



**ЭКОТОКСИКАНТЫ**

**KESKKONNAMÜRGID**

# НИЧТО НЕ ЛИШЕНО ЯДОВИТОСТИ (Парацельс)

- **Экотоксиканты** (яды окружающей среды) – вредные вещества, загрязняющие окружающую среду и отравляющие находящиеся в ней живые организмы.
- **Экотоксикант** - токсичное и устойчивое в условиях окружающей среды вещество, способное накапливаться в организмах до опасных уровней концентраций



# НИЧТО НЕ ЛИШЕНО ЯДОВИТОСТИ (Парацельс)

- **Вредные вещества**  
– вещества, воздействие которых на биологические системы может привести к отрицательным последствиям



# НИЧТО НЕ ЛИШЕНО ЯДОВИТОСТИ (Парацельс)



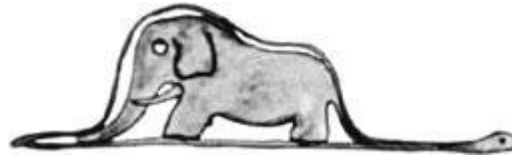
- **Токсичностью** называется способность различных химических элементов или их соединений оказывать вредное воздействие на биоту (микроорганизмы, грибы, растения, животных и человека), что ведет к заболеваниям или, в тяжелых случаях, к гибели

# НИЧТО НЕ ЛИШЕНО ЯДОВИТ (Парацельс)



- Действие вещества на организмы зависит от концентрации: одно и то же вещество в малых концентрациях может быть полезным, а в больших – вредным. Поэтому в настоящее время общепризнанным является утверждение, что нет токсических веществ, а есть токсические концентрации.

# НИЧТО НЕ ЛИШЕНО ЯДОВИТОСТИ (Парацельс)



Реакция организма

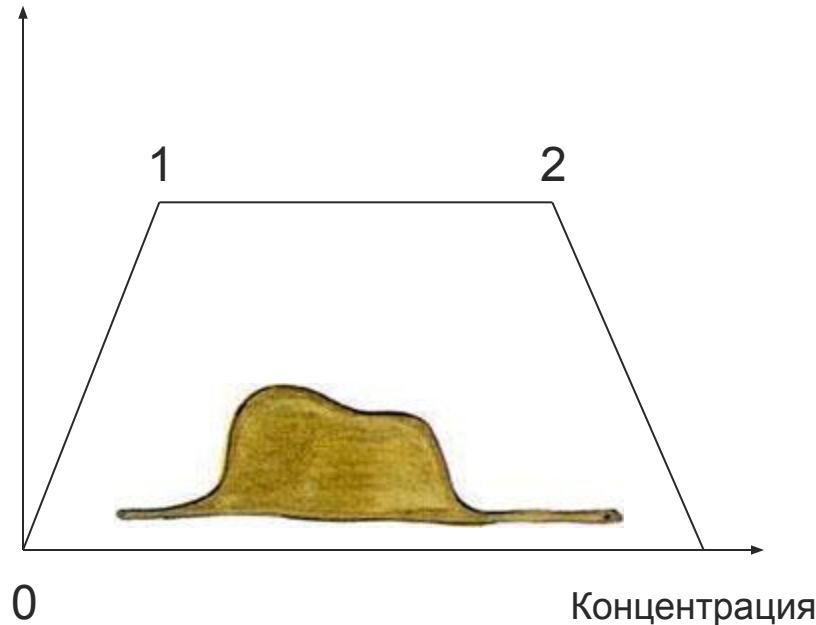


Схема реагирования живого организма на изменение концентраций химических веществ, являющихся компонентами внутреннего круговорота

