

КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Кафедра прикладной экологии

В.В. ЗОБОВ

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ТОКСИКОЛОГИЯ

Конспект лекций

Казань – 2014

УДК 821.111.09

ББК ШЗ(4)

Принято на заседании кафедры прикладной экологии

Протокол № 5 от «26» декабря 2014 года

Рецензенты:

доктор химических наук,

профессор кафедры прикладной экологии ИЭиП КФУ **В.З. Латыпова;**

доктор биологических наук,

профессор кафедры прикладной экологии ИЭиП КФУ **Н.Ю. Степанова**

Зобов В.В.

Экологическая токсикология / В.В. Зобов. – Казань: Казан. ун-т,
издание 2-е дополненное. 2014. – 39 с.

Дисциплина «Экологическая токсикология» - это курс лекций для студентов кафедры прикладной экологии ИЭиП. Данный курс представляет собой часть единого блока знаний, посвященного проблемам адаптации животных и человека к воздействию факторов среды физической, химической и биологической природы. Теоретическим фундаментом дисциплин являются экологическая физиология и экологическая генетика. Материал дисциплины можно изучать самостоятельно, выполняя предлагаемые задания, подготавливая письменные рефераты, устные доклады на семинарах и проводя самоконтроль усвоения материала с помощью вопросов и тестов к каждой лекции.

© Зобов В.В., 2014

© Казанский университет, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

| Наименование частей | Номера страниц |
|--|----------------|
| Тема 1. Введение: формирование проблемы индустриальной интоксикации биоты | |
| Тема 2. Экотоксикокинетика: поведение (судьба) веществ в окружающей среде | |
| Тема 3. Токсикодинамика: механизмы действия и влияние факторов среды на токсический эффект | |
| Тема 4. Экотоксикометрия | |
| Тема 5. Основные классы токсических веществ | |

Тема 1. Введение: формирование проблемы индустриальной интоксикации биоты

Лекция 1

Предмет и задачи экологической токсикологии

Аннотация. Данная тема раскрывает предмет и задачи экологической токсикологии.

Ключевые слова. Идиопатические состояния, экотатогенные воздействия, токсичность, биодоступность, меркуриоз, кадмиоз, ксенобиотическая концентрация, ксенобиотический профиль среды, экополлютант, экотоксикант

Методические рекомендации по изучению темы

- Тема содержит лекционную часть, где даются общие представления по теме;
- В дополнение к лекции есть презентация, которую необходимо изучить, и ответить на вопросы.
- В качестве самостоятельной работы предлагается написать рефераты, раскрывающие предмет и задачи экологической токсикологии и выступить с устными докладами.
- Для проверки усвоения темы имеются вопросы к каждой лекции и тесты

Основная литература

1. Софронов Г.А. Экстремальная токсикология. –М.: Элби. -2012. -256 с.
2. Лужников Е.А. Медицинская токсикология. Национальное руководство. – М.: ГЭОТАР-Медиа. -2012. -928 с.
3. Сотникова Е.В., Дмитренко В.П. Техносферная токсикология. Учебное пособие. –М.: Лань. -2013. -400 с.
4. Батян А.Н., Фрумин Г.Т., Базылев В.Н. Основы общей и экологической токсикологии. Учебное пособие. –М.: СпецЛит. -2009. -352 с.
5. Башарин В.А., Бутомо Н.В., Гребенюк А.Н. Практикум по токсикологии и медицинской защите. –М.: Фолиант. -2011. -296 с.

6. Граник В.Г. Токсикология лекарств. –М.: Вузовская книга. -2009. -440 с.
7. Основы токсикологии: учебное пособие для студ. вузов / П. П. Кукин, Н. Л. Пономарев, К. Р. Таранцева.—Москва: Высшая школа, 2008.—279 с.— (Безопасность жизнедеятельности).—Допущено Министерством образования и науки Российской Федерации.—ISBN 978-5-06-005717-1: р.418.00.

Рекомендуемые информационные ресурсы:

1. <http://lib.rus.ec/b/153197>
2. <http://ekologiya.narod.ru/default.htm>
3. <http://toksikologiya-trav.ru/?p=119>
4. <http://www.medline.ru/public/monografy/toxicology/p8-ecotoxicology/p2.phtml>
5. <http://poison-russia.narod.ru/t.htm>
6. http://abc.vvsu.ru/Books/ecolog_tocsicolog/default.asp
7. <http://www.medline.ru/monograf/toxicology/p8-ecotoxicology/p1.shtml>
8. [Презентация](#)

Глоссарий

Идиопатическое состояние (заболевание) - болезненное состояние без видимой причины.

Болезнь Минамата - синдром, вызываемый отравлением органическими соединениями ртути.

Болезнь итай-итай (кадмиоз) – болезнь характеризуется деформацией скелета с уменьшением роста, поясничными болями, болезненными явлениями в мышцах ног, утиной походкой.

Масляные» болезни (Ю-Шо и Ю-Ченг) – результат воздействия хлорорганических веществ.

Яд - химический компонент среды, поступающий в количестве, не соответствующем врожденным или приобретенным свойствам организма, и поэтому, несовместимый с жизнью.

Токсичность – свойство химических веществ, действуя немеханическим путем на биосистемы любого уровня, вызывать их повреждение или гибель.

Токсикология - наука, изучающая ядовитые вещества.

Экотоксикология – наука о загрязнителях биосферы и их эффектах на элементы биосферы.

Механизм действия - детальное описание совокупности последовательных стадий межмолекулярного взаимодействия между веществом и биомишенью.

Биодоступность - величина введенной дозы неизмененного лекарства, которая достигла системного кровообращения.

Ксенобиотики - чужеродные для живых организмов химические вещества.

Экополлютант - химическое вещество, которое находится в объекте окружающей природной среды в количествах, превышающих фоновые значения и вызывающие химическое загрязнение.

Вопросы для изучения:

1. Источники появления потенциально токсичных веществ в окружающей среде.
2. Идиопатические состояния и экопатогенные воздействия.
3. Улыбка Минамата, итай-итай, масляные болезни.
4. Токсичность, механизм токсического действия, биодоступность.
5. Постулаты токсикологии: *Corpora non agunt nisi soluta* и *Corpora non agunt nisi fixata*.
6. Ксенобиотики и ксенобиотическая концентрация.
7. Цели и задачи экологической токсикологии, гигиенические подходы, научные и законодательные задачи.
8. Ксенобиотический профиль среды.
9. Экополлютант и экотоксикант.
10. Целенаправленные эмиссии токсических веществ, аварии.

