



ФГБОУ ВО НГМУ Минздрава России
Медико-профилактический факультет
Кафедра медицинской химии

Лекция №
по дисциплине «Химия»
для студентов 1-ого курса медико-профилактического факультета

**Ксенобиотики (пестициды, поверхностно-активные вещества,
диоксины, тяжелые металлы и лекарственные препараты),
классификация, биологическая роль, обезвреживание.**

Лектор - старш. препод., канд. биол. наук,
Шехирева Татьяна Викторовна,
каб. 452, e-mail: tatiana_sheh@mail.ru.

Актуальность

Изучение превращений ксенобиотиков (обезвреживание и разложение) в живых организмах и во внешней среде важно для организации санитарно-гигиенических мероприятий по охране природы.

Цель

Изучить наиболее токсичные широко применяемые ксенобиотики, а также их воздействие на организм человека и окружающую среду.

План лекции:

Ксенобиотики, понятие, классификация:

- ☐ пестициды (*фосфорорганические, хлорорганические, полихлорбифенилы*);
 - ☐ поверхностно-активные вещества (ПАВ);
 - ☐ диоксины;
 - ☐ лекарственные препараты;
 - ☐ тяжелые металлы.
-
- ❖ Классификация,
 - ❖ Химическая структура,
 - ❖ Источники поступления,
 - ❖ Область применения,
 - ❖ Опасность для здоровья.

Ксенобиотики

- От греч. ξένος - чуждый и βίος - жизнь – чужеродные для живых организмов химические вещества, которые не могут быть использованы для производства энергии или как строительный материал для клеток.
- Чаще всего повышение концентрации ксенобиотиков в окружающей среде прямо или косвенно связано с хозяйственной деятельностью человека.

Примеры ксенобиотиков:

- ❖ Пестициды.
- ❖ Некоторые моющие средства (детергенты или поверхностно-активные вещества(ПАВ)).
- ❖ Радионуклиды.
- ❖ Синтетические красители.
- ❖ Полихлорбифенилы.
- ❖ Тяжелые металлы.
- ❖ Лекарственные препараты.

Вред ксенобиотиков

Попадая в окружающую природу они могут вызвать:

- ☐ **аллергические реакции,**
- ☐ **гибель организмов,**
- ☐ **изменение наследственных признаков,**
- ☐ **понижение иммунитета,**
- ☐ **нарушение обмена веществ,**
- ☐ **нарушение хода процессов в естественных экосистемах, даже на уровне биосферы в целом.**

Пестициды -

химические средства, используемые для борьбы с:

- ☐ вредителями и болезнями растений;
- ☐ различными паразитами;
- ☐ сорняками;
- ☐ вредителями зерна и зерно-продуктов, древесины, изделий из хлопка, шерсти, кожи;
- ☐ эктопаразитами домашних животных;
- ☐ переносчиками опасных заболеваний человека и животных.

Классификация пестицидов:

Пестициды объединяют в следующие группы по борьбе с вредителями культурных растений:

- ❖ ***Гербициды*** - для уничтожения сорняков.
- ❖ ***Инсектициды*** – для уничтожения насекомых-вредителей.
- ❖ ***Фунгициды*** – для уничтожения патогенных грибов.
- ❖ ***Зооциды*** – для уничтожения вредных теплокровных животных и т. д.
- ❖ ***Акарициды*** – для уничтожения растительноядных клещей;
- ❖ ***Инсектоакарициды*** - для одновременного уничтожения вредных насекомых и растительноядных клещей;
- ❖ ***Афициды*** - для уничтожения тлей;
- ❖ ***Нематоциды*** - для уничтожения фитопатогенных нематод;
- ❖ ***Лимациды*** - для уничтожения улиток;
- ❖ ***Родентициды*** - для уничтожения грызунов;
- ❖ ***Бактерициды*** - для уничтожения возбудителей бактериальных болезней;
- ❖ ***Арборициды*** - для уничтожения нежелательной древесной и кустарниковой растительности;
- ❖ ***Альгициды*** - для уничтожения водорослей.

Токсичность пестицидов:

Большая часть пестицидов – это яды, отравляющие организмы-мишени или стерилизаторы (вещества, вызывающие бесплодие) и ингибиторы роста.

Многие пестициды токсичны для людей и теплокровных. В нашей стране применяется классификация по четырем основным группам:

- 1. сильнодействующие вещества (чрезвычайно опасные)** LD_{50} - менее 50 мг/кг (50 миллиграмм на 1 килограмм живой массы): бромистый метил, зоокумарин, крысид, ратиндан, фосфид цинка (в настоящее время большинство препаратов этой категории запрещено к применению или их использование существенно ограничено и строго контролируется);
- 2. высокотоксичные** LD_{50} - 50-200 мг/кг (часть препаратов этой группы запрещена к применению, остальные используются в рамках строгих ограничений);
- 3. среднетоксичные (умеренно токсичные)** вещества - LD_{50} составляет 200-1000 мг/кг (применение разрешено с предосторожностями);
- 4. малотоксичные** LD_{50} - более 5000 мг/кг (использование разрешено).

Полулетальная или летальная доза (LD_{50} или LD_{100}) – это доза пестицида, вызывающая гибель соответственно 50% или 100 % подопытных животных.

Наиболее распространённые классы пестицидов:

Фосфорорганические пестициды (ФОП или ФОС):

- **синаптические яды, ингибирующие холинэстеразу и нарушающие передачу нервного импульса;**
- **ингибируют транспорт ионов кальция;**
- **активируют перекисное окисление липидов.**

Хлорорганические пестициды (ХОП):

- **высоко липофильные вещества, нарушающие структуру мембран**
- **мутагенные, канцерогенные, вещества, вызывающие бесплодие;**
- **усиление действия яда при повторном его воздействии обуславливает риск хронических отравлений.**

Вначале они попадают в воздух и почву, поглощаются растениями, доходят до подземных вод, биоразлагаются, и выпариваются снова в атмосферу.

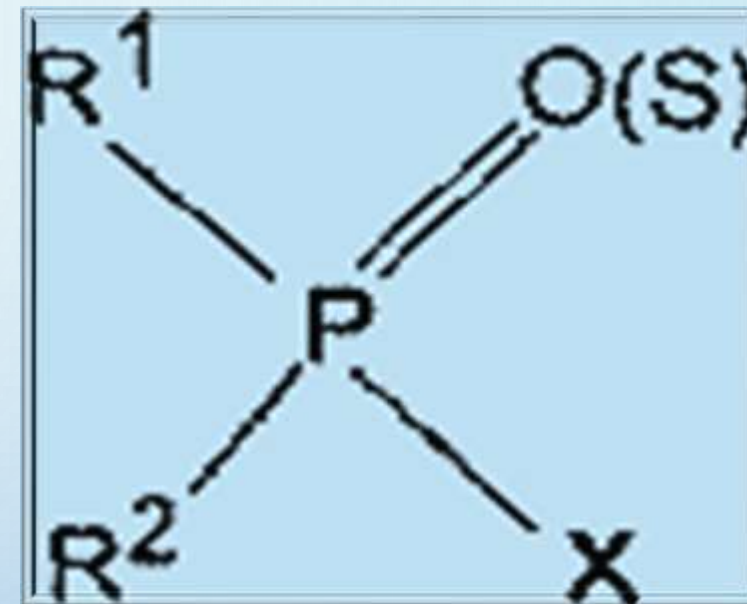
*Так, одной из причин исчезновения **краснокнижного беркута** ученые считают губительное влияние на ареалы обитания пестицидов. От этого скорлупа птиц становится тоньше и соответственно у птенца нет шансов выжить.*



Химическая структура фосфорорганических пестицидов (ФОП или ФОС):

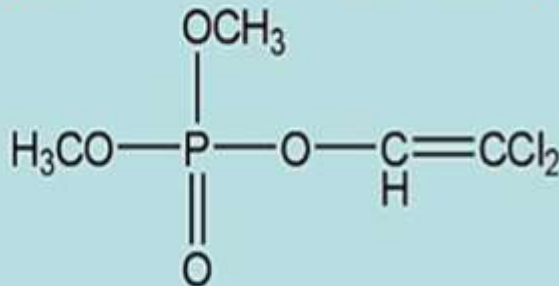
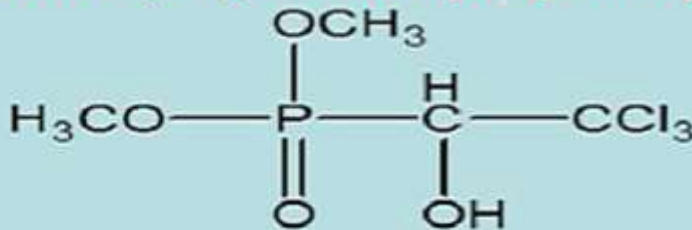
По химической структуре соединения этой группы являются *эфирами фосфорной, тиофосфорной, дитиофосфорной, фосфоновой кислот.*

В соответствии с классификацией большинство ФОП относятся к высокотоксичным соединениям, способным накапливаться в организме и малой стойкостью. Они практически не передаются по пищевым цепям, не накапливаются в продовольственном сырье и быстро разрушаются при переработке.

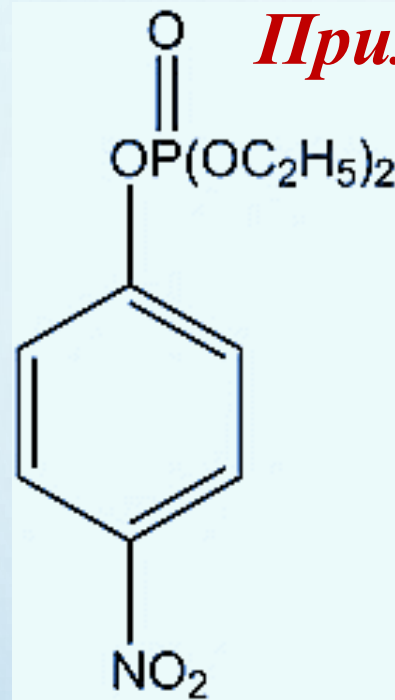


R1 и **R2** —органические радикалы, могут быть непосредственно присоединены к P (в фосфонатах) или через O или S (в фосфатах); **X**- остаток неорганической или органической кислоты

Основные фосфорорганические пестициды:

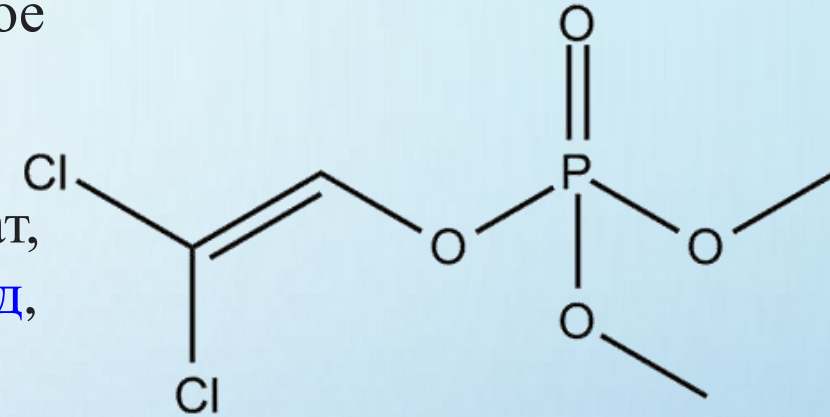
Наименование	DL ₅₀ , мг/кг
Производные ортофосфорной кислоты H ₃ PO ₄ :	
дихлофос, O-(2,2-дихлорэтинил)-диметилфосфат (для борьбы с кишечными паразитами животных)	80
	
Производные фосфоновой кислоты:	
хлорофос (трихлорфон) – 1-гидрокси-2,2,2-трихлорэтил-O,O-диметилфосфонат(инсектицид)	560
	

Фосфакол - сложный эфир фосфорной кислоты (п-нитрофениловый эфир диэтилфосфорной кислоты), **антихолинэстеразное действие**, используется как **миотическое средство** при лечении глаукомы.