Реакция организма

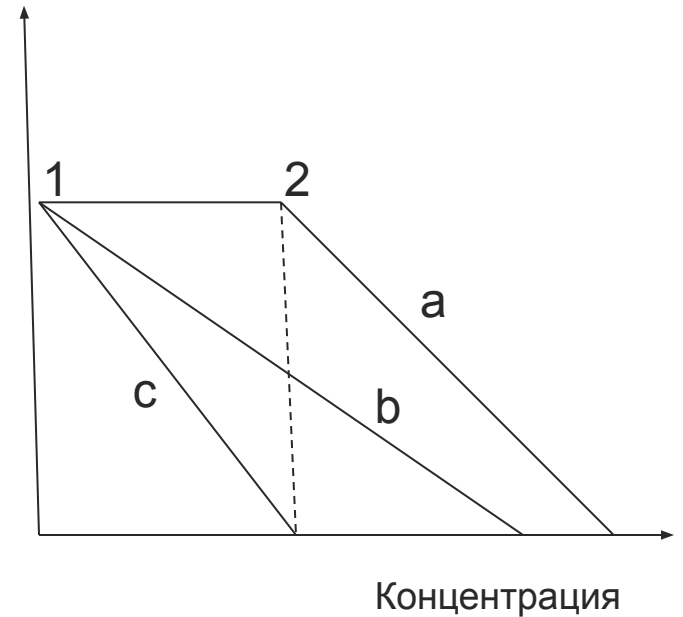


Схема реагирования живого организма на изменение концентраций химических веществ, не участвующих во внутреннем круговороте

# НИЧТО НЕ ЛИШЕНО ЯДОВИТОСТИ (Парацельс)

- **Ксенобиотики** - чужеродные для организмов химические вещества, не входящие в естественный биотический круговорот. Попадая в живые организмы, могут вызывать нежелательные эффекты:
  - Токсические или аллергические реакции
  - Изменения наследственности
  - Снижение иммунитета
  - Специфические заболевания
  - Нарушение обмена веществ
  - Нарушение естественного хода природных процессов в экосистемах

# НИЧТО НЕ ЛИШЕНО ЯДОВИТОСТИ (Парацельс)

Примеры ксенобиотиков:

- Тяжелые металлы
- Фреоны
- Нефтепродукты
- Пластмассы
- Полициклические и галогенированные ароматические углеводороды и др.



# НИЧТО НЕ ЛИШЕНО ЯДОВИТОСТИ (Парацельс)

Два типа токсичных веществ:

- Абсолютно токсичные – вещества, токсичные при любых концентрациях (кривые b и c). Ксенобиотики
- Ограниченно токсичные – химические вещества, для которых существует плато приспособляемости (кривая a)

# НОРМИРОВАНИЕ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ



# ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ

- *Экологическое нормирование* предполагает учет так называемой **допустимой нагрузки на экосистему**
- Допустимой считается такая нагрузка, под воздействием которой отклонение от нормального состояния системы не превышает естественных изменений, а следовательно, не вызывает нежелательных последствий у живых организмов и не ведет к ухудшению качества среды
- В настоящее время все чаще обращают внимание на влияние примесей окружающей среды на растительность и животных. Широкая чувствительность растений и животных нашла в биологическом мониторинге
- Экологическое нормирование состояния окружающей среды на практике фактически не реализовано

# САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ

- В основе *санитарно-гигиенического нормирования* лежит понятие ПДК
- ПДК – это нормативы, устанавливающие концентрацию вредного вещества в единице объема (воздуха, воды), массы (почвы, пищевых продуктов), которые при воздействии за определенный промежуток времени практически не влияют на здоровье человека и не вызывают неблагоприятных последствий у его потомства
- Санитарно-гигиеническое нормирование охватывает все среды – воздух, воду, почву
- Установление ПДК для каждого отдельного вещества требует продолжительных экспериментов и исследований

# ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ

- К *техническим нормативам* относятся нормативы выбросов и сбросов вредных веществ, определяемые для предприятий



- В основу установления технических нормативов положен принцип: при условии соблюдения этих нормативов предприятиями региона содержание любой примеси в воздухе, воде и почве должно удовлетворять требованиям санитарно-гигиенического нормирования.

# ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ

- Техническое нормирование определяет предельно-допустимые потоки вредных веществ, которые могут поступать от источников воздействия в воздух, воду, почву. Таким образом, от предприятий требуется не обеспечение ПДК, а соблюдение пределов выбросов и сбросов вредных веществ (ПДВ и ПДС), установленных для объекта в целом или конкретных источников, входящих в его состав.
- ПДВ – масса вредного вещества в отходящих газах, максимально допустимая к выбросу в атмосферу в единицу времени (г/с, т/год).
- ПДС – масса вредного вещества в сточных водах, максимально допустимая к сбросу в водоем в единицу времени (г/с, т/год).
- Принцип установления ПДВ и ПДС: их величины должны гарантировать достижение установленных норм качества воздуха и воды.

# Токсичность веществ

- Для количественной характеристики токсичности используют два показателя: ЛД50 и ЛД100 (ЛД – летальная доза).
- ЛД50 – доза токсина, от которой погибает половина животных;
- ЛД100 – доза токсина, от которой погибают все животные.



# Токсичность веществ



- Дозу обычно выражают массой токсина на 1 кг живого веса организма (мг/кг).
- Например, у классических ядов – цианистого калия и стрихнина ЛД<sub>100</sub> составляет соответственно 10 и 0,5 мг/кг.
- Приведенные значения характеризуют ударную летальную дозу, введенную в организм одноразово. Чем меньше значение ЛД, тем более токсично вещество.



# Токсичность веществ

- Самым сильным ядом в мире является токсин ботулизма D (летальная доза  $0,32 \cdot 10^{-6}$  мг/кг). Кристаллический ботулин D превосходит цианистый калий в 100 миллионов раз
- Далее следует токсин ботулизма A, токсин столбняка, палитоксин, диоксин, сакситоксин (содержится в составе планктона), тетродотоксин (выделяет рыба фугу), яд морских змей, яд кобры, цианистый водород, цианид калия



- Из небелковых ядов самый сильный батрахотоксин, выделенный из кожного секрета колумбийской лягушки кокои, — он в сотни раз токсичнее кураре и в несколько раз тетродотоксина из рыбы фугу

# Токсичность веществ

- Биоаккумуляция - накопление в организмах загрязняющих веществ, которые поступают вместе с пищей или поглощаются из окружающей среды, но не разлагаются и не выделяются обратно

Причины:

- Отсутствие биodeградации
- Вещества легко поглощаются, но очень медленно выводятся из организма

# Токсичность веществ

- Биоконцентрация (биоаккумуляция) - процесс увеличения концентрации вещества в организмах при переходе от низших трофических уровней данной экосистемы к высшим
- Типичный пример: в планктоне содержание диметилртути составляет примерно 0,01 мкг/г, в мышечной ткани хищных рыб достигает 1,5, а у птиц-рыболовов – 3-14 мкг/г

# Токсичность веществ

- Синергизм – комбинированное действие токсичных веществ на организм, при котором суммированный эффект превышает действие, оказываемое каждым компонентом в отдельности (целое больше суммы его отдельных частей)

# ТОКСИЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

- **Тяжелые металлы** (молярная масса  $\geq 50$ ): свинец Pb, ртуть Hg, кадмий Cd, хром Cr, никель Ni, цинк Zn, медь Cu, марганец Mn, железо Fe и др.
- **Легкие металлы**: литий Li, бериллий Be, алюминий Al и др.
- **Металлоиды**: мышьяк As и др.

# ТОКСИЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

## Свинец Pb

- Биологическая роль: не изучена, канцероген
- Токсическая доза 1 мг
- Летальная доза 10г
- Токсичный элемент, обладает кумулятивными свойствами, действует на ферментативные системы и обмен веществ в клетках, накапливается в морских отложениях и пресной воде

# ТОКСИЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

## Свинец Pb

### *Источники:*

- Цветная металлургия
- Сжигание ископаемого топлива
- Стекольная промышленность
- Лакокрасочная промышленность (свинцовые белила, эмали)
- Атомная промышленность (защита от  $\gamma$ -излучения)
- Химическое машиностроение
- Свалки бытовых отходов (свинцовые аккумуляторы)
- Транспортные средства (автотранспорт, авиация, ракетно-космическая техника) и др.

# ТОКСИЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

## Свинец Pb

### *Действие на человека:*

- Поражение нервной системы
- Снижение интеллекта
- Изменение физической активности, координации, слуха
- Поражения сердечно-сосудистой системы, заболевания сердца
- Нарушение женской и мужской репродуктивности, выкидыши, врожденные заболевания



# ТОКСИЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

## Кадмий Cd



- Биологическая роль: не изучена, токсичен, канцероген
- Токсическая доза 3-330 мг
- Летальная доза 1,5-9 г
- Многие соединения ядовиты
- Концентрируется в водорослях, моллюсках, ракообразных
- Осаждается и накапливается в донных отложениях
- Пути поступления в организм: пища (90-95)%, вода (5-10%) и воздух (примерно 1%).

# ТОКСИЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

## Кадмий Cd

### *Источники:*

- Сжигание ископаемого топлива
- Сжигание твердых отходов
- Производство пигментов (для окраски стекла , эмалей, глазури на керамике, полиграфические краски и т. д.)
- Гальванические процессы (антикоррозионные и декоративные покрытия изделий из железа и стали покрытия)
- Производство пластмасс (стабилизаторы)
- Никель-кадмиевые аккумуляторы (в авиационной технике, телефонных системах, в бытовой электронике) и бытовые батарейки
- Электрические кабели, автомобильные радиаторы, теплообменники и др.
- Осадки сточных вод
- Курение

# ТОКСИЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

## Кадмий Cd

### *Действие на человека:*

- Cd – Cancer Disease – раковое заболевание
- Рак легких – курильщики!
- Эмфизема легких, бронхиты, фарингиты и др. заболевания органов дыхания
- Гипертония
- Ишемическая болезнь сердца
- Почечная недостаточность

# ТОКСИЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

- Кадмий является антагонистом кальция и железа и способен замещать эти элементы, например, кальций в костной ткани. Поэтому недостаток в организме цинка, железа и кальция может привести к 2-3 кратному повышению усвояемости кадмия из желудочно-кишечного тракта

# ТОКСИЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

- В Японии в 50-е годы XX века появилась болезнь, получившая название "итай-итай"
- Сильные боли в поясничной области, миалгией (боль в мышцах)
- Остеомаляция (размягчение костей), проявляющаяся в хрупкости и ломкости костей и деформации скелета
- Поражение почек
- Смертельный исход
- Массовый характер заболевания в силу высокой загрязненности окружающей среды в Японии в то время и специфики питания японцев - преимущественно рисом и морепродуктами. Оба продукта способны накапливать кадмий в высоких концентрациях

# ТОКСИЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

## Ртуть Hg

- Биологическая роль: отсутствует, соединения токсичны, метилртуть высокотоксична, канцероген
- Токсическая доза 0,4 мг
- Летальная доза 150-300 г
- Металлическая ртуть очень летуча, поэтому особенно опасна
- Концентрируется пищевых цепях, особенно в морских организмах

# ТОКСИЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

## Ртуть Hg

### *Источники:*

- Электротехническая и электрохимическая промышленность (жидкие электроды в ртутных выпрямителях тока, ртутный катод, лабораторные приборы)
- Лекарственные препараты
- Ядохимикаты
- Выделение из земной коры

# ТОКСИЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Ртуть Hg

## *Действие на человека:*

- Поражение нервной системы
- Быстрая утомляемость
- Повышенная возбудимость
- Ослабление памяти
- Раздражительность
- Дрожание конечностей
- Минамата, Япония, 1956 год



# ТОКСИЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

## Алюминий Al

Широко применяется

- В быту (посуда)
- В технике: авиации, автомобилестроении, строительстве (конструкционный материал, преимущественно в виде сплавов с другими металлами)
- Электротехнике (заменитель меди при изготовлении кабелей и др.)
- Пищевой промышленности (фольга)
- Metallургии (легирующая добавка)
- Для очистки питьевой и сточных вод

# ТОКСИЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

## Алюминий Al

### *Пути поступления в организм:*

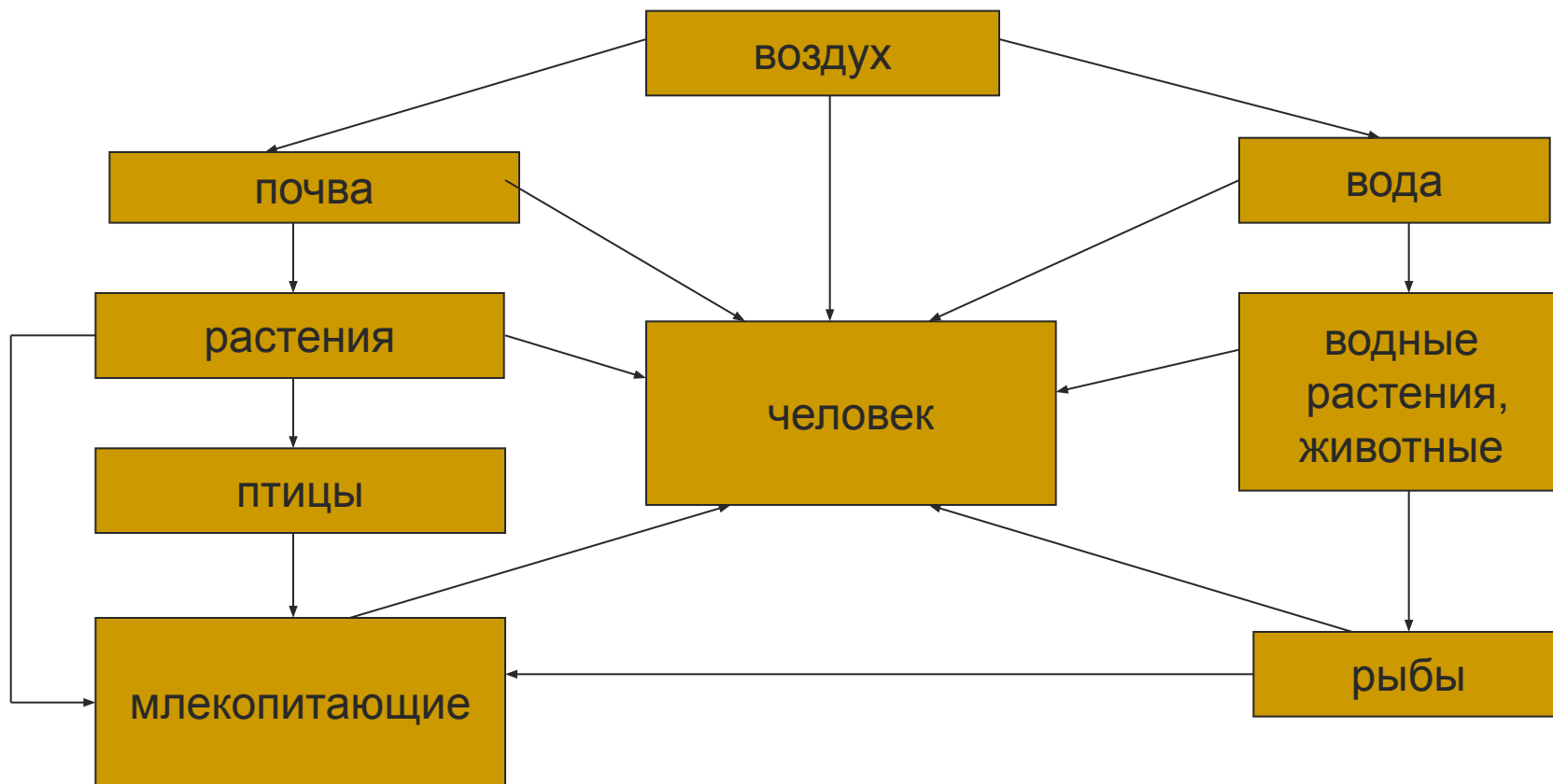
- пища. Например, чай может содержать алюминия от 20 до 200 раз больше, чем вода, на которой он приготовлен
- вода
- атмосферный воздух
- лекарственные препараты
- алюминиевая посуда (есть данные, что после термической обработки в такой посуде содержание алюминия в пище возрастает)
- дезодоранты и пр.

# ТОКСИЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

## Алюминий Al

- Первые данные о токсичности получены в 70-х годах 20 века
- Рост хрупкости костей
- Анемия
- Нарушения речи, провалы памяти, нарушение ориентации, помутнение рассудка
- Болезнь Альцгеймера

# КРУГОВОРОТ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ



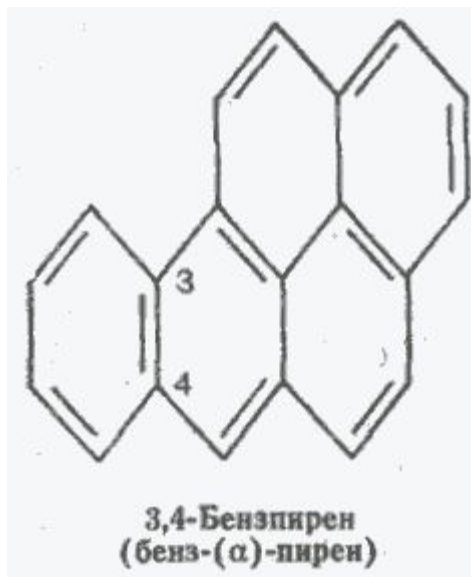
# ПОЛИАРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ

---

# ПОЛИАРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ

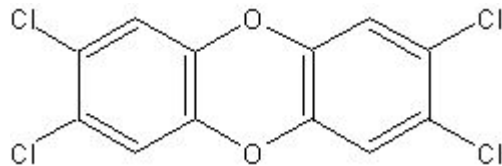


ПАУ канцерогены



Образуется в результате сжигания топлива, термической переработки органического сырья, табака и др.

# ДИОКСИНЫ



2,3,7,8-тетрахлородибензо-  
п-диоксин, ТХДД

Брутто-формула:  
 $C_{12}H_4Cl_4O_2$

Эталон онкотоксичности

Всего диоксиновая группа содержит 419 веществ

Вьетнамская война - дефолиант

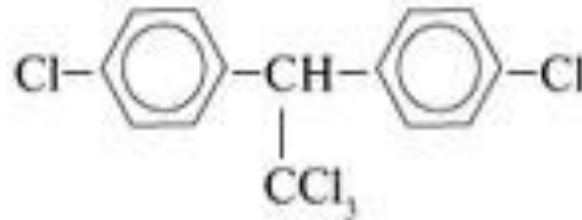
## ***Биологическое действие:***

- Снижение физических и умственных способностей
- Онкозаболевания
- Гибель плода
- Рождение детей с физическими уродствами

# ЯДОХИМИКАТЫ

## ДДТ

- ДДТ попадает в пищевую цепь
- циркулирует, накапливаясь в организмах живых существ
- ДДТ обладает токсическим воздействием на живые организмы разных уровней пищевой цепи
- оказывает подавляющее действие на жизненно важные функции
- влечёт смерть живого организма.
- Такое воздействие на окружающую среду может повлечь изменение видового состава флоры и фауны вплоть до полного искривления пищевой цепи, что в свою очередь может вызвать общий пищевой кризис и повлечь за собой необратимые процессы деградации экосистемы



1,1,1-Трихлор-2,2-бис  
(p-хлорфенил)этан

ДихлорДифенилТрихлор  
метилметан



# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Международная программа «Человек и биосфера»
- Проект «изучение загрязнения окружающей среды и его воздействие на биосферу»
- Изучение антропогенных экотоксикантов

- Самым сильным ядом в мире является токсин ботулизма D (летальная доза  $0,32 \cdot 10^{-6}$  мг/кг). Кристаллический ботулин D превосходит цианистый калий в 100 миллионов раз. Далее следует токсин ботулизма A, токсин столбняка, палитоксин, диоксин, сакситоксин (содержится в составе планктона), тетродотоксин (выделяет рыба фугу), яд морских змей, яд кобры, цианистый водород, цианид калия. Из небелковых ядов самый сильный батрахотоксин, выделенный из кожного секрета колумбийской лягушки кокои, — он в сотни раз токсичнее кураре и в несколько раз тетродотоксина из рыбы фугу.