Первые последствия индустриальной интоксикации. Экопатогенные воздействия и массовые отравления. Во второй половине XX века стали фиксироваться «идиопатические» состояния: 1) Синдром повышенной химической восприимчивости. 2) Репродуктивные аномалии. В их основе лежат конкретные экопатогенные воздействия. Например: 1) Болезни минамата, итай-итай, масляные болезни. Затем: 1) череда случаев массового поражения диоксинами во время войны во Вьетнаме и у живущих около городских свалок; 2) при авариях на химических заводах в Севезо и др. Перечень экопатогенных воздействий продолжает расти: 1) химический СПИД или «синдром токсического испанского масла». 2) химическая астма, 3) болезнь Феера, 4) синдром черных ног, 5) синдром войны в Персидском заливе. В 1962 г. впервые появляются общества защиты окружающей среды и законодательные акты, ограничивающие промышленные выбросы. Экологическая токсикология была выделена в самостоятельную науку Рене Траутом в 1969 г.

Основные понятия токсикологии. Для токсиколога интерес представляют лишь те молекулы, которые обладают **биодоступностью** – это показатель, определяющий, какая часть вещества попала в биосистему или, точнее, в кровоток. **Биоактивны** и потенциально токсичны: 1) Вещества, находящиеся в жидком состоянии в форме растворов в бионейтральных растворителях. 2) Вещества, находящиеся в газообразном состоянии. 3) Вещества, адсорбированные на частицах почвы и различных поверхностях. 4) Твердые вещества, но в виде мелкодисперсных частиц.

Судьба биодоступного вещества: 1) Одна часть вещества утилизируется или метаболизируется биотой без токсикологических последствий. 2) Другая часть вещества не утилизируется биотой, и в определенных дозах, способна повреждать течение физиологических процессов. Именно эта не утилизируемая или необезвреженная часть вещества называется **ксенобиотической**.

Цель и особенности экологической токсикологии. Основная цель - поиск способов сохранения функций и многообразия всех представителей биоты от отдельных организмов до популяций и биоценозов, включая человеческую популяцию. **Задачи (научные):** 1) экотоксикокинетические, 2) экотоксикодинамические, 3) экотоксикометрические. **Задачи (законодательные):** 1) разработка статистически достоверных критериев экотоксичности. 2) разработка надежных критериев (ПДК) оценки соотношения риск/выгода от использования вещества перед запуском его в производство.

Ксенобиотический профиль среды обитания - совокупность химических веществ, содержащихся в объектах среды в форме (агрегатном состоянии), позволяющей им вступать в химические и физико-химические взаимодействия с элементами биосферы. Определение количественных параметров, при которых экополлютант превращается в экотоксикант - одна из сложнейших практических задач экотоксикологии. На практике удобно разделение веществ на 2 категории по их использованию: 1) Вещества, поступающие в среду в форме целенаправленных эмиссий (пестициды и агрохимикаты). 2) Вещества, поступающие в среду по неосторожности. Фактический вред для веществ 2-й категории измерить не возможно.

Тема 2. Экотоксикокинетика: поведение (судьба) веществ в окружающей среде

Лекция 2

Основы токсикокинетики

Аннотация. Данная тема раскрывает основы экотоксикокинетики.

Ключевые слова. Липофильность, гидрофильность, токсикокинетика, персистентность, депонирование, биотрансформация, элиминация, биоаккумуляция, биоиндикаторы накопления

Методические рекомендации по изучению темы

- Тема содержит лекционную часть, где даются общие представления по теме;

- В дополнение к лекции есть презентация, которую необходимо изучить, и ответить на вопросы.
- В качестве самостоятельной работы предлагается написать рефераты, раскрывающие основы экотоксикокинетики и выступить с устными докладами.
- Для проверки усвоения темы имеются вопросы к каждой лекции и тесты

Основная литература

1. Софронов Г.А. Экстремальная токсикология. –М.: Элби. -2012. -256 с.
2. Лужников Е.А. Медицинская токсикология. Национальное руководство. – М.: ГЭОТАР-Медиа. -2012. -928 с.
3. Сотникова Е.В., Дмитренко В.П. Техносферная токсикология. Учебное пособие. –М.: Лань. -2013. -400 с.
4. Батян А.Н., Фрумин Г.Т., Базылев В.Н. Основы общей и экологической токсикологии. Учебное пособие. –М.: СпецЛит. -2009. -352 с.
5. Башарин В.А., Бутомо Н.В., Гребенюк А.Н. Практикум по токсикологии и медицинской защите. –М.: Фолиант. -2011. -296 с.
6. Граник В.Г. Токсикология лекарств. –М.: Вузовская книга. -2009. -440 с.
7. Основы токсикологии: учебное пособие для студ. вузов / П. П. Кукин, Н. Л. Пономарев, К. Р. Таранцева.—Москва: Высшая школа, 2008.—279 с.— (Безопасность жизнедеятельности).—Допущено Министерством образования и науки Российской Федерации.—ISBN 978-5-06-005717-1: р.418.00.

Рекомендуемые информационные ресурсы:

1. <http://lib.rus.ec/b/153197>
2. <http://ekologiya.narod.ru/default.htm>
3. <http://toksikologiya-trav.ru/?p=119>
4. <http://www.medline.ru/public/monografy/toxicology/p8-ecotoxicology/p2.phtml>
5. <http://poison-russia.narod.ru/t.htm>
6. http://abc.vvsu.ru/Books/ecolog_tocsicolog/default.asp

7. <http://www.medline.ru/monograf/toxicology/p8-ecotoxicology/p1.shtml>
8. [Презентация](#)

Список сокращений

QSAR - quantitative structure-activity relationship

КССА – количественные соотношения «структура-активность»

Глоссарий

Токсикокинетика - раздел токсикологии, в рамках которого изучаются закономерности, а также качественные и количественные характеристики резорбции, распределения, биотрансформации ксенобиотиков в организме и их элиминации.

Липофильность (буквально - сродство к жирам) - свойство вещества, означающее его химическое сродство к органическим веществам, является синонимом гидрофобности.

Фугитивность (то же, что и летучесть) – свойство жидких и твёрдых веществ переходить в газообразное состояние.

Закон Генри - закон, по которому при постоянной температуре растворимость газа в данной жидкости прямо пропорциональна давлению этого газа над раствором. **Коэффициент Генри (H)** - отношение концентраций в газовой и водной фазах - описывает процесс улетучивания вещества.

Критерий (греч. - средство для суждения) - признак, на основании которого производится оценка, определение или классификация чего-либо; мерило оценки.