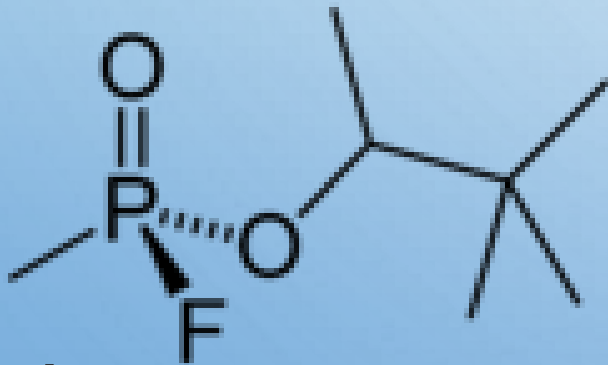


Примеры ФОП:

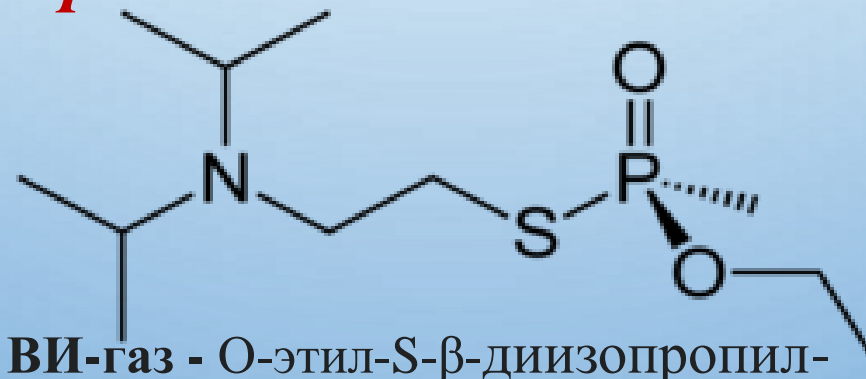
Дихлофос - фосфорорганическое соединение (О,О-диметил-О-2,2-дихлорвинилфосфат, ДДВФ), **инсектицид**, применяется для **уничтожения насекомых**.



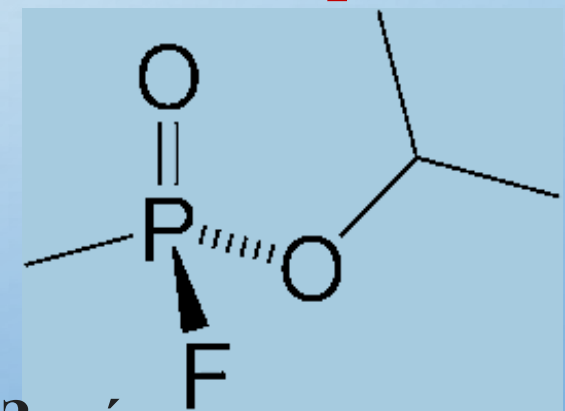
Фосфорорганические боевые отравляющие вещества нервно-паралитического действия:



Зоман - фторметилфосфорил



ВИ-газ - О-этил-S-β-диизопропил-аминоэтил-метилфосфонат



Зарин - изопропиловый эфир фторангидрида метилфосфоновой кислоты

Симптомы интоксикации ФОС:

➤ **мускариноподобное действие -**

стимуляция пищеварительных желез — слюноотечение, тошнота, рвота, диарея;

бронхиальных желез — бронхоспазм;

слезных желез — слезотечение;

потовых желез — повышенная потливость;

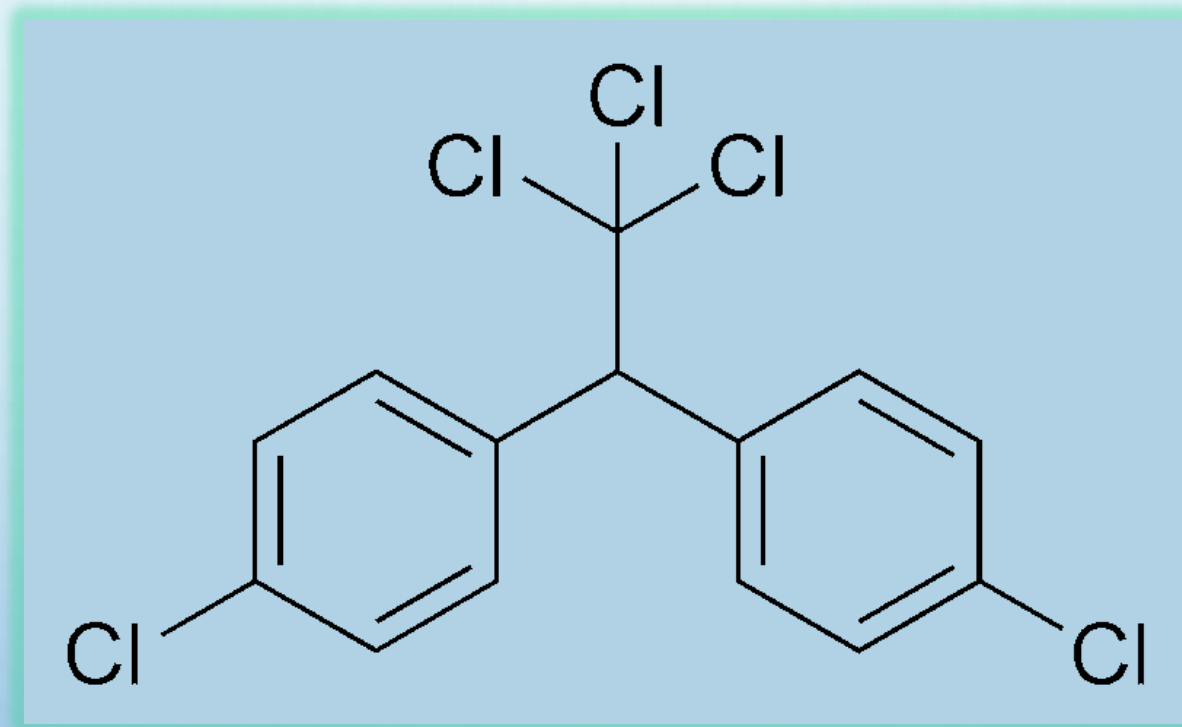
➤ **никотиноподобное действие -**

подёргивание глазных мышц, языка;

➤ **поражение ЦНС –**

психические нарушения, дезориентация, судороги, угнетение и паралич.

Химическая структура хлорорганического пестицида (ХОП) на примере дихлордифенилтрихлорметилметана или дуста (ДДТ):



Инсектицид (применяется против комаров, вредителей хлопка, соевых бобов, арахиса), дихлордифенилтрихлорметилметан, по рациональной номенклатуре - трихлорметилди(*n*-хлорфенил)метан

Симптомы интоксикации хлорорганическим пестицидом (ХОП):

- ❖ чувство усталости и разбитости,
- ❖ головные боли и головокружения,
- ❖ сердцебиение,
- ❖ боли в конечностях,
- ❖ потеря аппетита, тошнота, рвота, боли в поджелудочной области и чувство сжатия по ходу пищевода (особенно при попадании яда в желудочно-кишечный тракт),
- ❖ боль в правом подреберье, увеличение печени
- ❖ поражение почек (анурия),
- ❖ расстройство чувствительности,
- ❖ гипорефлексия, атаксия, вялые и спастические параличи.
- ❖ при тяжелом отравлении температура повышается до 40°C, наблюдается тахикардия, одышка, расстройство зрения, судороги, коматозное состояние,
- ❖ при особо тяжелом смерть наступает через 1-2 часа.

История

Впервые ДДТ (дихлордифенилтрихлорметилметан) был синтезирован в 1873 году австрийским химиком Отмаром Цейдлером.

Вещество долгое время не находило применения, до тех пор, пока в 1939 году швейцарский химик П. Мюллер не выявил его инсектицидные свойства.

В 1942 г. препарат поступил в продажу и начал свое шествие по планете. Он оказался идеальным средством для борьбы с переносчиками сыпного тифа и малярии – самыми крупными медицинскими проблемами во время второй мировой войны. Токсичность ДДТ для людей казалась настолько низкой, что его предполагалось распылять на тело для профилактики сыпного тифа. Относительно низкая цена ДДТ позволяла использовать его для распыления на целые острова Тихого океана перед высадкой вооруженных сил США, чтобы уничтожить там комаров и обезопасить армию от малярии. Высокая устойчивость препарата даже при однократном распылении обеспечивала его эффективное действие в течение нескольких месяцев.

В 1948 году Мюллеру была присуждена Нобелевская премия по физиологии и медицине. В бывшем СССР производство ДДТ началось в 1946 году в Москве и чувашском городе Вурнары.

В 50-60-е годы его применяли в количестве более 20 тысяч тонн в год. В итоге, оказалась загрязнена значительная часть территории, в опасных дозах дуст попал и в продукты питания. Эти недостатки снизили привлекательность ДДТ как инсектецида, и в 70-х годах его производство и использование были запрещены.

Наиболее значимыми заслугами применения «дуста», ДДТ мирового масштаба являются:

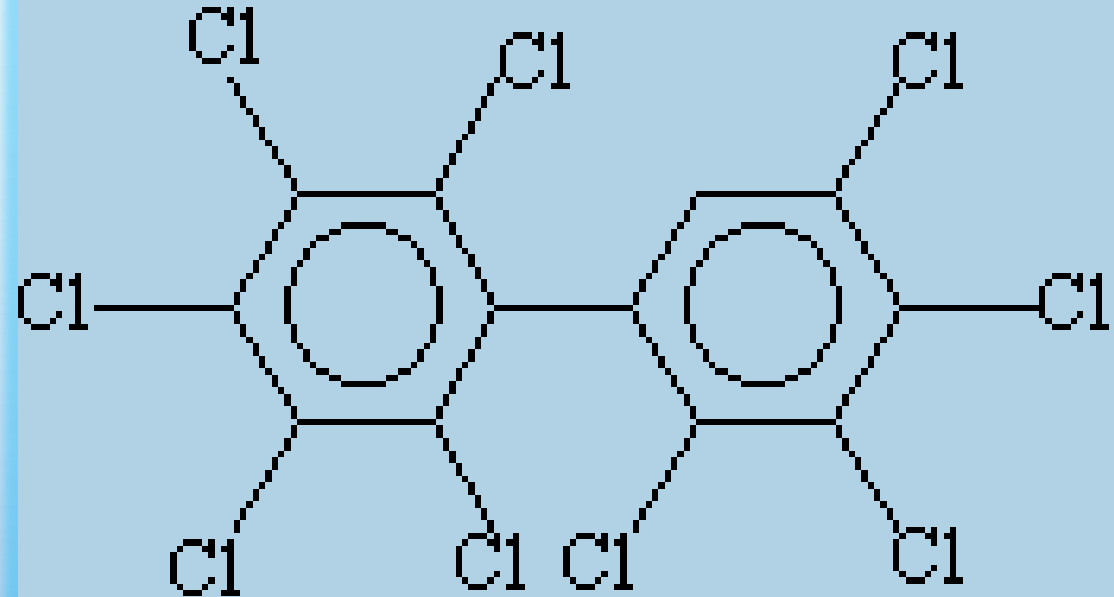
- В Неаполе в январе 1944 года впервые удалось остановить первую зимнюю эпидемию тифа, переносимого вшами.
- В 1965 году благодаря ДДТ в Индии ни один человек не умер от малярии, тогда как в 1948 погибло 3 млн. человек. По оценкам Национальной академии наук США, за время применения препарата до 1970 года ДДТ спас 500 миллионов жизней от малярии.
- Применение ДДТ в значительной степени избавило Индию от лихорадки Дум-Дум (разносчиком которой является песчаная муха) в 50-60-е годы.

Опасность применения

Препарат не разлагается на безвредные компоненты, а накапливается в почве, воде и живых организмах, губит не только вредных, но и полезных насекомых, вызывает отравление и гибель других животных, которым передается по пищевым цепям.

