма. Соединения бора умеренно токсичны, оказывают ингибирующее действие на некоторые ферменты.

АЛЮМИНИЙ (Al)

Не относится к жизненно необходимым элементам. В организме человека содержится около 60 мг алюминия. Его соединения плохо растворимы в воде. Токсическое действие алюминия связано с тем, что он образует нерастворимые фосфаты, чем нарушает транспорт фосфора, что приводит к фосфорному голоданию. Нарушает деятельность центральной нервной системы, вызывает дегенеративные изменения в головном мозге (слабоумие). Тормозит образование гемоглобина, снижает активность ферментов. Вдыхание алюминиевой пыли приводит к фиброзу легких (перерождение легочной ткани в соединительную).

ГАЛЛИЙ (Ga), ИНДИЙ (In)

Биологическое значение и токсические свойства этих элементов мало изучены. Радиоактивные изотопы галлия и индия применяют в медицине для диагностического исследования костей, костного мозга, печени.

ТАЛЛИЙ (Tl)

Таллий – редкий элемент. Содержится в выбросах металлургических производств и продуктах сгорания минерального топлива. Относится к высокотоксичным элементам. Нарушает деятельность центральной нервной системы и ферментов, является клеточным ядом, вызывает выпадение волос. Легко проникает в кровь через дыхательные пути и кожу, так как соли таллия хорошо растворимы в воде. Медленно выводится из организма, накапливается в клетках и органах.

УГЛЕРОД (C)

Является жизненно необходимым макроэлементом. В организме человека содержится около 16 кг углерода. Углерод – это структурная основа всех органических биополимеров. Из неорганических соединений углерода наибольшее значение имеют CO_2 , CO, HCN (синильная кислота) и ее соли – цианиды. CO_2 не токсичен, но его повышенное содержание в воздухе (более 4%) вызывает головную боль вследствие кислородного голодания. CO в больших количествах содержится в продуктах сгорания топлива. При попадании в легкие связывается с гемоглобином крови, образуя карбоксигемоглобин. Это ведет к кислородному голоданию всех тканей и органов, а также центральной нервной системы. HCN и цианиды хорошо растворимы в воде и быстро проникают в живые клетки. Цианид-ионы (CN^-) блокируют дыхательные ферменты, вызывая паралич тканевого дыхания. Смерть наступает практически мгновенно. Смертельная доза цианида натрия – 0,1 г ; цианида калия – 1,2 г.

КРЕМНИЙ (Si)

В организме человека примерно 18 г кремния. Оксид кремния SiO_2 не растворяется в воде и поступает в организм через дыхательные пути в виде пыли. Кремний участвует в образовании эпителия кожи и внутренних органов. Вредное воздействие кремния проявляется в гибели фагоцитов – клеток организма, уничтожающих болезнетворные микробы. Кремниевая кислота H_2SiO_3 нарушает метаболизм аминокислот, углеводов, липидов, соединений фосфора. Высоко токсичен фторид кремния – SiF_4 .

ГЕРМАНИЙ (Ge)

В организме человека не содержится. Растворимые соединения мало токсичны.

ОЛОВО (Sn)

Содержание олова в человеческом организме достигает 17 г. Наибольшее его количество находится в костях, печени и легких. Умеренно токсичный элемент. При отравлении наступает анемия (малокровие), возможен отек мозга. Из соединений олова наиболее токсичен гидрид – SnH_4 – это сильный судорожный яд.

СВИНЕЦ (Pb)

В человеческом организме находится примерно 100-120 мг свинца. Токсическое действие многообразно. Свинец поражает нервную систему, вызывает умственную отсталость, нарушает детородные функции, снижает гемоглобин крови, ингибирует ферменты, повреждает нейроны центральной и периферической нервной системы.