Персистентность (лат. persiste - упорствовать) - продолжительность сохранения ксенобиотиком биоактивности в окружающей среде или её отдельных объектах.

Мобильность (подвижность, транспорт, транслокация) - распространение веществ от зоны его внесения до других зон, где его воздействие может продолжаться.

Биотрансформация (син. метаболизм вещества) совокупность химических превращений химического вещества (лекарства, яда) в организме

Минерализация - полное разложение веществ, которое может протекать как абиотическим, так и биотическим путем.

Канцероген - химическое (вещество) или физическое (излучение) воздействие на организм, повышающее вероятность возникновения злокачественных новообразований (опухолей).

Биоаккумуляция (биоцентрирование) - процесс, посредством которого организмы накапливают вещества вплоть до уровня, при котором регистрируются токсические эффекты.

Фактор биоаккумуляции - отношение концентрации вещества в организме к концентрации того же вещества в окружающей среде или пище.

Биомагнификация - поступление веществ из пищи.

Седименты или наносы - твёрдые частицы, переносимые водным («подводные почвы», осадки) или воздушным потоком.

Гуминовые кислоты - группа тёмноокрашенных гумусовых кислот, растворимых в щелочах и нерастворимых в кислотах.

Гумусовые кислоты - класс высокомолекулярных органических азотсодержащих оксикислот с бензоидным ядром, входящих в состав гумуса и образующихся в процессе гумификации.

Вопросы для изучения:

1. Общая схема реализации токсического действия.
2. Основные физико-химические параметры веществ.
3. Прогнозы эмпирические и QSAR.
4. Что окружающая среда делают с экотоксикантом?
5. Что организм делают с токсикантом? Что токсикант делает с организмом?
6. Критерии экотоксикокинетики.
7. Пути поступления токсических веществ в организмы.
8. Связь канцерогенности с химической структурой.

9. Факторы, влияющие на биоаккумуляцию.
10. Распределение и депонирование веществ в организме.
11. Роль пищевых рационов в оценке токсического воздействия.
12. Биоиндикаторы накопления.
13. Судьба веществ в почве и седиментах.

Общая схема реализации токсического действия. Для того чтобы вещество, попав в окружающую среду подействовало на организм оно должно удовлетворять 2-м основным условиям: 1) Должно быть способно пройти через все физические, химические, биологические «ловушки» в окружающей среде и в организме. Все эти процессы протекают во времени, и их изучает **экотоксикокинетика**. Кинетика продвижения вещества к биофазе (место действия) зависит от: а) Дозы вещества, примененной извне. б) Способа введения (экспозиции) вещества. в) Абсорбции, распределения, трансформации и экскреции вещества. 2) Достигнув биофазы, вещества должно иметь способность к связыванию с биомолекулами организма и к проявлению биоактивности. Эти процессы изучает **токсикодинамика**. Наиболее прогностическими параметрами биоактивности являются: 1) смертность, 2) плодовитость, 3) видовое разнообразие. **Химические свойства.** Введение галогенов в молекулу почти всегда сопровождается ростом токсичности. Наличие в молекуле кратных связей $C=C$ говорит об усилении ее реакционной способности, а потому и о повышении биоактивности и токсичности. **Физико-химические свойства.** **Коэффициент распределения октанол/вода ($\log P_{ow}$)** - решающий прогностический параметр токсикокинетической фазы действия вещества. Отражает растворимость вещества в липидах. **Растворимость в воде** или гидрофильность (низкие и отрицательные значения $\log P_{ow}$). **Коэффициент распределения почва/вода.** Грубо его можно оценить по растворимости вещества в воде. Поскольку в адсорбции в основном участвует органическая составляющая почвы, целесообразно определять коэфф. адсорбции,

отнесенный к органическому углероду. **Летучесть**. Коэфф. Генри $H > 0,1$ указывает на высокую летучесть вещества.

Математические прогнозы биоактивности веществ по их химическим и физико-химическим свойствам. Эти прогнозы осуществляются в рамках методологии **КССА (QSAR - quantitative structure-activity relationship)** – количественные соотношения «структура-активность», которая позволяет определять некоторые биосвойства вещества: а) либо на основании легко измеряемых параметров (например, $\log P_{ow}$), б) либо путем расчетов, исходя из молекулярной структуры. Наиболее достоверно QSAR работает в отношении неорганических веществ. Прогноз токсичности возможен пока только для немногих из них: 1) биодепрессанты, 2) фенолы, 3) нитрозамины, 4) нейроактивные вещества. Метод КССА не применим к пестицидам, т.к. многие из них: а) метаболизируются в организме с образованием новых химических структур-метаболитов, б) рецепторы действия этих метаболитов не всегда известны. Т.о., экотоксический эффект невозможно описать базируясь только на данных о химическом строении вещества. Его повреждающий потенциал встречается с мощными защитным свойствам биосистем: 1) с метаболическим реакциям, 2) с экскрецией, 3) с адаптацией и 4) с регенерацией.

Экотоксикокинетика изучает параметры поведения (судьбы) вещества в окружающей среде: 1) персистентность, 2) трансформация, 3) мобильность, 4) биоаккумуляция, 5) биомагнификация. **Персистентность** (химическая стойкость) отражает степень, с которой вещество сохраняется в окружающей среде в своей первоначальной химической структуре. Вещества, стойкие к процессам разрушения, накапливаются в среде и превращаются в экотоксиканты: 1) **Неорганические** – кадмий, радионуклиды и др. 2) **Органические суперэкотоксиканты**: полихлорированные диоксины, дибензофураны и бифенилы, полиароматические углеводороды. Количественно стойкость вещества в наземной среде определяется по времени деградации – т.е. времени, необходимого для 50% (DT50) или 90% (DT90) разложения примененной концентрации вещества. Деградацию пестицидов можно оценить:

1) по выделению (эмиссии) CO_2 , 2) по уменьшению потребления O_2 (тест закрытых бутылок), 3) по уменьшению растворенного органического углерода. Проблема всех методов оценки стойкости веществ заключается в том, что они не выявляют различий между частичным и полным разложением вещества.