Полихлорбифенилы -

- ❑ Это класс синтетических хлорсодержащих полициклических соединений.
- ❑ ПХБ широко использовались при производстве электрооборудования, в частности трансформаторов и усилителей, а также в качестве наполнителей при производстве красителей и *пестицидов*, смазочных материалов для турбин, для производства гидравлических систем, текстиля, бумаги, флуоресцентных ламп, телевизионных приемников и др.



Проникновение в организм полихлорбифенилов (ПХБ):

- ✓ В организм полихлорированные бифенилы могут проникать через кожу, легкие, желудочно-кишечный тракт.
- ✓ Быстро накапливаются в печени и мышцах, затем перераспределяется в жировую ткань. Коэффициент распределения веществ в мозге : печени : жире составляет в соотношении в среднем –1 : 3,5 : 81.
- ✓ ПХБ метаболизируются в печени, повышают токсичность других токсикантов; основные пути выведения - с желчью в содержимое кишечника и через почки с мочой.

Основные проявления острой интоксикации полихлорбифенилами (ПХБ):

приводят к развитию многообразных эффектов:

- прогрессивному падению веса,**
- хлоракне (см. раздел «Диоксины»),**
- выпадению волос,**
- отекам,**
- инволюции тимуса и лимфоидной ткани,**
- гепатомегалии,**
- угнетению костного мозга,**
- нарушению репродуктивных функций.**

Профилактика отравлений пестицидами:

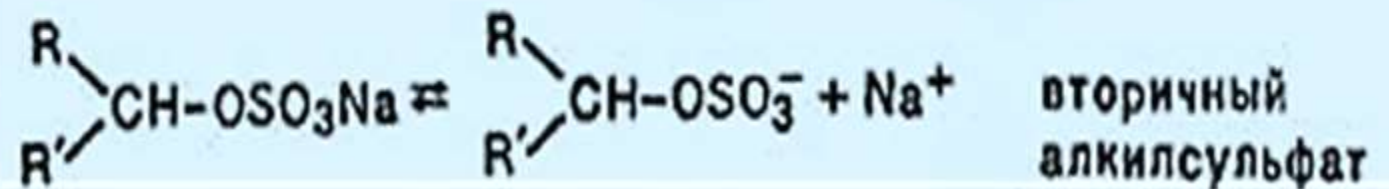
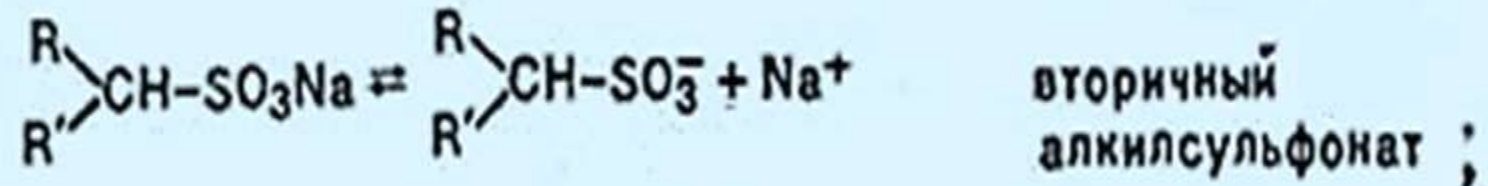
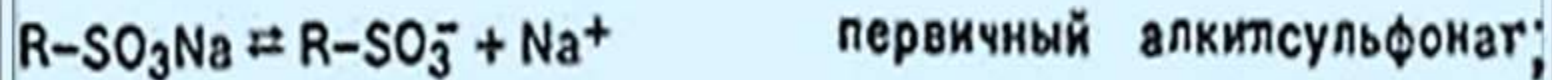
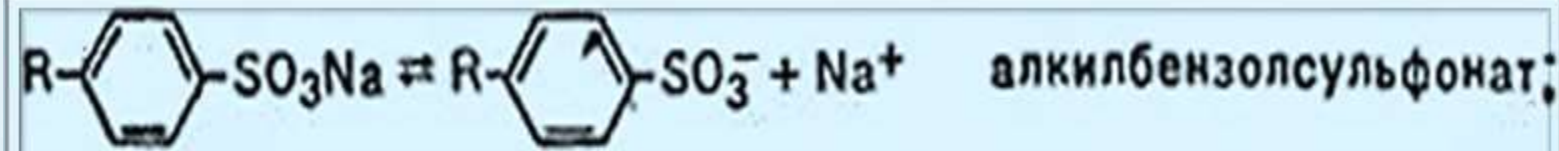
- ✓ **Использовать в сельском хозяйстве только мало- и среднетоксичные соединения, не обладающие выраженной кумулятивной способностью и способностью длительно сохраняться во внешней среде.**
- ✓ **Строгая регламентация сроков последней обработки посевов – не позже, чем за 1 – 1,5 месяца до сбора урожая.**
- ✓ **Перед употреблением в пищу фрукты и овощи должны тщательно промываться водой для удаления с их поверхности остаточных количеств пестицидов, кожицу лучше удалять.**
- ✓ **Содержание ядохимикатов в продуктах питания следует систематически контролировать (оно не должно превышать установленных предельно допустимых величин).**

ПАВ (поверхностно-активные вещества). Определение. Характеристика.

- ***ПАВ*** - химические соединения, которые, концентрируясь на поверхности раздела термодинамических фаз, снижают поверхностное натяжение.
- Все ПАВ обладают амфифильными свойствами, т.е. содержат гидрофобную и гидрофильную части.
- По строению гидрофильной части делятся на ***анионные, катионные и неионогенные.***

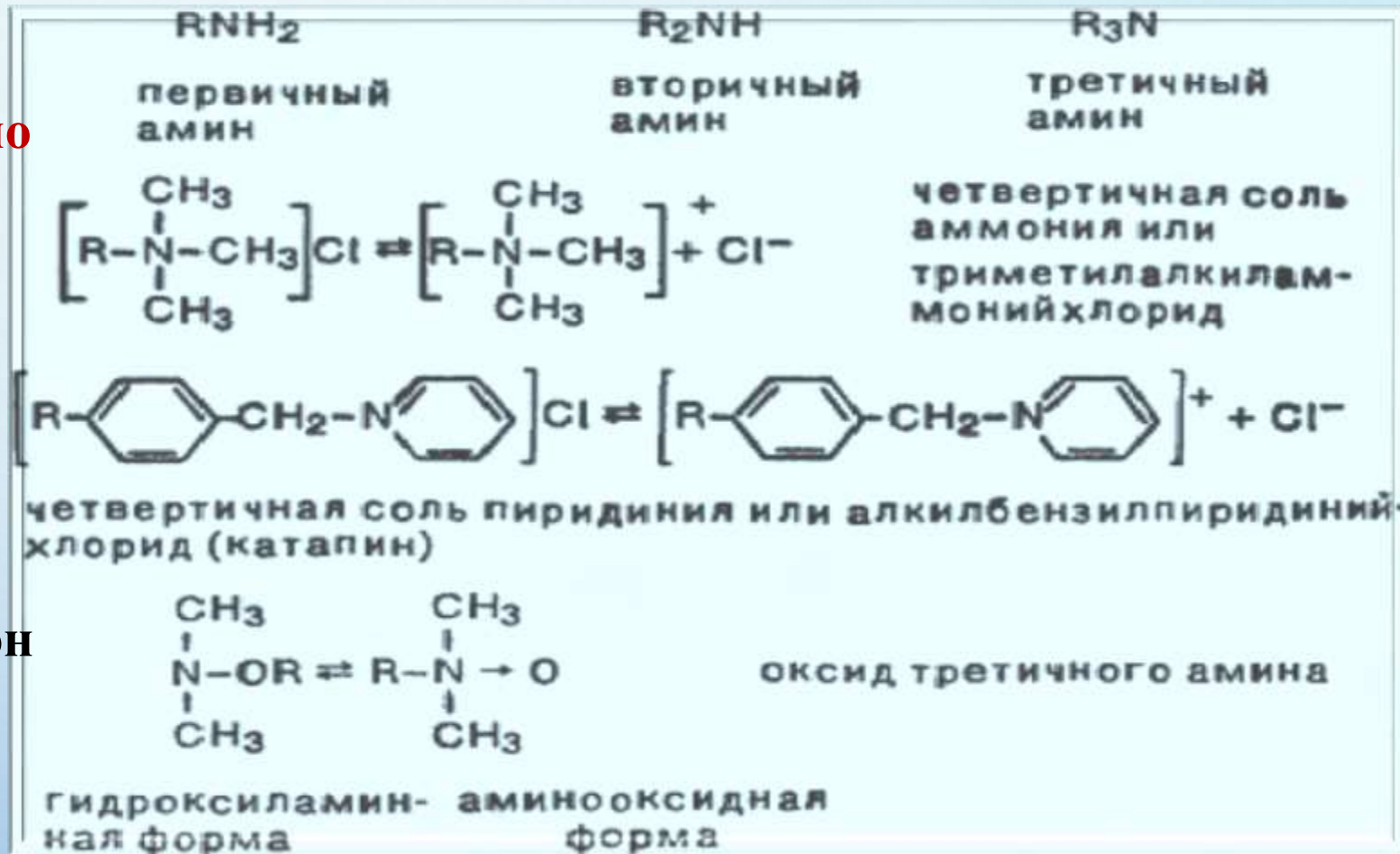
Анионные ПАВ -

В водной среде в результате электролитической диссоциации образуют поверхностно (адсорбционно) **активные анионы** и **адсорбционно неактивные катионы**. К группе анионных ПАВ относятся самые распространенные среди синтетических моющих средств **алкилбензолсульфонаты** (соли **сульфокислот ароматических соединений**), также **алкилсульфонаты** (соли **сульфокислот и алканов**) и **алкилсульфаты** (соли **сульфоэфиров спиртов**) **натрия**.



Катионные ПАВ -

- В результате электролитической диссоциации они образуют поверхностно (адсорбционно) **активные катионы** и **адсорбционно неактивные анионы**.
- Часто в катионных ПАВ гидрофильная группа представлена положительно заряженной азотосодержащей группой.
- В качестве отрицательно заряженного аниона выступает ион хлора или метилсульфат.
- Эти ПАВ особенно активно используются в синтетических средствах для "щадящей" стирки, так как играют роль смазки.
- Обладают бактерицидными свойствами.



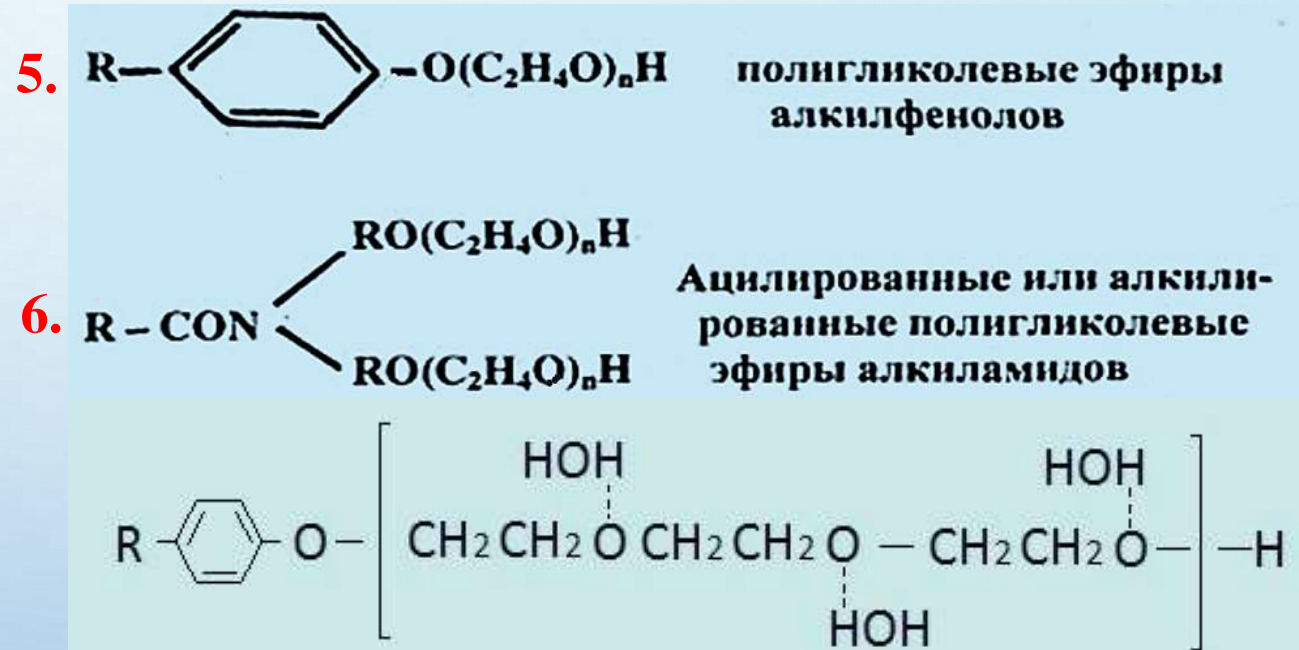
- В состав входят четвертичные аммониевые соли первичных, вторичных и третичных аминов, оксиды аминов.