АЗОТ (N)

Незаменимый макроэлемент, входит в состав белков и нуклеиновых кислот. Азот поступает в организм вместе с белковой пищей в количестве 7-15 граммов в сутки. Все неорганические соединения азота токсичны. Нитрат- и нитрит-ионы нарушают процессы переноса кислорода, расширяют кровеносные сосуды, вызывая снижение артериального давления, поражают легочную ткань, вызывая отек легких. Отравление оксидами азота проявляется в ослаблении памяти, мышечной силы, быстрой утомляемости. Возможен

смертельный исход. Аммиак вызывает раздражение слизистой оболочки глаз и дыхательных путей.

ФОСФОР (P)

Биологически необходимый макроэлемент. В организме человека содержится около 650 г фосфора, 90% которого находится в костной ткани и зубах. Фосфаты входят в состав АТФ (аденозинтрифосфорной кислоты), выполняющей в организме функцию аккумулятора энергии. Аллотропные модификации фосфора (белый и красный) токсичны. Высоко токсичен газ фосфин (PH_3). Он поражает нервную систему, нарушает обмен веществ, пагубно влияет на кровеносные сосуды, органы дыхания, печень, почки.

МЫШЬЯК (As)

В организме человека присутствует около 18 г мышьяка. Биологическая роль этого элемента плохо изучена. В организм мышьяк попадает обычно в составе ядохимикатов, применяемых в сельском хозяйстве, а также в составе некоторых красителей. Наиболее токсичны арсин (AsH_3), мышьяковая кислота (H_3AsO_4) и ее соли. Мышьяк накапливается в организме. Смертельная доза для человека составляет 0,1-0,3 г.

СУРЬМА (Sb)

В человеческом организме содержится менее 1 мг сурьмы. Этот элемент играет роль биостимулятора. В биологических средах присутствует в виде сурьмянистой кислоты HSbO_2 и малорастворимых оксидов Sb_2O_3 и Sb_2O_5 . Основной путь попадания в организм – через легкие. Гидрид сурьмы - SbH_3 (стибин) является гемолитическим ядом (поражает гемоглобин). Соединения сурьмы менее опасны, чем соединения мышьяка, так как плохо растворимы в воде.

ВИСМУТ (Bi)

Данных о наличии висмута в организме человека и растений нет. Соединения висмута нерастворимы в воде, поэтому при попадании в ЖКТ не усваиваются организмом. Присутствие висмута в сточных водах не влияет на процессы биохимического окисления органических веществ. При попадании в организм через дыхательные пути висмут способствует накоплению цинка и меди – содержание этих элементов увеличивается примерно в 2 раза.

КИСЛОРОД (O)

Самый распространенный элемент земной коры. Необходимый макроэлемент для живых организмов. В организме взрослого человека содержится до 50 кг кислорода. Основной путь поступления в организм – ингаляционный (через легкие). Обязательный элемент, входящий в состав белков, нуклеиновых кислот, липидов, ферментов. Свободный кислород транспортируется кровью ко всем органам и тканям, где окисляет биоорганические и другие соединения до углекислого газа и воды. Одновременно с воздухом в легкие поступает и озон, обладающий очень высокой реакционной способностью по отношению к органическим соединениям. Токсическое действие озона и избытка кислорода зависит от продолжительности их воздействия. Они способствуют образованию органических радикалов, которые инициируют цепную реакцию окисления, что приводит к необратимым повреждениям и гибели клеток. Предельно допустимая концентрация озона в воздухе (ПДК O_3) составляет 0,1 – 0,03 мг/м³.

СЕРА (S)

Биологически необходимый и незаменимый макроэлемент. В организме человека содержится примерно 110 г серы. Сера входит в состав белков. Элементарная сера не токсична. Токсичны сероводород, сульфиды, оксиды серы и другие ее соединения. Со-

единения серы раздражают дыхательные пути, приводят к спазму бронхов, нарушают углеводный и белковый обмен, угнетают окислительные процессы в головном мозге, печени и мышцах. Оксиды, растворяясь в атмосферной влаге, образуют кислотные дожди. Кислотные дожди, кроме прямого токсического воздействия на растительность, снижают pH водоемов, что способствует растворимости и миграции ряда высокотоксичных элементов.