Трансформация. Различают абиотическую и биологическую трансформацию (биотрансформация). **Минерализация** может протекать как абиотическим, так и биотическим путем. **Абиотическая трансформация** идет в рамках процессов фотолиза, гидролиза и окисления. **Биотрансформация** протекает с участием бактерий и грибов. В основе биопревращений веществ лежат процессы окисления, гидролиза, дегалогенирования, расщепления циклических структур, деалкилирование и т.д. вплоть до минерализации. Продукты неполной биотрансформации могут быть более стойкими, чем исходные вещества. Биотрансформация металлов заключается во включении металлов в органические производные - чаще всего это повышает их токсичность. Типичными механизмами биотрансформации веществ в организме животных считаются **окисление, восстановление, гидролиз и конъюгация**. В процессе окисления исходные вещества могут превращаться как в вещества с большей токсичностью («летальный синтез»), так и с меньшей токсичностью (детоксикация, нейтрализация). Связать канцерогенность со структурой вещества плохо удается из-за того, что большинство канцерогенов метаболизируются в организме. **Мобильности** водорастворимых веществ способствуют дожди и движение грунтовых вод. Известна обратная корреляция между жесткостью воды и токсичностью находящихся в ней металлов. К высвобождению металлов из донных осадков ведет деятельность микроорганизмов.

Биоаккумуляция - процесс, посредством которого организмы накапливают вещества вплоть до уровня, при котором начинают регистрироваться токсические эффекты. Фактор биоаккумуляции - это отношение концентрации вещества в организме к концентрации того же вещества в окружающей среде или пище. Водная среда обеспечивает



наилучшие условия для биоаккумуляции веществ в организмах гидробионтов. **Факторы, влияющие на биоаккумуляцию.** Вещества с высокой **летучестью**, в целом, плохо накапливаются в организме. Металлы имеют тенденцию накапливаться в тех тканях, где они нормально содержатся как **микроэлементы**, в органах с **интенсивным обменом веществ**. **Гидрофильные** вещества в крови высших животных частично вступает в обратимую связь с альбуминами или с глобулинами. Комплекс «вещество-белок» служит динамичным резервом яда в организме. **Липофильные** вещества максимально проявляют свою токсичность в клетках, богатых жирами. При стрессах, а также при высоких уровнях активности активируется липолиз, и из жировых депо начинает выходить в кровь депонированный в них токсикант.

Биомагнификация - поступление веществ из пищи, в отличие от биоконцентрирования. Пример: для борьбы с вязовым заболонником деревья обрабатывали ДДТ. Часть пестицида попадала в почву, где его поглощали и аккумулировали дождевые черви (биоконцентрирование). У поедающих дождевых червей перелетных дроздов развивалось отравление пестицидом (биомагнификация). Особое значение имеет содержание в пищевых рационах животных мохообразных растений – активных концентраторов радионуклидов и тяжелых металлов. В экотоксикологии различают: 1) Индикаторы реакции - биоиндикаторы, которые отвечают на влияние веществ характерными функциональными изменениями: а) личинки мух, б) лишайники, гамазиды. 2) Индикаторы накопления - накапливают вещество: растения, мидии, дождевые черви и др. Их использование облегчает химический анализ и эффективность контроля бедственных ситуаций.

Поведение (судьба) веществ в почве. В отличие от водной среды и воздуха, однажды загрязненные наземные почвы и подводные почвы (седименты) никогда не смогут восстановиться полностью. Особенности почв: 1) Более сложны и гетерогенны, чем водная среда. 2) Малоподвижная среда, склонная накапливать вещества. 3) Острота химического стресса уменьшается в

направлении сверху-вниз. 4) Определяющими для судьбы веществ являются виды и количество глинистых материалов, состав органического материала и др. **Седименты** выполняют роль резервуаров, где отлагается большие количества веществ. Для седиментов характерны те же закономерности, что и для наземных почв. Вещества, находящиеся в седиментах, возвращаются в воду за счет активности животных. Абиотические процессы (колебания pH) также могут быть спусковым крючком ремобилизации. **Связанные остатки веществ.** Вещества всех химических классов в очень больших количествах связываются с почвенными частицами. При этом прочность связывания бывает высокой - вещества не экстрагируются из осадков даже органическими растворителями.

Тема 3. Токсикодинамика: механизмы действия и влияние факторов среды на токсический эффект

Лекция 3

Основы токсикодинамики

Аннотация. Данная тема раскрывает основы токсикодинамики.

Ключевые слова. Аутокотоксические эффекты, аллобиоз. демэкотоксические эффекты. Резистентность, синэкотоксические эффекты, острая токсичность, хроническая токсичность, экотоксическая опасность, риск

Методические рекомендации по изучению темы

- Тема содержит лекционную часть, где даются общие представления по теме
- В дополнение к лекции есть презентация, которую необходимо изучить, и ответить на вопросы.
- В качестве самостоятельной работы предлагается написать рефераты, раскрывающие основы токсикодинамики и выступить с устными докладами.
- Для проверки усвоения темы имеются вопросы к каждой лекции и тесты

Основная литература

1. Софронов Г.А. Экстремальная токсикология. –М.: Элби. -2012. -256 с.

2. Лужников Е.А. Медицинская токсикология. Национальное руководство. – М.: ГЭОТАР-Медиа. -2012. -928 с.
3. Сотникова Е.В., Дмитренко В.П. Техносферная токсикология. Учебное пособие. –М.: Лань. -2013. -400 с.
4. Батян А.Н., Фрумин Г.Т., Базылев В.Н. Основы общей и экологической токсикологии. Учебное пособие. –М.: СпецЛит. -2009. -352 с.
5. Башарин В.А., Бутомо Н.В., Гребенюк А.Н. Практикум по токсикологии и медицинской защите. –М.: Фолиант. -2011. -296 с.
6. Граник В.Г. Токсикология лекарств. –М.: Вузовская книга. -2009. -440 с.
7. Основы токсикологии: учебное пособие для студ. вузов / П. П. Кукин, Н. Л. Пономарев, К. Р. Таранцева.—Москва: Высшая школа, 2008.—279 с.— (Безопасность жизнедеятельности).—Допущено Министерством образования и науки Российской Федерации.—ISBN 978-5-06-005717-1: р.418.00.

Рекомендуемые информационные ресурсы:

1. <http://lib.rus.ec/b/153197>
2. <http://ekologiya.narod.ru/default.htm>
3. <http://toksikologiya-trav.ru/?p=119>
4. <http://www.medline.ru/public/monografy/toxicology/p8-ecotoxicology/p2.phtml>
5. <http://poison-russia.narod.ru/t.htm>
6. http://abc.vvsu.ru/Books/ecolog_tocsicolog/default.asp
7. <http://www.medline.ru/monograf/toxicology/p8-ecotoxicology/p1.shtml>
8. [Презентация](#)

Глоссарий

Токсикодинамика (греч. toxicon яд + dynamikos сильный) - раздел токсикологии, изучающий локализацию, механизм действия и формы токсических эффектов химических веществ.