Неионогенные ПАВ -

Не диссоциируют в воде на ионы, однако растворяются в ней. Растворимость в воде обусловлена образованием водородных связей между атомами водорода молекул воды и атомами кислорода полиоксиэтиленовой цепочки:

Представители:

1. $\text{RO}(\text{C}_2\text{H}_4\text{O})_n\text{H}$ – полигликолевые эфиры жирных спиртов;
2. $\text{RCOO}(\text{C}_2\text{H}_4\text{O})_n\text{H}$ – полигликолевые эфиры жирных кислот;
3. $\text{RCONH}(\text{C}_2\text{H}_4\text{O})_n\text{H}$ – полигликолевые эфиры амидов жирных кислот;
4. $\text{RN}(\text{C}_2\text{H}_4\text{O})_n\text{H}$ – полигликолевые аминосоединения

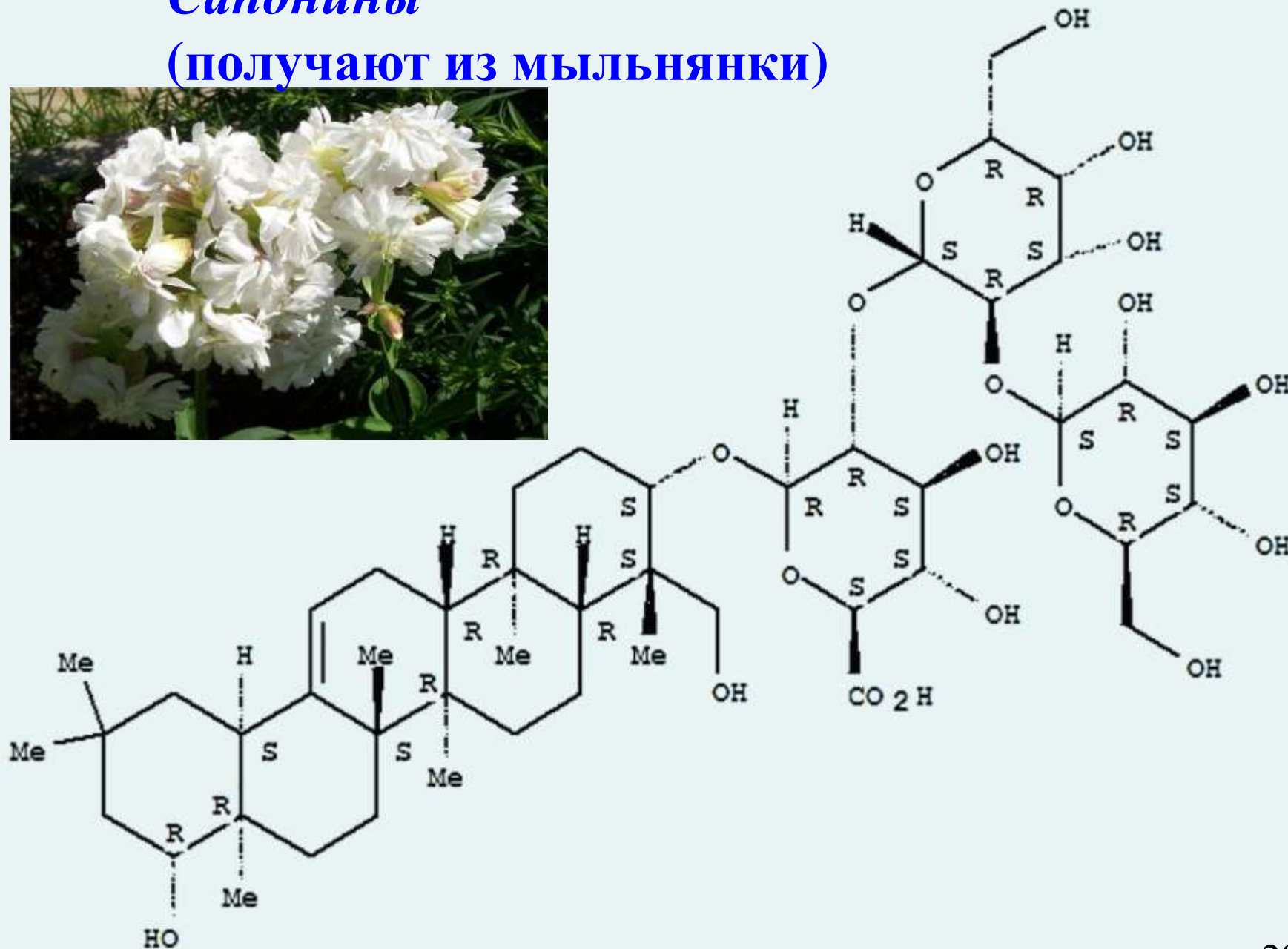


Они абсолютно невосприимчивы к жесткости воды, так как не создают ионы в водных растворах и, следовательно, обладают важными преимуществами - демонстрируют высокую эффективность даже при низких концентрациях и низких температурах стирки, не образуют много пены и препятствуют потемнению белья, биоразлагаются на 100 %.

Примеры природных неионогенных ПАВ:

- ✓ **Сапонин**, полученный из мыльнянки или стиральных орешков (Waschnussen).
- ✓ **Сахарный алкилполиглюкозид** (APG), добываемый из возобновляемого сырья (растительной биомассы): кукурузы, сахарного тростника и кокосового ореха. APG является биологически разлагаемым и имеет отличную совместимость с кожей.

Сапонины (получают из мыльнянки)

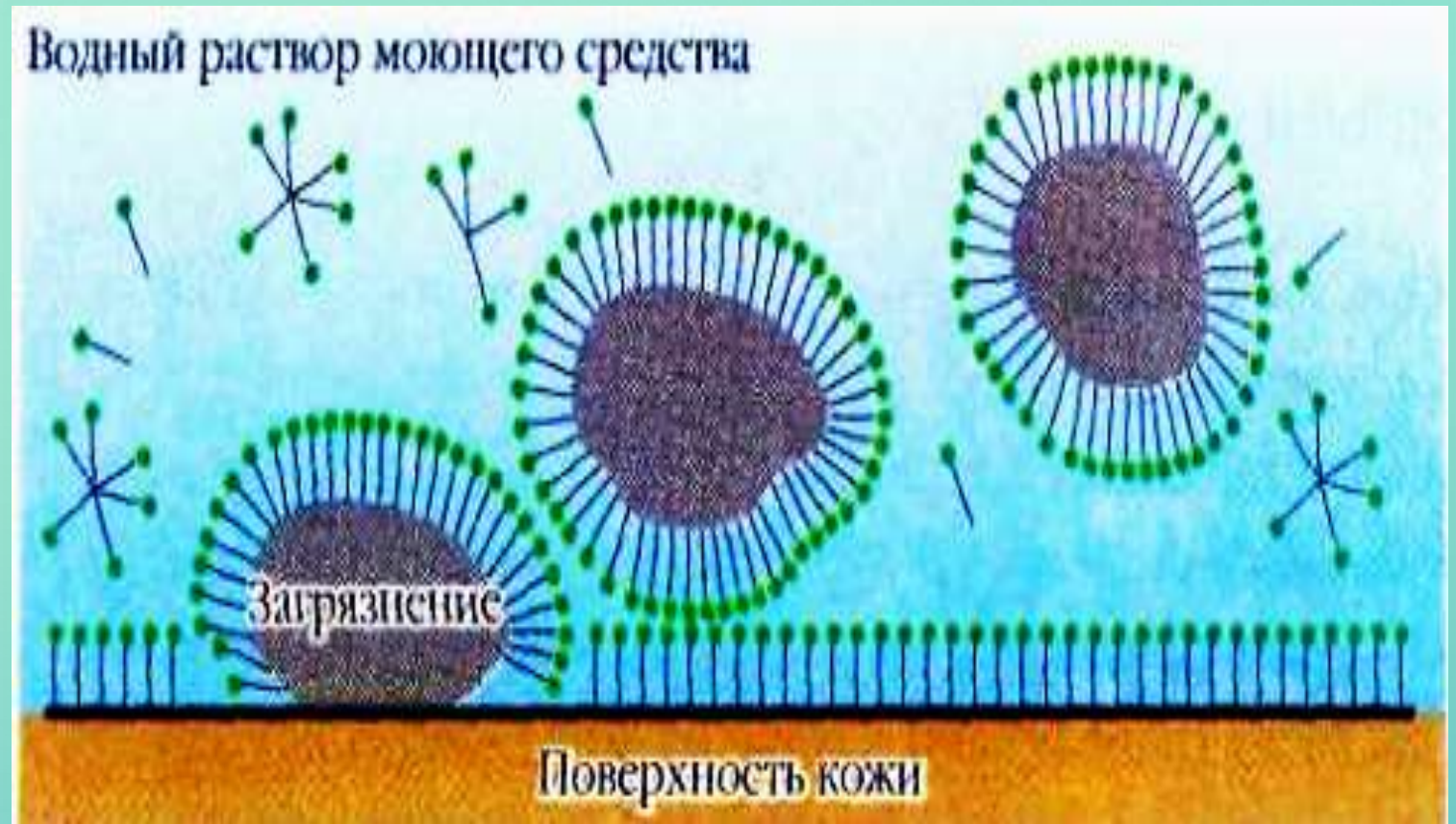


Применение ПАВ -

Основное применение ПАВ — в качестве активного компонента моющих и чистящих средств (в том числе, применяемых для дезактивации), мыла, для ухода за помещениями, посудой, одеждой, вещами, автомобилями и пр. В 2007 году в России было произведено более 1 млн тонн синтетических моющих средств, главным образом — стиральных порошков.

Механизм действия ПАВ:

- ❑ Молекула, находящаяся на границе раздела, подвержена воздействию только с одной стороны, таким образом возникает поверхностная пленка. Поверхностно-активные вещества (ПАВ) уменьшают поверхностное натяжение, улучшается смачиваемость загрязненных поверхностей.



- ❑ ПАВы попадают на инородные частицы, слипшихся с поверхностью, адсорбируют их на себя и не задерживаясь на поверхности, уходят в раствор. Некоторые активные моющие вещества обладают мощной силой, способной отделять загрязняющие частицы от поверхности без механического воздействия, что позволяет значительно повысить эффективность и облегчить процесс стирки или мойки.

Вред ПАВ:

- Один из основных негативных эффектов ПАВ в окружающей среде — **понижение поверхностного натяжения**. Например, в океане изменение поверхностного натяжения приводит к снижению показателя удерживания CO_2 и кислорода в массе воды.
- Активный сброс фосфат-содержащих ПАВ в водоёмы приводит к эвтрофикации (*насыщение биогенными элементами*) водных экосистем.
- Только немногие ПАВ считаются безопасными (алкилполиглюкозиды), так как продуктами их деградации являются углеводы.
- Попадая в организм, вызывают разрушение клеточных мембран, и, как следствие, аллергии (особенно у детей, например, после плохо промытой кухонной посуды), хронические заболевания лёгких (у работников химчисток, где капельки ПАВ содержатся в рабочих помещениях).