СЕЛЕН (Se)

Микроэлемент, необходимый для живых организмов, поступающий с пищей и водой через ЖКТ. Содержание в организме человека приближается к 13 мг. Селен усиливает остроту зрения, входит в состав аминокислот и фермента щитовидной железы. При недостатке селена возникают сердечно-сосудистые, онкологические и другие заболевания. В избытке высоко токсичен. Концентрируется в печени, почках и костной ткани. Подавляет процессы биологического окисления, нарушает фосфорно-кальциевый обмен, ингибирует действие ферментов.

ТЕЛЛУР (Te)

Примесный микроэлемент. Токсическое влияние на организм человека сходно с воздействием мышьяка и селена. Блокирует некоторые ферменты. Наибольшей токсичностью обладают соли теллуровой кислоты H_6TeO_6 .

ФТОР (F)

Биологически необходимый элемент. Содержание в организме человека достигает 4 г, наибольшее содержание – в эмали зубов в виде $Ca_5F(PO_4)_3$. В природных водах содержится около 1,5 мг/л фтора. Растворимые соединения фтора поглощаются желудочно-кишечным трактом и всасываются в кровь. 99% всего фтора откладывается в костных тканях. Выводится из организма через почки, биологический период полувыведения более 2-х лет. Вдыхание газообразного фтора приводит к резкому раздражению дыхательных путей. Повышенное содержание фтора в организме блокирует активные центры ферментов. Смертельная доза для человека составляет 3-4 грамма.

ХЛОР (Cl)

Необходимый биоэлемент. В организме человека содержится около 95 г хлора. Это важный компонент водной среды организма. Соляная кислота – единственная неорганическая кислота, постоянно присутствующая в желудочно-кишечном тракте, создающая кислую среду (pH 5-5,5), при которой активизируется действие фермента пепсина, обеспечивающего усвоение белковой пищи. Хлор не накапливается в каком-либо органе, а находится во внеклеточных жидкостях. Ионы хлора вместе с ионами натрия и калия участвуют в оптимизации осмотического давления в организме и передаче нервных импульсов. Недостаток хлора приводит к нарушению водно-солевого баланса в организме. Растворы хлора обладают бактерицидным действием – уничтожают болезнетворные бактерии. Токсическое действие соединений хлора проявляется в разрушении слизистой оболочки легких, которая становится проницаемой для воды, в результате чего наступает отек. Вдыхание паров хлора приводит к быстрой смерти от удушья в результате химического ожога легких.

БРОМ (Br), ЙОД (I)

Необходимые биоэлементы. В организме человека примерно 0,2 г брома и 0,01 г йода. Эти элементы поступают в организм с пищей. Биологическая роль брома заключается в тормозящем действии на центральную нервную систему. Йод влияет на рост и психическое развитие организма, активизирует окислительные процессы, повышает защитные функции, принимает участие в обмене веществ, обеспечивает функционирование щитовидной железы. При недостатке йода развивается болезнь – кретинизм (задержка физи-

ческого и психического развития, доводящая до слабоумия). Вдыхание паров брома и йода приводит к ожогу дыхательных путей. Избыточное содержание в организме ведет к нарушению обмена веществ. Смертельная доза для человека составляет 2-3 грамма.

Домашнее задание:

- ***Самостоятельно изучить и сделать конспект теоретической части «Биологическая роль и токсические свойства элементов побочных подгрупп»;***
- ***Тема 4 «Токсические свойства органических соединений» изучается самостоятельно по следующему плану:***
 - 1) *Общая характеристика токсических свойств органических соединений;*
 - 2) *Зависимость токсических свойств органических соединений от химического состава и строения;*
 - 3) *Углеводороды. Галогенпроизводные углеводородов.*
 - 4) *Спирты. Фенолы. Альдегиды и кетоны.*
 - 5) *Карбоновые кислоты. Простые и сложные эфиры.*
 - 6) *Амины. Алкилгидразины. Нитросоединения.*

Сделать конспект темы 4 к лекционному занятию №5.