Аллобиоз – стойкое изменение чувствительности организма к факторам среды, к физическим и психогенным нагрузкам.

Острая токсичность - интоксикация, развивающаяся в результате однократного или повторного действия вещества в течение ограниченного периода времени (до нескольких суток).

Подострая токсичность - интоксикация, развивающаяся в результате непрерывного или прерываемого (интермитирующего) действия вещества продолжительностью до 90 суток.

Хроническая токсичность - интоксикация, развивающаяся в результате продолжительного (иногда годы) действия токсиканта.

Экотоксическая опасность - потенциальная способность вещества в конкретных условиях среды вызывать повреждение биогеоценозов (включая популяции человека).

Риск (греч. Risikon – утес) – мера вероятности появления нарушений определенной тяжести.

Безопасность – снижение риска для человека до некоторого минимального уровня, который считается приемлемым.

Вопросы для изучения:

1. Аутэкотоксические эффекты. Аллобиоз.
2. Демэкотоксические эффекты. Резистентность особей в популяции.
3. Синэкотоксические эффекты.
4. Острая и хроническая токсичность. Экотоксическая опасность и риск.
5. Примеры крупных аварий и экологических катастроф.

Токсические эффекты могут проявляться: 1) на уровне организма в виде **аутэкотоксических эффектов** (транзиторные токсические реакции, интоксикации т.д.); 2) на уровне популяции в виде **демэкотоксических эффектов** (снижение плодовитости и др.); 3) на уровне биогеоценоза в виде **синэкотоксических эффектов** (исчезновение отдельных видов и др.). Если



оценивается экотоксичность одного вещества в отношении одного вида, то вполне достаточно использовать параметры, принятые в токсикологии: 1) острая, подострая, хроническая токсичность; 2) дозы и концентрации, вызывающие мутагенное и иные виды эффектов. В более сложных биосистемах экотоксичность цифрами не измеряется и выражается через качественные понятия - «**экологическая опасность**» и «**экологический риск**». Основной закон экотоксикологии: «чувствительность разных видов животных к веществам всегда различна». **Острое** токсическое действие веществ на биоценоз – это, чаще всего, следствие аварий и катастроф. **Хронической** называют интоксикацию, развивающуюся в результате продолжительного действия токсиканта (мутагенное и др. действие). По сути, **хроническое воздействие экополлютантов - основная проблема экологии.**

Лекция 4

Механизмы экотоксичности

Аннотация. Данная тема раскрывает механизмы экотоксичности.

Ключевые слова. Синергизм, антагонизм, массовые заболевания неясной этиологии, адаптация и резистентность, сверхрезистентность

Методические рекомендации по изучению темы

- Тема содержит лекционную часть, где даются общие представления по теме;
- В дополнение к лекции есть презентация, которую необходимо изучить, и ответить на вопросы.
- В качестве самостоятельной работы предлагается написать рефераты, раскрывающие механизмы экотоксичности и выступить с устными докладами.
- Для проверки усвоения темы имеются вопросы к каждой лекции и тесты

Рекомендуемые информационные ресурсы:

1. <http://lib.rus.ec/b/153197>
2. <http://ekologiya.narod.ru/default.htm>

3. <http://toksikologiya-trav.ru/?p=119>
4. <http://www.medline.ru/public/monografy/toxicology/p8-ecotoxicology/p2.phtml>
5. <http://poison-russia.narod.ru/t.htm>
6. http://abc.vvsu.ru/Books/ecolog_tocsicolog/default.asp
7. <http://www.medline.ru/monograf/toxicology/p8-ecotoxicology/p1.shtml>
8. [Презентация](#)

Глоссарий

Иммунодепрессия или иммуносупрессия - угнетение иммунитета по той или иной причине.

Сенсибилизация - повышение чувствительности организма к воздействию раздражителей, вызывающая аллергическую реакцию. Явление противоположное иммунизации (резистентности).

Аллергия (греч. - реакция на чужое) - сверхчувствительность иммунной системы организма, при повторных воздействиях аллергена на ранее сенсибилизированный этим аллергеном организм.

Фотосенсибилизация - явление повышения чувствительности организма (чаще кожи и слизистых оболочек) к действию ультрафиолетового излучения.

Фотодерматоз - кожный воспалительный процесс, обусловленный повышенной чувствительностью кожи к солнечному свету.

Мутация - стойкое изменение генотипа, происходящие под влиянием среды.

Генотоксичность - это термин, описывающий вредоносные действия над клеточным генетическим материалом, влияющие на его целостность.

Тератогенное действие - нарушение эмбрионального развития под воздействием тератогенных факторов.

Синергизм - одновременное действие в одном направлении 2-х или нескольких веществ, обеспечивающих более высокий эффект, чем каждое из них в отдельности.

Потенцирование (от нем. - возводить в степень) - явление, когда общий эффект комбинации превышает сумму эффектов, присущих каждому ингредиенту комбинации в отдельности.

Антагонизм (от греч. anti-против и agon - борьба) - явление полного устранения или ослабления эффекта одного вещества при введении другого.

Антидот - лекарство, применяемое при лечении отравлений и способствующее обезвреживанию яда или предупреждению и устранению вызываемого им токсического эффекта.

Лимбическая система - совокупность структур головного мозга, участвующих в регуляции функций внутренних органов, обоняния, инстинктивного поведения, эмоций и др.

Психосоматика - направление в медицине и психологии, изучающее влияние психологических факторов на возникновение и течение соматических заболеваний.

Психосоматические заболевания - заболевания, причинами которых являются в большей мере мыслительные процессы больного, чем непосредственно какие-либо физиологические причины.

Вопросы для изучения:

1. Синергизм и антагонизм.
2. Токсические эффекты при совместном действии факторов среды.
3. Массовые заболевания неясной этиологии.
4. Адаптация и резистентность в экотоксикологии.
5. Изменчивость особей и появление несбалансированных фенотипов.
6. Резистентность 2-го типа у насекомых.
7. Сверхрезистентность. Пути взлома резистентности.

Механизмы экотоксичности. Примеры: 1) **Прямое действие токсикантов, приводящее к массовой гибели** представителей наиболее чувствительных видов (массовая гибель фазанов, голубей, куропаток и др. от



хронической интоксикации ртутью). 2) **Прямое действие вещества, приводящее к развитию аллобиоза** (иммуносупрессия и повышение чувствительности к вирусной инфекции тюленей). 3) **Эмбриотоксическое действие (ДДТ)**. 4) **Прямое действие продукта биотрансформации** (микробная биотрансформация). 5) **Опосредованное действие путем сокращения пищевых ресурсов**. 6) **Взрыв численности популяции из-за уничтожения вида-конкурента**. 7) **Смешанный механизм** (применение «оранжевого агента» и ущерб растительному (гербицидный механизм) и животному миру (зооцидный механизм) Южного Вьетнама.