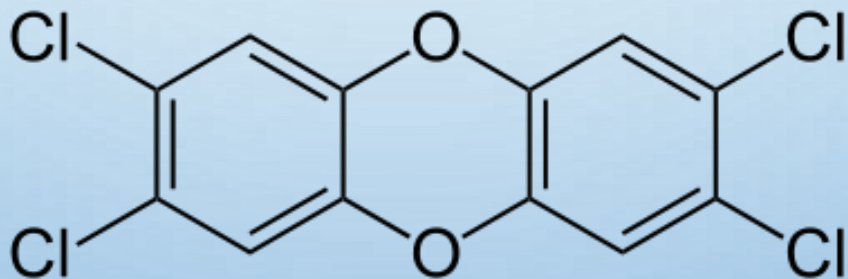
Задание для закрепления материала:

Как обезопасить себя от негативного действия ПАВ? Приведите не менее трёх примеров.

Диоксины – бомба замедленного действия!

Это общее название семейства структурно и химически связанных полихлорированных **дибензо-пара-диоксинов (ПХДД)** и **полихлорированных дибензофуранов (ПХДФ)**.

Название происходит от наиболее токсичного - 2,3,7,8-тетрахлордибензо [b, e]-1,4-диоксина; являются **кумулятивными ядами** и относятся к группе опасных ксенобиотиков.



2,3,7,8-тетрахлордибензо-п-диоксин (ТХДД) — один из наиболее токсичных хлорпроизводных дибензо[b, e]-1,4-диоксина.

Влияние диоксинов на организм

Диоксины обладают мощным действием:

- мутагенным,
- канцерогенным,
- иммунодепрессантным,
- тератогенным (эмбриотоксическим).

Они плохо расщепляются и накапливаются как в организме человека, так и в биосфере планеты, включая воздух, воду, пищу.

Летальная доза - 10^{-6} г на 1 кг живого веса, что в 1000 раз ниже аналогичной величины для боевых отравляющих веществ (зоман, зарин и табун).

Доза, раздражающая кожу, — 0,0003 мг/кг веса.

Смертельная доза некоторых соединений (моль/кг):

Ботулин - $3,3 \times 10^{-17}$

Диоксин - $3,1 \times 10^{-9}$

Стрихнин - $1,5 \times 10^{-6}$

Иприт - $1,6 \times 10^{-5}$

Пути поступления диоксинов в организм:

- В организм человека диоксины проникают несколькими путями: 90% — с водой и пищей через желудочно-кишечный тракт, остальные 10% — с воздухом и пылью через лёгкие и кожу.
- Эти вещества циркулируют в крови, откладываясь в жировой ткани и во всех без исключения клетках организма. Через плаценту и с грудным молоком они передаются плоду и ребенку.
- Механизм токсического действия диоксинов осуществляется через способность этих веществ точно «вписываться» в клеточные белки-рецепторы по принципу комплементарности.

Источники диоксинов:

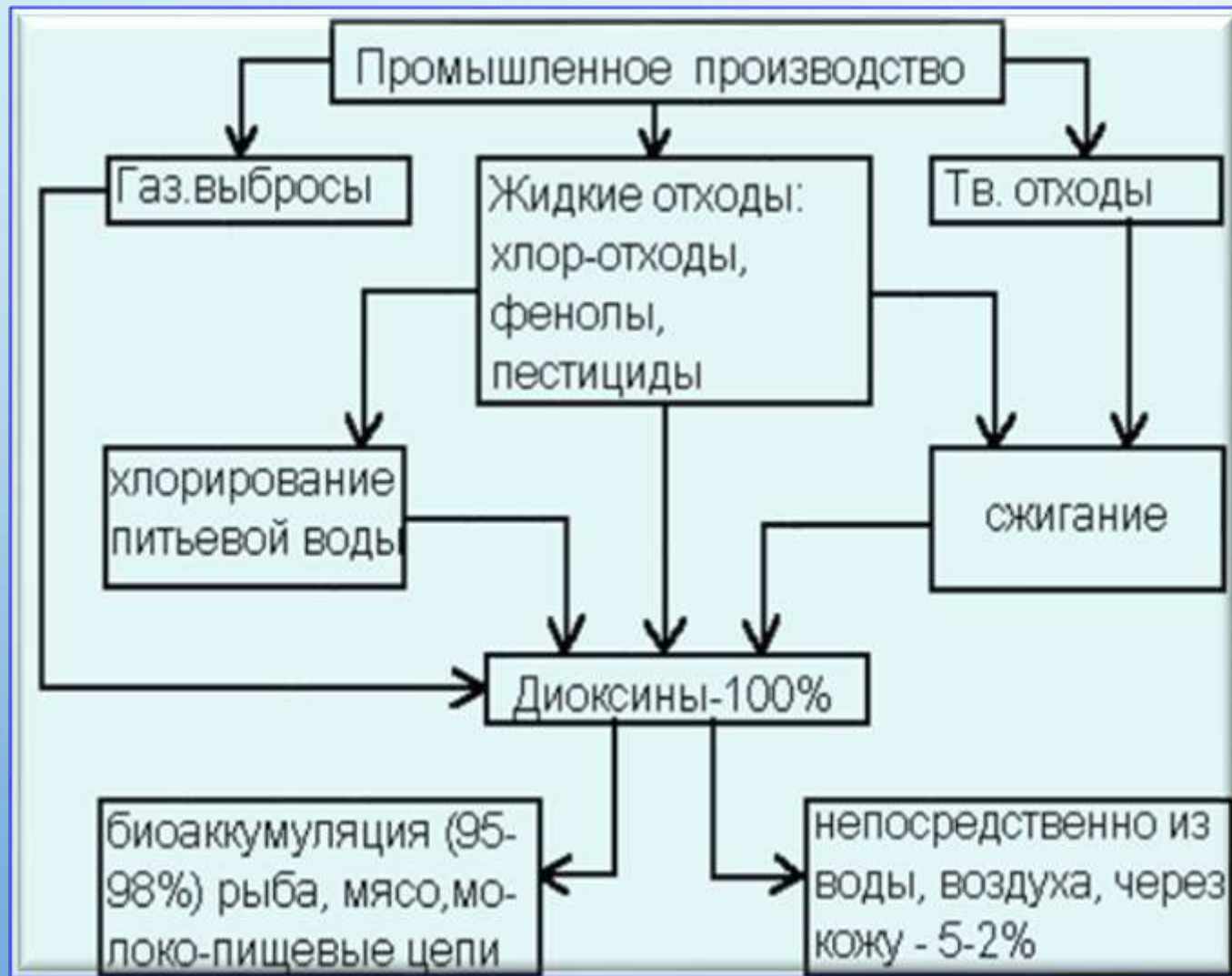
Диоксины образуются в качестве побочного продукта при:

- производстве гербицидов хлорфенольного ряда;
- сжигании твердых бытовых отходов (поливинилхлорид – основной источник диоксинов);
- целлюлозно-бумажном производстве (т.к. для отбеливания бумаги используется хлор);
- хлорировании воды, не полностью очищенной от органических примесей;
- лесных пожарах (естественный источник диоксинов).

Во время войны во Вьетнаме с 1961 по 1971 гг. в качестве дефолианта применялся Agent Orange, содержащий примеси полихлорбензодиоксинов. Из-за их воздействия пострадали и вьетнамцы, и американские солдаты, контактировавшие с Agent Orange.

Пути попадания диоксинов в биосферу.

По: Е.Г. Ипполитов, А.В. Артемов :



В организм человека диоксины проникают несколькими путями: 95 % - с водой и пищей через желудочно-кишечный тракт, остальные 2-5% - с воздухом и пылью через лёгкие и кожу.

Действие диоксинов на клетку:

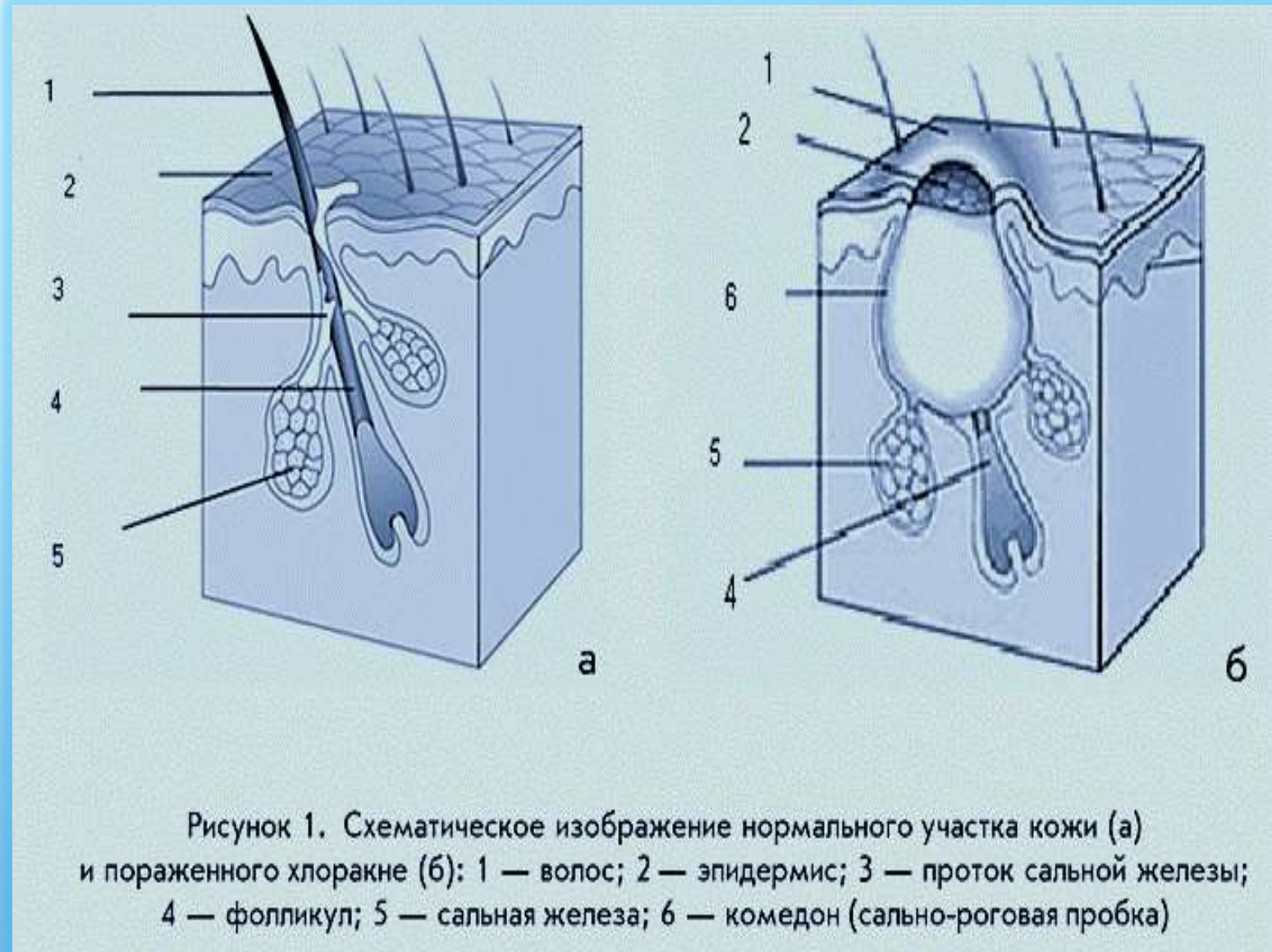
- подавляют иммунитет и воздействуют на процессы деления и дифференцировки клеток;
- провоцируют развитие онкологических заболеваний;
- влияют на работу эндокринных желез;
- резко замедляют половое созревание, нередко приводя к бесплодию;
- вызывают нарушения практически во всех обменных процессах, приводя к состоянию так называемого «химического СПИД’а».



Тератогенное действие диоксинов - нарушение эмбрионального развития.



Диоксины вызывают хлоракне (характеризуется комедонами в виде черных точек, которые появляются на 10-14 день, много позже).



Пищевые продукты – источники диоксинов:

- Для человека основным источником диоксинов (на 98-99%) являются пищевые продукты. Наиболее опасные с точки зрения высокого содержания диоксинов являются **мясо, молочные продукты и рыба** (речь преимущественно идет о продуктах с высоким содержанием жира). Диоксины способны накапливаться в коровьем молоке, где их содержание в 40-200 раз выше, чем в других тканях животного.
- В пищевые продукты диоксины могут попадать при использовании территорий для сельскохозяйственной деятельности, загрязненные диоксинами (бывшие территории свалок, территории расположенные рядом с ними, рядом с крупными городами, а также объектами металлургической, нефтеперерабатывающей и химической промышленности).
- Диоксины также могут попадать в пищевые продукты при использовании диоксин-содержащих сырья (кормов), полученных промышленным способом. Так, в 2011 году, в Германии ряд продуктов животноводства был загрязнен диоксинами вследствие использования в составе кормов жирных кислот (содержали диоксин), образовавшихся в процессе вырабатывания биотоплива.

Санитарный контроль пищевой продукции:

В конце 2008 года Ирландия сняла с продажи многочисленные тонны свинины и продуктов из свинины, так как во взятых образцах в жире были обнаружены уровни диоксинов, превышающие безопасный уровень в 200 раз.

ПДК (*предельно допустимая концентрация*) диоксинов - **от 1 до 6 пкг/г жира.**

1 пкг = 10^{-12} г

Обезвреживание диоксинов:

Окисление диоксинов до безвредных соединений методом прямого сгорания проблематично, т.к. разлагаются диоксины при температуре 1250 °С. В настоящее время идёт поиск генетической модификации некоторых видов бактерий, которые смогут эффективно поглощать, перерабатывать диоксины.



*Среди ксенобиотиков отдельно следует выделить
лекарственные препараты и их метаболиты.*

❑ Синтезированные в химических лабораториях лекарства составляют сегодня важнейшую группу ксенобиотиков. Синтетические ксенобиотики могут оказывать как положительное действие (лекарства, биорегуляторы), так и отрицательное, и зависит это зачастую от дозы данного препарата.

❑ Поэтому необходима комплексная оценка терапевтических доз и токсичности эффектов ксенобиотиков при различных методах введения, возможности накопления и хронического токсического влияния на организм.



Определение понятия тяжелые металлы:



- ❖ **Тяжёлые металлы** - группа химических элементов с металлическими свойствами. Известно около сорока различных определений термина **тяжёлые металлы**, и невозможно указать на одно из них, как наиболее принятое.
- ❖ Используемым критерием может быть **атомный вес свыше 50**.
- ❖ Другим часто используемым критерием является **плотность, примерно равная или большая плотности железа (8 г/см^3)**.
- ❖ Термин **тяжёлые металлы** чаще всего рассматривается не с химической, а с медицинской и природоохранной точек зрения, так при включении в эту категорию учитываются не только химические и физические свойства элемента, но и его биологическая активность и **токсичность**, а также объём использования в хозяйственной деятельности.

Токсичность – это мера несовместимости вредного вещества с жизнью:

- ✓ Отравления соединениями тяжелых металлов известны с древних времен. **Падение Римской империи** связывают с **использованием свинца** для водопроводных труб.
- ✓ Упоминание об отравлениях «живым серебром» или «сулемой» (хлорид ртути II) встречается в IV веке.
- ✓ В средние века сулема и мышьяк были наиболее распространенными неорганическими ядами, которые использовались с криминальной целью в политической борьбе и в быту.
- ✓ Отравления **соединениями меди** преобладают в районах садоводства и виноделия, где для борьбы с вредителями используется медный купорос.
- ✓ В **последние годы** наиболее распространены **отравления ртутью**. Нередки случаи массовых отравлений, например, после употребления семян подсолнечника, обработанного солями ртути или в результате техногенных катастроф (например, болезнь Минамата).

Степень токсического эффекта зависит от:

- биологических особенностей, пола, возраста и индивидуальной чувствительности организма;
- строения и физико-химических свойств яда;
- количества попавшего в организм вещества;
- факторов внешней среды (температура, атмосферное давление).



Тяжёлые металлы содержатся в:

- пестицидах;
- табачном дыме;
- красках;
- выхлопных газах и газах ТЭЦ;
- нефтепродуктах;
- электрооборудовании (аккумуляторах);
- в некоторых видах посуды и тары (жестяные банки);
- бытовых приборах (ртутные лампы, ртутные термометры);
- заражёнными могут оказаться продукты питания или вода.

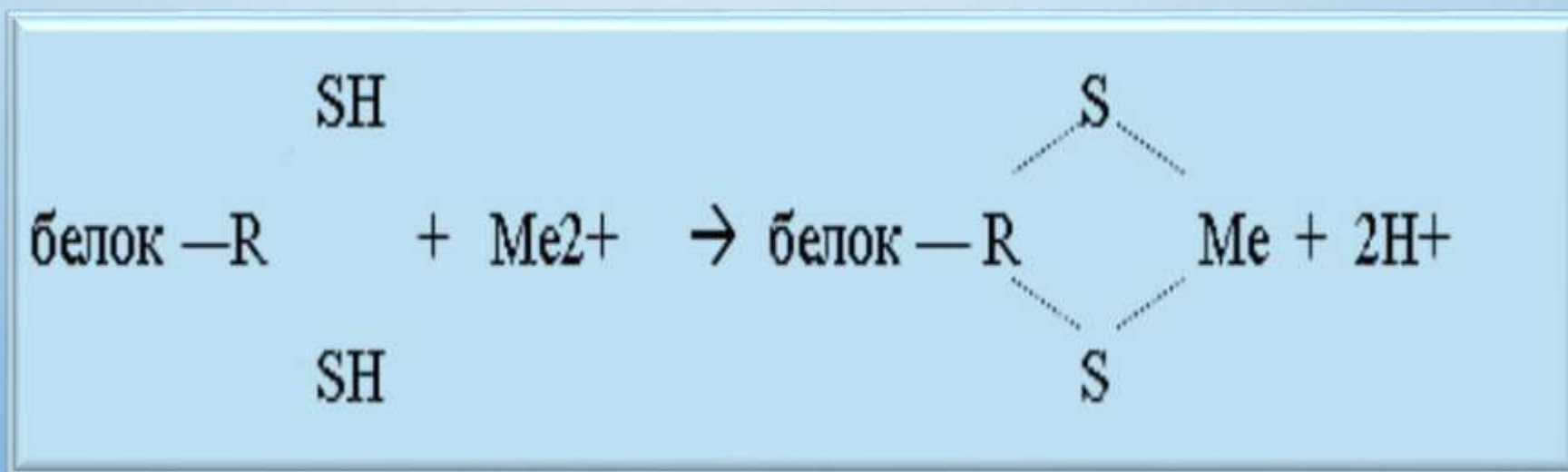
Классы опасности химических веществ:

<i>Класс опасности</i>	<i>Химическое вещество</i>
I	Мышьяк, кадмий, ртуть, селен, свинец, цинк, фтор, бенз(а)пирен
II	Бор, кобальт, никель, молибден, медь, сурьма, хром
III	Барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций, ацетофенон

Тиоловые яды:

К числу тиоловых ядов прежде всего относятся: *мышьяк, ртуть, свинец, сурьма, кадмий* и их многочисленные соединения.

Все тиоловые яды объединяет избирательная способность вступать в химическое взаимодействие с сульфгидрильными, или тиоловыми группами различных макромолекул организма, в первую очередь - ферментных и других белковых структур.



Механизм токсического действия тиоловых ядов:

- Образуют комплексы токсиканта с SH-группами биомолекул, что сопровождается их повреждением, нарушением функции, что и инициирует развитие токсического процесса.
- Обладают способностью конкурировать с жизненно необходимыми металлами: происходит их "вытеснение" из органических комплексов. Так по этому механизму протекает дезактивация участвующих в синтезе гема ферментов карбоангидразы и аминолевулинатдегидрогеназы (в результате замены содержащегося в них иона Zn^{2+} на ион Pb^{2+}).

Это интересно

(информация пригодится для курса биологической химии):

К числу ферментов, содержащих сульфгидрильные группы, относятся:

- ❖ **гидролазы** (амилаза, липаза, холинэстераза, уреаза и др.),
- ❖ **оксидоредуктазы** (алкогольдегидрогеназа, аминоксидазы, дегидрогеназы яблочной, янтарной, олеиновой кислот и др.),
- ❖ **фосфатазы, киназы** (аденозинтрифосфатаза, миокиназа, креатинфосфокиназа, гексокиназа и др.),
- ❖ **ферменты антирадикальной защиты клетки** (глутатионпероксидаза, глутатионредуктаза, глутатион-5-трансфераза, каталаза).

- ☐ Рибосомы клеток млекопитающего содержат около **120 сульфгидрильных групп**, причем примерно половина из них имеет функциональное значение для осуществления белкового синтеза.
- ☐ Гормоны полипептидной структуры, такие как **инсулин и глюкагон**, также содержат сульфгидрильные группы в молекулах и т. д.
- ☐ **В настоящий момент Вы знаете об этих соединениях немного, что именно?**
- ☐ **К чему может привести нарушение их работы?**

Ртуть (Hg):

Физико-химические свойства:

- плотность ртути $13,546 \text{ г/см}^3$ при 20°C ,
- температура плавления - $38,87^\circ\text{C}$,
- температура кипения - $+ 357,25^\circ\text{C}$,
- блестящий серебристо-белый металл,
- интенсивно испаряется уже при комнатных температурах,
- растворимость ртути в воде очень мала,
- при комнатной температуре ртуть не окисляется на воздухе,

Токсические свойства:

наиболее токсичны соли Hg^{2+} , например сулема HgCl_2 .

Отравления ртутью и её солями:

При острой интоксикации парами ртути –

- Может наблюдаться головная боль, лихорадка, диарея, рвота, спустя несколько дней геморрагический синдром, язвенный стоматит, гингивит, в тяжёлых случаях острая сердечно-сосудистая недостаточность, анурия. Возможна интерстициальная пневмония.

При остром отравлении сулемой -

- При поступлении внутрь возникает резкая боль в животе, пищеводе, рвота, диарея (часто с кровью), металлический привкус во рту, слюнотечение, кровоточивость дёсен, медно-красная окраска слизистых оболочек рта и глотки, позже тёмная кайма сернистой ртути на дёснах, язвенный стоматит, гингивит. На 2–3 день острая почечная недостаточность, признаки поражения ЦНС, анемия.
- **При попадании на кожу и слизистые оболочки - ожоги.**

Отравления ртутью и её солями (продолжение):

Хроническая интоксикация -

- На начальной стадии астено-невротический синдром (раздражительность, слабость, головная боль, беспокойный сон), мелкий, неритмичный тремор пальцев, тахикардия, повышенная потливость, возможны явления гипертиреоза, дисфункции яичников.
- Психоневрологические расстройства, симптом ртутного эретизма (робость, неуверенность в себе, при волнении учащенное сердцебиение, потливость, гиперемия лица, сильные головные боли, раздражительность, бессонница, кошмарные сновидения, возможны психозы, выраженная сосудистая неустойчивость, в области сердца болевые ощущения (кардиалгии).
- Ртутный хрусталик - коричневое окрашивание передней части хрусталика.
- Гингивиты и стоматиты.
- Прогрессирующее поражение почек.

Прогноз -

Достаточно серьёзный (особенно при отравлении сулемой, хлоридом ртути II) и зависит от количества токсического вещества (смертельная доза сулемы около 0,5 г) и своевременности оказанной помощи.