Комбинированные (сочетанные) эффекты веществ. Выделяют 2 основных типа комбинированного действия – синергизм и антагонизм.

Токсические эффекты при совместном действии факторов среды.

Температурный фактор. При совместном действии на организм промышленных ядов, высокой или низкой температуры среды чувствительность к токсическому действию яда повышается.

Повышенная влажность воздуха усиливает раздражающий эффект окислов азота.

Воздействия производственного шума, вибрации и промышленного ультразвука усиливают и ускоряют токсические эффекты. Развитие в организме химически вызванной **гипоксии** приводит к снижению тяжести радиационного поражения.

Массовые заболевания неясной этиологии. В конце XX века стали фиксировать случаи массовых заболеваний людей при авариях на химических предприятиях, АЭС, в районах боевых действий, террористических актов и др. Для обозначения этого явления введен ряд терминов: 1) Множественная химическая чувствительность. 2) Болезнь окружающей среды. 3) Потеря толерантности, вызванная токсикантами. 4) Синдром неспецифической повышенной химической восприимчивости (ПХВ). Специалисты склонны рассматривать синдром ПХВ как психосоматические расстройства. Примеры ПХВ: 1) «Синдром войны в Персидском заливе». 2) «Балканский синдром». 3) «Синдром Свердловской области».

Адаптация и резистентность в экотоксикологии.

В экотоксикологии разделяют 2 уровня адаптации: 1) **Приспособительные реакции на уровне организма**, которые могут быть объяснены исходя из



концепции общего адаптационного синдрома (стресс-реакция) Г. Селье. 2)

Приспособительные реакции над-организменного уровня. Проблема

популяционной адаптации сложнейшая в экотоксикологии и в

популяционной генетике. Адаптация популяции под воздействием

токсических факторов выражается в возрастании генетической

изменчивости особей, к появлению несбалансированных фенотипов,

популяция теряет устойчивость, постепенно растет доля резистентных

особей. Резистентность 2-го типа (увеличение синтеза ферментов)

наиболее часто встречающийся случай.

Тема 4. Экотоксикометрия

Лекция 5

Критерии токсичности

Аннотация. Данная тема раскрывает критерии токсичности.

Ключевые слова. Экспозиционная доза, абсорбированная доза, летальность, кривая «доза-эффект», NOEC, LOEC, ПДК, сверхмалые дозы, ярусная тест-программа

Методические рекомендации по изучению темы

- Тема содержит лекционную часть, где даются общие представления по теме
- В дополнение к лекции есть презентация, которую необходимо изучить, и ответить на вопросы.
- В качестве самостоятельной работы предлагается написать рефераты, раскрывающие суть основных критериев токсичности и выступить с устными докладами.
- Для проверки усвоения темы имеются вопросы к каждой лекции и тесты

Основная литература

1. Софронов Г.А. Экстремальная токсикология. –М.: Элби. -2012. -256 с.
2. Лужников Е.А. Медицинская токсикология. Национальное руководство. – М.: ГЭОТАР-Медиа. -2012. -928 с.
3. Сотникова Е.В., Дмитренко В.П. Техносферная токсикология. Учебное пособие. –М.: Лань. -2013. -400 с.
4. Батян А.Н., Фрумин Г.Т., Базылев В.Н. Основы общей и экологической токсикологии. Учебное пособие. –М.: СпецЛит. -2009. -352 с.
5. Башарин В.А., Бутомо Н.В., Гребенюк А.Н. Практикум по токсикологии и медицинской защите. –М.: Фолиант. -2011. -296 с.
6. Граник В.Г. Токсикология лекарств. –М.: Вузовская книга. -2009. -440 с.
7. Основы токсикологии: учебное пособие для студ. вузов / П. П. Кукин, Н. Л. Пономарев, К. Р. Таранцева.—Москва: Высшая школа, 2008.—279 с.— (Безопасность жизнедеятельности).—Допущено Министерством образования и науки Российской Федерации.—ISBN 978-5-06-005717-1: р.418.00.

Рекомендуемые информационные ресурсы:

1. <http://lib.rus.ec/b/153197>
2. <http://ekologiya.narod.ru/default.htm>
3. <http://toksikologiya-trav.ru/?p=119>
4. <http://www.medline.ru/public/monografy/toxicology/p8-ecotoxicology/p2.phtml>
5. <http://poison-russia.narod.ru/t.htm>
6. http://abc.vvsu.ru/Books/ecolog_tocsicolog/default.asp
7. <http://www.medline.ru/monograf/toxicology/p8-ecotoxicology/p1.shtml>
8. [Презентация](#)

Глоссарий

Токсикометрия - совокупность методов, используемых для количественной оценки токсичности химических веществ, основанных гл. обр. на опытах с лабораторными животными.

Доза (греч. Dósis) - порция, приём.

Доза вещества – количество вещества, введенного в биосистему одномоментно или с определенной периодичностью.

Эффект - параметр, характеризующий границы возможной опасности.

Хроно-концентрационные яды - вещества, токсический эффект которых зависит от времени воздействия. **Концентрационные яды** - вещества, действие которых зависит главным образом от концентрации, а не от времени воздействия.

Порог хронического токсического действия - косвенная величина, указывающая на степень опасности вещества при его хроническом действии.

NOEC (No Observed Effect Concentration) - самая высокая концентрация вещества, еще не вызывающая значимых эффектов.

LOEC (Lowest Observed Effect Concentration) - наименьшая действующая концентрация или диапазон самых низких концентраций, при которых эффект начинает только-только обнаруживаться.

ПДК – наибольшая допустимая (недействующая) концентрация токсичного вещества для наиболее слабого звена среди всех тест-объектов.

Класс опасности вредных веществ - условная величина, предназначенная для упрощённой классификации потенциально опасных веществ.

Вопросы для изучения:

1. Экспозиционная и абсорбированная дозы.
2. Смертельный и несмертельные эффекты. Острая токсичность и кривая «доза-эффект».
3. Хроническая токсичность.
4. NOEC, LOEC и ПДК.