*Болезнь Минамата – экологическое
заболевание, вызванное отравлением соединениями ртути*

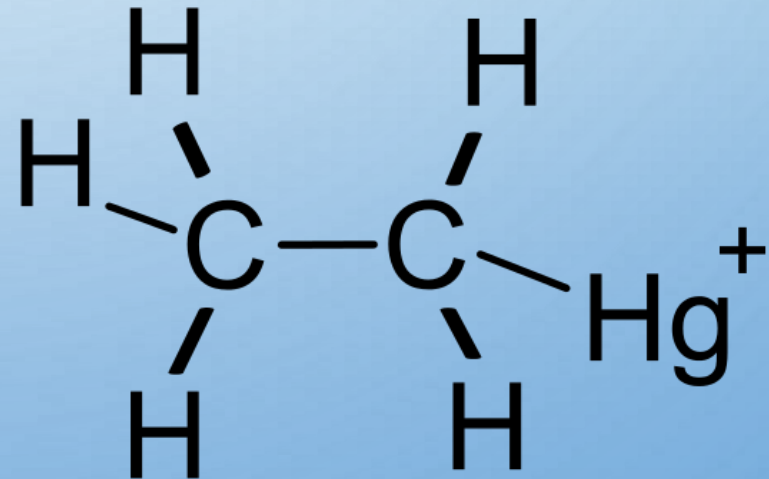
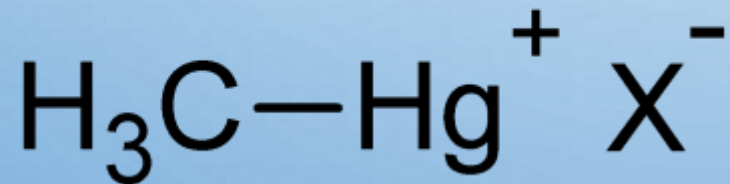


Болезнь Минамата -

синдром, вызываемый отравлением органическими соединениями ртути, преимущественно метил-ртутью и диметил-ртутью. Была впервые обнаружена в Японии в городе Минамата в 1956 году. Симптомы включают нарушение моторики, онемение в конечностях, ослабление зрения и слуха, а в тяжёлых случаях паралич и нарушение сознания, завершающиеся летальным исходом.

На химическом заводе «Chisso» в Минамата при производстве уксусного альдегида в качестве катализатора использовался сульфат ртути.

В результате микробиологических реакций из него образовывалась диметил-ртуть, которая накапливалась в воде и организмах залива Минамата более 30 лет с момента начала этого производства.



Из истории болезни Минамата:

В апреле 1956 года врачи местной больницы столкнулись со странным заболеванием, проявившимся у пятилетней девочки. Симптомы: затруднённые движения, вялая речь, припадки - позволяли говорить о неизвестном нервном заболевании.

Постепенно стали обнаруживаться примеры странного поведения животных. Коты вели себя странно, дергались в конвульсиях, часто умирали, что было названо «болезнь кошачьего танца», погибали рыбы и птицы, исчезли водоросли.

Проанализировав информацию о пострадавших, учёные из университета Кумамото обнаружили, что они происходили из рыбацких деревень на побережье залива Минамата. Их основная пища состояла из морепродуктов, выловленных в этом заливе. Катионы ртути превращались в метилртуть и передавались по пищевым цепям, достигая токсичной для человека концентрации.

Завод закрыли, но карантин с залива сняли только в 1997 году.

Свинец (Pb):

Физико-химические свойства:

- плотность 11, 34 г/см³;
- температура плавления 327, 4°C;
- температура кипения 1745°C;
- голубовато-белый тяжёлый металл с металлическим блеском в свежем срезе;
- свинец быстро покрывается слоем окиси и солей, получающихся при доступе влаги и кислорода воздуха.

Токсические свойства:

- источником бытовых отравлений, к примеру, могут стать пища и вода, длительно хранившиеся в посуде, покрытой свинцовой глазурью;
- тяжелое отравление возникает при приеме внутрь от 2 до 3 г солей свинца, в частности ацетата.

Отравления свинцом:

- При **острых** отравлениях соединениями свинца в организме резко нарушаются окислительно-восстановительные процессы, угнетается синтез гемоглобина и повреждаются оболочки эритроцитов.
- Нарушаются структура и функции нервной ткани, почек, печени, стенок кровеносных сосудов.
- В результате происходит разрушение эритроцитов, понижается тонус сосудов и повышается их проницаемость, что приводит к отеку головного мозга и множественным кровоизлияниям, к поражению периферических нервов, нарушению работы почек.

Хронические сатурнизмы (отравления свинцом):

- Способен длительно депонироваться в тканях, особенно в паренхиматозных органах и костях.
- Общие симптомы *сатурнизма*: "свинцовая" окраска кожи, свинцовая кайма на деснах, изменение крови (повышение ретикулоцитов более 6-8 %, базофильная зернистость эритроцитов), увеличение порфиринов в моче, поражения нервной системы.

Поражения нервной системы при сатурнизме:

- *Астенический синдром* - головные боли, головокружение несистемного характера, физическая и психическая утомляемость, вялость, нарушение сна, эмоциональная лабильность, сужение круга интересов.
- *Свинцовая энцефалопатия* - значительное ухудшение памяти, интенсивные головные боли, снижение критики к своему состоянию, психосенсорные расстройства и нарушения восприятий в виде зрительных, слуховых и тактильных галлюцинаций, гиперкинезы типа дрожания, атаксия, поражение отдельных черепно-мозговых нервов, явления височной эпилепсии, свинцовая менингопатия.

Поражения мышц при сатурнизме:

Свинцовая колика - боли в животе, нарушение деятельности кишечника, рвота, тахикардия, подъем артериального давления, повышенный уровень катехоламинов в крови.

Свинцовые параличи - наиболее тяжелый и типичный синдром. Наиболее часто поражаются разгибатели кистей и пальцев (свисающая кисть), иногда с поражением разгибателей стопы. Может развиваться синдром Арана - Дюшеина (слабость и атрофия мелких мышц кисти). Правая рука обычно страдает сильнее. В тяжелых случаях в процесс вовлекаются глазодвигательный и лицевой нервы.

Проявления свинцовой интоксикации:



Отравление свинцом

часто происходит при:

- добыче свинца,
- выплавке свинца и других металлов из полиметаллических свинец-содержащих руд,
- производстве свинцовых красок, аккумуляторов,
- работе в цехах полиграфического и кабельного производства,
- закалке металлических изделий в свинцовых ваннах,
- газорезке металлических частей, окрашенных свинцовыми красками (суриком, белилами),
- употреблении воды или продуктов питания, зараженных свинцом.

Мышьяк (As):

Физико-химические свойства:

- плотность 5,73 г/см³;
- температура возгонки при нормальном давлении около 610 °С;
- температура плавления 817 °С ;
- имеет вид металлически блестящих серых скорлупок или плотных масс, состоящих из маленьких зернышек;
- на воздухе при нормальной температуре даже компактный (плавленный) металлический мышьяк легко окисляется;
- при нагревании порошкообразный мышьяк воспламеняется и горит голубым пламенем.

Токсические свойства:

- при приеме внутрь развивается токсидермия, которая проявляется насыщенно синим цветом с фиолетовым оттенком всего кожного покрова и видимых слизистых оболочек;
- особенно ядовит мышьяковистый ангидрид, или белый мышьяк, который вызывает смертельное отравление в дозе 60 - 70 мг;
- чаще всего соединения мышьяка проникают в организм в виде пыли и с зараженной пищей и водой. Они могут длительно фиксироваться в костях, печени, коже, волосах.

Острое отравление мышьяком:

- ❑ Клинически характеризуется симптомами типичного гастроэнтерита с рвотой, болями в животе, обильными поносами и резким обезвоживанием.
- ❑ Однако отмечается сухость в глотке (несмотря на слюнотечение), а также судороги в икроножных мышцах, что должно сразу направить врача в сторону возможности отравления.
- ❑ Летальный исход наступает через 1-2 дня при явлениях токсического шока. В острых случаях диагноз могут подтвердить зеленая окраска рвотных масс и запах чеснока.

Хронические отравления мышьяком:

- ☐ Протекают при менее выраженном диарейном синдроме.
- ☐ К нему присоединяются изменения кожи и слизистых оболочек, анемии, параличи, истощение.
- ☐ Диагноз мышьякового отравления легко подтвердить путем химического анализа волос и ногтей.
- ☐ Увеличение частоты стула (до 2-3 раз в сутки), живот вздут, выражены явления метеоризма, могут быть частая рвота, язык обложен серым налетом, изо рта отчетливо ощущается запах аммиака.

Следующие факторы повышают риск отравиться мышьяком:

На работе:

- В компании, которая обрабатывает древесину мышьяком;
- В металлообрабатывающей промышленности;
- На производстве стекла;
- В электронной промышленности;
- При производстве пестицидов или обработке семян соединениями мышьяка.

При проживании в районах с высоким уровнем природного мышьяка.

Токсикодермия у жителей районов с высоким содержанием мышьяка в питьевой воде:



Кадмий (Cd):

Физико-химические свойства:

- плотность 8,65 г/см³;
- температура кипения 1038 К;
- температура плавления 594,1 К.
- ❖ При нормальных условиях - мягкий ковкий тягучий переходный металл серебристо-белого цвета.
- ❖ Устойчив в сухом воздухе, во влажном на его поверхности образуется плёнка оксида, препятствующая дальнейшему окислению металла

Кадмий:

Токсические свойства: один из самых токсичных тяжелых металлов, имеет отчетливую тенденцию к накоплению в организме - период его полувыведения составляет 10-35 лет.

- В организме находится в связанном состоянии (в комплексе с белком – металлотионеином), в таком виде он менее токсичен, но не безвреден.
- Накапливаясь в организме, приводит к нарушению работы почек и повышенной вероятности образования почечных камней.
- Химически очень близок к цинку и способен замещать его в биохимических реакциях, например, выступать как ингибитор, содержащих цинк белков и ферментов.
- Является также антагонистом кальция и железа и способен замещать эти элементы, например, кальций в костной ткани.

При остром отравлении Cd^{2+} :

- Может быть вызван вдыханием пыли или аэрозоля окиси кадмия, симптомы проявляются не сразу, а примерно через 10 ч.
- Наблюдаются явления раздражения конъюнктивы глаз, слизистых оболочек верхних дыхательных путей, явления бронхита, бронхопневмонии, отека легких.
- Имеют место диспепсические явления - тошнота, рвота, понос.
- При отравлении кадмием наблюдаются головная боль, слабость, головокружения, сердцебиения.
- Моча при острых отравлениях может иметь коричневую окраску и содержать эритроциты.
- при приеме внутрь более 50 - 60 мг кадмия наступает смертельное отравление.

В течение хронической интоксикации кадмием различают следующие периоды:

- *Латентный*, который может длиться несколько лет. У больного могут быть жалобы на боль в верхних дыхательных путях и желудочно-кишечного тракте.
- "*Тревожный период*", во время которого появляется типичное окрашивание зубов в желтый цвет.
- *Период болезненных явлений*, выражающихся в астеническом симптомокомплексе.
- *Период, характеризующийся обменными нарушениями и поражением костей*. Обычно этот период наблюдается при длительном отравлении (более 8 лет).

Симптомы кадмиевой интоксикации:

- потеря обоняния;
- появление желтой каймы вдоль шейки зубов и десневого края;
- похудание, плохой аппетит, астенические и диспепсические жалобы, боли в костях конечностей;
- изъязвления и прободения носовой перегородки, появляются носовые кровотечения;
- расширение корней легких, уменьшение жизненной емкости легких, снижение максимальной вентиляции легких;
- поражение печени, которое проявляется хроническим гепатитом, гепатохолециститом;
- функциональная недостаточность поджелудочной железы.

Кроме того, кадмий считается потенциальным канцерогеном!

Факторы, увеличивающие вероятность отравления кадмием:

- Курение: при выкуривании 20 сигарет всасывается 0,5-2 мкг кадмия;
- Проживание возле мест захоронения опасных отходов или около промышленных предприятий с выбросами кадмия в воздух;
- Работа в металлургии и/или на нефтеперерабатывающем заводе;
- Работа на заводе, который производит содержащие кадмий товары (например, батареи, покрытия, пластмассы, красители);
- Дефицит питательных веществ - кальция, железа, белка и/или цинка.