Экотоксикометрия рассматривает методические приемы позволяющие оценить экотоксичность веществ. Различают 2 типа доз: 1) **Экспозиционная**



доза (экспозиция) – количество вещества, внесенного в среду. 2)

Абсорбированная доза – фактическая часть экспозиционной дозы, попавшей в биосистему. **Эффект** - параметр, характеризующий границы возможной опасности. Основную информацию об уровне экотоксичности дает анализ зависимости «доза/концентрация-эффект» в лабораторных тестах на острую токсичность, где устанавливаются значения ЛД₅₀ - количество вещества, которое вызывает гибель 50% тест-животных за определенный промежуток времени. Значимую информацию об эффектах ксенобиотика может дать крутизна кривой «доза-эффект» на прямом участке S-образной кривой «доза-эффект». Тесты на хроническую токсичность используют для более глубоких исследований в диапазоне субсмертельных (эффективных) доз/концентраций. Косвенной величиной, указывающей на степень опасности вещества при его **хроническом действии**, является «**коэффициент опасности**» - соотношение концентраций, вызывающих эффекты острые (ЛК₅₀) и хронические (Порог хронического токсического действия). Если это соотношение менее 10 - вещество малоопасное при хроническом воздействии.

В настоящее время, как по научным, так и по **биоэтическим** причинам, стараются избегать оценок химической опасности по смертельным эффектам. Например, параметр ЛК₅₀ в остром лабораторном тесте заменен на параметр **НОЕС** в хроническом тесте. Величина **НОЕС** – это аналог Российской МНК или максимальной недействующей концентрации вещества. **ЛОЕС** – это наименьшая действующая концентрация или диапазон самых низких концентраций, при которых эффект начинает только-только обнаруживаться. В большинстве случаев результаты оценки **НОЕС**, **ЛОЕС** и **ЕС** явно не достаточны для последующей статистической оценки. **НОЕС**_{плодовитость} – наиболее часто применяемый критерий эффективности вещества по успешности или не успешности размножения, качеству потомства. Для экспериментального обоснования **ПДК** решающее значение имеют результаты хронических испытаний.

Проблемы экотоксикометрии

Аннотация. Данная тема раскрывает основные проблемы экотоксикометрии.

Ключевые слова. Сверхмалые дозы, парадоксальные полифазные эффекты, химический гормезис, эффекты сверхмалых доз, проблема экстраполяции, ярусная тест-программа, лабораторная сходимость, система GLP, коэффициент запаса

Методические рекомендации по изучению темы

- Тема содержит лекционную часть, где даются общие представления по теме
- В дополнение к лекции есть презентация, которую необходимо изучить, и ответить на вопросы.
- В качестве самостоятельной работы предлагается написать рефераты, раскрывающие суть основных проблем экотоксикометрии и выступить с устными докладами.
- Для проверки усвоения темы имеются вопросы к каждой лекции и тесты

Рекомендуемые информационные ресурсы:

1. <http://lib.rus.ec/b/153197>
2. <http://ekologiya.narod.ru/default.htm>
3. <http://toksikologiya-trav.ru/?p=119>
4. <http://www.medline.ru/public/monografy/toxicology/p8-ecotoxicology/p2.phtml>
5. <http://poison-russia.narod.ru/t.htm>
6. http://abc.vvsu.ru/Books/ecolog_tocsicolog/default.asp
7. <http://www.medline.ru/monograf/toxicology/p8-ecotoxicology/p1.shtml>
8. [Презентация](#)

Глоссарий

Гормезис химический - закономерность, когда при действии низких концентраций вещества наблюдается стимуляция биоэффекта, а при действии высоких концентраций того же вещества - ингибирование биоэффекта.

GLP (Good Laboratory Practice) – качественная (добротная) лабораторная практика.

Вопросы для изучения:

1. Парадоксальные эффекты и действие сверхмалых доз
2. Проблема экстраполяции токсикометрических данных
3. Ярусная тест-программа
4. Лабораторная сходимость

Парадоксальные эффекты и действие сверхмалых доз. Наиболее подробно описан один из частных случаев бифазной зависимости «доза-эффект» - явление химического гормезиса. Парадоксальные «бифазные» зависимости характерны для большинства суперэкоотоксикантов. Их канцерогенные, мутагенные и эмбриотоксические эффекты реализуются именно в сверхмалых дозах, т.е. много меньших, чем ПДК. **Проблема экстраполяции токсикометрических данных.** Нет ни какой адекватной научной базы для экстраполяции. При выборе адекватной экотоксикологической модели весьма полезны понятия r- и K-стратегии. Экстраполяция лабораторных данных с животных на человека не может быть универсальной. Она строится по одним принципам в одном классе соединений и по другим принципам - в другом. Для увеличения точности экстраполяций вместо увеличения числа хронических тестов или экосистемных тестов, целесообразнее увеличивать число острых тестов с различными видами, которые: 1) стандартны, 2) отличаются повышенной чувствительностью к загрязнению, 3) представляют разные трофические уровни.

Ярусная тест-программа биоиспытаний веществ: 1) Лабораторный ярус. 2) Полулабораторный ярус (мезокосм). 3) Полевой ярус испытания (интактные экосистемы). Иногда более чувствительным оказывается лабораторное испытание, иногда - полевое. Всегда при проведении лабораторных испытаний необходимо придерживаться «жесткого сценария», например, испытывать вещества в концентрации до 100 мг/л для гидробионтов, или до 1 г/кг для почвенных организмов (OECD, 1989).



Лабораторная сходимость и GLP. Процедура биотестирования: 1) должна быть стандартизирована и практична; 2) должен быть «общий стандарт», например, бихромат калия; 3) результаты теста должны быть воспроизводимы и просты для статобработки и сопоставимы с другими лабораториями. Все эти требования включены в систему принципов GLP. Эта система стандартизированных тестов, документации и мониторинга разработана FDA. Однако даже в условиях GLP, результаты биотестирования одного и того же химиката, проведенные в разных лабораториях могут различаться до 250 раз. Поэтому при всех экстраполяциях необходимо вносить понижающие поправки (**коэффициент запаса**), по крайней мере в 10 раз.

Тема 5. Основные классы токсических веществ

Лекция 7

Политропность токсических веществ

Аннотация. Данная тема характеризует основные классы и раскрывает политропность действия токсических веществ.