Болезнь итай-итай:

- ❑ Классическим примером хронического отравления кадмием является заболевание, впервые описанное в Японии в 50-е годы XX века и получившее название "итай-итай" (если переводить художественно, то получится что-то типа: "Ох-ох, как больно!").
- ❑ Болезнь сопровождалась сильными болями в поясничной области, миалгией (болью в мышцах), а также остеомалацией (размягчением костей), проявлявшейся хрупкостью и ломкостью костей и деформацией скелета. Были и характерные признаки поражения почек, носившие необратимый характер.
- ❑ Были зафиксированы сотни смертельных исходов "итай-итай".
- ❑ Это заболевание приняло массовый характер в силу высокой загрязненности окружающей среды в Японии, специфики питания японцев - преимущественно рисом и морепродуктами. Оба продукта способны накапливать кадмий в высоких концентрациях.
- ❑ Исследования показали, что заболевшие "итай-итай" потребляли в сутки до 600 мкг кадмия. В дальнейшем, в результате мероприятий по охране окружающей среды, частота и острота синдромов, подобных "итай-итай" заметно снизилась.

Итай-итай – экологическое заболевание!



Сурьма (Sb):

Физико-химические свойства:

- Плотность 6,691 г/см³;
- Температура кипения 1908К;
- Температура плавления 903,9К;
- Металл серебристо-белого цвета с синеватым оттенком, грубозернистого строения.
- При обработке кислотами металлов, содержащих сурьму, выделяется ядовитый газ – стибин.

Токсические свойства:

- Сурьма и ее соединения поступают в организм главным образом через органы дыхания;
- Могут длительно задерживаться в печени, коже, волосах.

При остром отравлении сурьмой наблюдаются:

- сильным раздражением слизистых оболочек глаз и верхних дыхательных путей;
- поражением желудочно-кишечного тракта, (понижение аппетита, тошнота, рвота, боли в животе);
- поражением центральной нервной системы;
- головной болью;
- стоматитом;
- мышечными спазмами;
- в тяжелых случаях возникает внутрисосудистый гемолиз, желтуха;
- при приеме смертельной дозы в течение 20-48 ч развиваются шок, кома и смерть, для человека смертельная доза соединений трехвалентной сурьмы — 0,12—1,0 г).

Хроническое отравлении Sb:

- Желудочно-кишечные нарушения выражены слабее, чем при остром отравлении.
- Возможны похудание, потеря аппетита, тошнота, понос или запор.
- Появляются трещины на кожном покрове и зуд, поражение слизистой носа, легких с явлениями пневмосклероза.
- Поражения нервной системы могут проявляться сенсомоторной нейропатией, слюнотечением и потоотделением, а также энцефалопатией.
- Последняя на ранних стадиях характеризуется утомляемостью, сонливостью, головной болью и оглушенностью, по мере прогрессирования развиваются эпилептические припадки, кома и смерть.

Факторы риска отравлений сурьмой – работа на следующих промышленных производствах:

Предприятиях чёрной и цветной металлургии;

Производстве спичек и пиротехники;

Пятисернистую сурьму применяют для вулканизации каучука;

Производстве «медицинской» резины, имеющей характерный красный цвет и высокую эластичность, в состав которой входит Sb_2S_5 ,

Производстве огнеупорных красок и тканей (используется жаростойкая трёхокись сурьмы)

Производстве сурьмянистого водорода (стибина) SbH_3 - применяется в качестве фумиганта для борьбы с насекомыми, вредителями сельскохозяйственных растений.

В медицине: соединения сурьмы, например, меглюмин антимонат (глюкантим) и натрия стибоглюконат (пентостам), применяются в лечении лейшманиоза. Интоксикация при неправильном лечении.

Современные методы лечения и профилактики при отравлении тиоловыми ядами (профилактика отравлений):

1. Обеспечение чистоты воздушной среды. Система сигнализации о наличии в воздухе рабочей зоны токсичных соединений.
2. Контроль за продуктами питания и определение концентрации токсических металлов в продуктах, которые могут попадать туда из почвы в результате интенсивного загрязнения ее промышленными выбросами.
3. Ограничение использования глиняной посуды, покрытой глазурью, луженой посуды или оборудования, покрытого оловом с повышенным содержанием свинца, а также эмалированной посуды при нарушении рецептуры изготовления эмали.
4. Очистка и освобождение от токсических компонентов сточных вод для орошения сельскохозяйственных полей.

Документы, регламентирующие концентрацию опасных элементов:

Предельно допустимая концентрация (ПДК) - утверждённый в законодательном порядке **санитарно-гигиенический норматив**. Под ПДК понимается такая максимальная концентрация химических элементов и их соединений в окружающей среде, которая при повседневном влиянии в течение длительного времени на организм человека не вызывает патологических изменений или заболеваний, устанавливаемых современными методами исследований, в любые сроки жизни настоящего и последующего поколений.

Значения ПДК включены в **ГОСТы, санитарные нормы и другие нормативные документы**, обязательные для исполнения на всей территории государства; их учитывают при проектировании технологических процессов, оборудования, очистных устройств и пр. **Санитарно-эпидемиологическая служба** в порядке санитарного надзора систематически контролирует соблюдение нормативов ПДК в воде водоёмов хозяйственно-питьевого водопользования, в атмосферном воздухе и в воздухе производственных помещений.

Специальные профилактические медицинские мероприятия:

1. Проведение санитарной обработки в зоне химического заражения.
2. Использование индивидуальных технических средств защиты.
3. Участие медицинской службы в проведении химической разведки, проведение экспертизы воды и продовольствия.
4. Запрет на использование воды и продовольствия из непроверенных источников.
5. Обучение жителей правилам поведения на зараженной местности.

Лечение отравлений

– дитиоловые антидоты

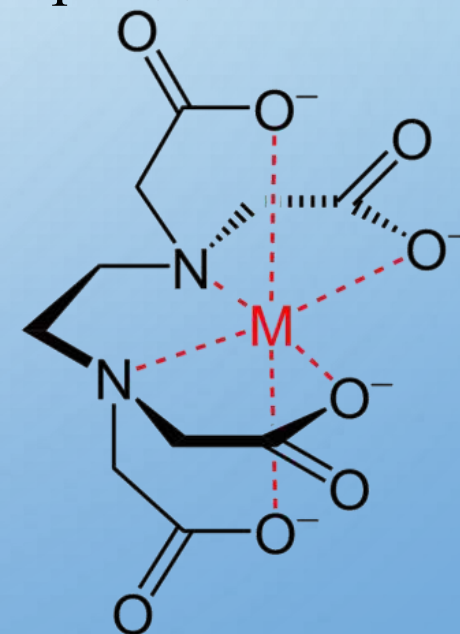
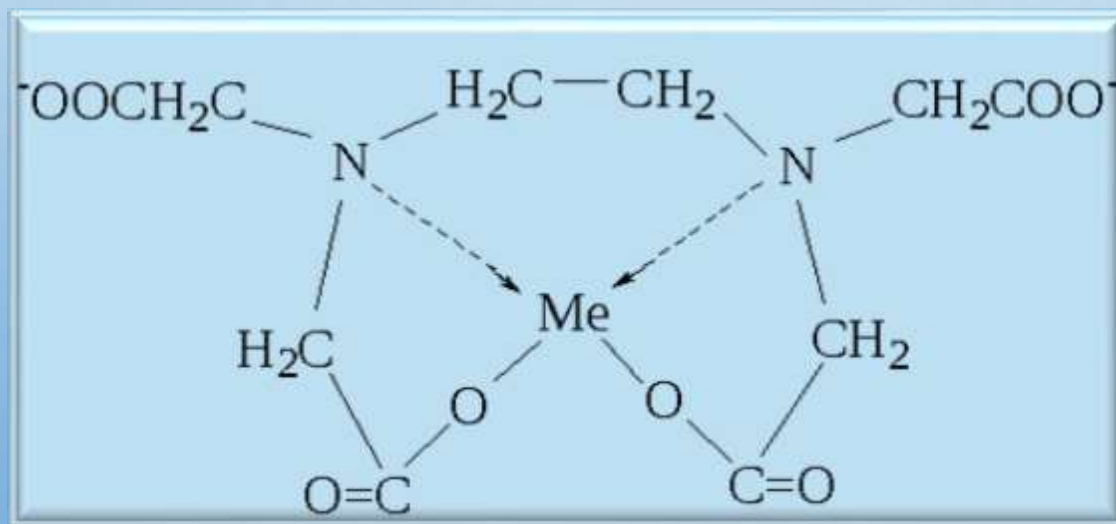
Для нейтрализации тиоловых ядов применяются дитиоловые антидоты (доноры SH-групп). Механизм их действия представлен на схеме:



Антидоты – комплексоны (комплексообразователи):

Они образуют прочные комплексные соединения с токсичными катионами Hg^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} . Такие комплексные соединения выводятся из организма, не причиняя ему вреда.

Среди комплексонов наиболее распространены *соли этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА)*, прежде всего этилендиаминтетраацетат натрия.



- ❖ **Унитиол** - детоксическое комплексообразующее средство, донор сульфгидрильных групп.
- ❖ Две активные сульфгидрильные группы унитиола вступают во взаимодействие с тиоловыми ядами, находящимися в крови и тканях, и образуют с ними нетоксичные комплексы, которые выводятся с мочой.



Применение энтеросорбентов.

- Энтеросорбенты («энтеро» - внутренний, «сорбео» - притягивать, поглощать), попадая в кишечник, связывают токсичные вещества и выводят их из организма.
- На поверхности энтеросорбента расположено большое количество пор и активных центров, что обеспечивает обширную суммарную площадь эффективного контакта.
- За счет этого энтеросорбенты в состоянии поглотить и вывести вместе с собой из организма немалое количество вредных, токсичных веществ.
- Наиболее широко применяемый энтеросорбент - *активированный уголь*.
- Современным и высокоэффективным классом энтеросорбентов являются ферментированные штаммы винных дрожжей, пищевые волокна на основе пшеничных отрубей , а также *энтеросгель*.

«Бытовые» антидоты – молоко, сырое яйцо, пектины

Почему эти продукты
хорошо связывают тяжелые металлы?



Другие лечебные мероприятия

Обильное питье, а в тяжелых острых случаях - форсированный диурез (введение больших объемов жидкости и сильных мочегонных препаратов, способствующих выведению почками токсических веществ с мочой).

В случае развития острой почечной недостаточности проводят гемодиализ.

«Ne quid nimis» -

«ничего слишком»

- ❖ Это важный принцип не только в медицине (откуда он взят), но и вообще в жизни.
- ❖ Применительно к нашей теме он указывает, что «токсичные» металлы могут быть и «нетоксичными», даже жизненно необходимыми!

Задание для самостоятельной работы:

Напишите конспект о роли металлов в нашем организме (железа, цинка, хрома, меди, кобальта, марганца), проявлениях их недостаточности и избытка.

Список литературы:

Основная литература:

- Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов : учебник для студентов вузов / ред. Ю. А. Ершов. - М. : Высшая школа, 2002, 2009. - 559 с.
- Химия [Электронный ресурс] : учебник / Пузаков С.А. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2006. - <http://www.rosmedlib.ru/book/ISBN5970401986.html>
- Попков, В. А. Общая химия [Электронный ресурс] : гриф УМО по медицинскому и фармацевтическому образованию вузов России. / Попков В.А. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2010. - Б. ц.— Режим доступа: <http://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785970415702.html>
- Биоорганическая химия : учебник для студентов медицинских вузов / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков, С. Э. Зурабян. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 416 с. : ил.
- Биоорганическая химия : учебник для студентов медицинских вузов / Н. А. Тюкавкина,

Дополнительная литература:

- Общая химия : учебник для студентов медицинских вузов / В. А. Попков, С. А. Пузаков. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2009. - 976 с.
- Органическая химия с основами биохимии [Электронный ресурс] : учебное пособие / М. Ф. Некрасова, Т. И. Вострикова, Н. Е. Ким [и др.]. - Новосибирск : Сибмедиздат НГМУ, 2014. - 232 с.

Спасибо за внимание!