Ключевые слова. Классы токсических веществ, суперэкоотоксиканты, токсичность тяжелых металлов, радионуклидов, нефтей и нефтепродуктов, полициклические ароматические углеводороды, полигалогенированные ароматические углеводороды, хлорированные бензолы, Вьетнамская экологическая катастрофа

Методические рекомендации по изучению темы

- Тема содержит лекционную часть, где даются общие представления по теме;
- В дополнение к лекции есть презентация, которую необходимо изучить, и ответить на вопросы.
- В качестве самостоятельной работы предлагается написать рефераты, характеризующие основные классы и политропность действия токсических веществ, и выступить с устными докладами.
- Для проверки усвоения темы имеются вопросы к каждой лекции и тесты

Основная литература

1. Софронов Г.А. Экстремальная токсикология. –М.: Элби. -2012. -256 с.
2. Лужников Е.А. Медицинская токсикология. Национальное руководство. – М.: ГЭОТАР-Медиа. -2012. -928 с.
3. Сотникова Е.В., Дмитренко В.П. Техносферная токсикология. Учебное пособие. –М.: Лань. -2013. -400 с.
4. Батян А.Н., Фруммин Г.Т., Базылев В.Н. Основы общей и экологической токсикологии. Учебное пособие. –М.: СпецЛит. -2009. -352 с.
5. Башарин В.А., Бутомо Н.В., Гребенюк А.Н. Практикум по токсикологии и медицинской защите. –М.: Фолиант. -2011. -296 с.
6. Граник В.Г. Токсикология лекарств. –М.: Вузовская книга. -2009. -440 с.
7. Основы токсикологии: учебное пособие для студ. вузов / П. П. Кукин, Н. Л. Пономарев, К. Р. Таранцева.—Москва: Высшая школа, 2008.—279 с.— (Безопасность жизнедеятельности).—Допущено Министерством образования и науки Российской Федерации.—ISBN 978-5-06-005717-1: р.418.00.

Рекомендуемые информационные ресурсы:

1. <http://lib.rus.ec/b/153197>
2. <http://ekologiya.narod.ru/default.htm>
3. <http://toksikologiya-trav.ru/?p=119>
4. <http://www.medline.ru/public/monografy/toxicology/p8-ecotoxicology/p2.phtml>

5. <http://poison-russia.narod.ru/t.htm>
6. http://abc.vvsu.ru/Books/ecolog_tocsicolog/default.asp
7. <http://www.medline.ru/monograf/toxicology/p8-ecotoxicology/p1.shtml>
8. [Презентация](#)

Глоссарий

Избирательно действующие вещества - вещества, действующие только на определенный тип клеток без повреждения других клеток, даже находящихся в контакте с первыми.

Избирательность – предпочтительность выбора определенного рецептора для связывания среди множества других рецепторов.

Воспаление (лат. inflammatio) - комплексный, местный и общий патологический процесс, возникающий в ответ на повреждение или действие патогенного раздражителя.

Вегетососудистая дистония - синдром, характеризующийся дисфункцией вегетативной нервной системы, и функциональными нарушениями со стороны сердечно-сосудистой системы.

Акне (хлоракне), угри - воспаление сальных желёз.

Поздняя кожная порфирия (porphyria cutanea tarda) – болезнь, связанная с нарушением биосинтеза гемма.

Вопросы для изучения:

1. Основные классы токсических веществ.
2. Характеристика экотоксикантов, опасных для человека.
3. Токсичность тяжелых металлов, радионуклидов, нефтей и нефтепродуктов.
4. Токсичность полициклических ароматических углеводородов, полигалогенированных ароматических углеводородов.
5. Токсичность хлорированных бензолов
6. Вьетнамская экологическая катастрофа.

Основные классы токсических веществ. Большинство ядов имеют **политропный** характер действия. Однако по наиболее чувствительной биомишени воздействия все яды можно разделить на **5 основных групп**: 1) Вещества раздражающего типа действия. 2) Нейротропные яды. 3) Яды крови и сердечно-сосудистой системы. 4) Гепатотропные яды. 5) Почечные яды и яды, поражающие репродуктивную функцию. Наибольшую опасность для биоты представляют вещества-«**суперэкоксиканты**», длительно сохраняющиеся в окружающей среде и организме. Они способны, действуя в малых и сверхмалых дозах, инициировать хронические интоксикации и специальные формы токсического процесса – мутагенез и др. К числу «суперэкоксикантов» относят 1) полихлорированные диоксины, 2) дибензофураны и бифенилы, 3) нитрозамины, 4) хлор- и фосфор-содержащие пестициды, 5) полиароматические углеводороды (ПАУ), а также тяжелые металлы. **Тяжелые металлы.** Общим механизмом токсического действия избытка тяжелых металлов в организме является взаимодействие их с группами SH⁻, COO⁻ и PO₄³⁻-группами ферментов и последующей их блокадой. Организмы имеют механизмы естественной детоксикации тяжелых металлов - синтез металлотионинов. Избирательное накопление тяжелых металлов происходит в паренхиматозных органах и в мозге. **Тяжелые металлы в окружающей среде.** Наибольшей токсичностью обладают гидратированные ионы металлов. Биотрансформация металлов в органические производные - чаще всего это повышает их токсичность для теплокровных. Соли тяжелых металлов, в отличие от органических токсикантов практически не разлагаются в среде, а лишь перераспределяются между средами. **Кадмий** - один из самых опасных токсикантов среды по причине очень высокой кумулятивной способности. **Радионуклиды.** Среди систем организма самой радиочувствительной является система кроветворения. Наиболее опасными для человека являются следующие радионуклиды: I - для щитовидной железы, Sr - для костей, Cs - для мышц. Радионуклиды в нефти и пластовых водах представлены в основном представителями семейств урана

(^{238}U) и тория (^{232}Th). **Нефть и нефтепродукты.** Растворимая в воде доля нефти от всей ее массы мала. Однако: а) в число растворяющихся компонентов нефти попадают наиболее токсичные ее компоненты; б) нефть может образовывать с водой стойкие эмульсии. Присутствие сероводорода в нефти усиливает токсический эффект. **Полициклические ароматические углеводороды.** Наибольшую опасность среди нефтяных компонентов представляют полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), обладающие канцерогенными и мутагенными свойствами. Наибольшую канцерогенную активность имеют бенз(а)пирен. **Полигалогенированные ароматические углеводороды.** Галогенированные токсиканты, содержащие один атом кислорода в молекуле, называют дибензофуранами, два атома – дибензо-диоксинами (ТХДД), если вещества не содержат кислорода – бифенилы. Галогенированные токсиканты могут образовываться при хлорировании питьевой воды, сжигании осадков сточных вод и других отходов, металлургических процессах, в выхлопных газах, лесных пожарах. Опасность диоксинов не столько в острой токсичности, сколько в кумулятивном действии и в отдаленных последствиях. ТХДД в миллион раз более тератогенен, чем талидомид. Кроме того, он обладает канцерогенными свойствами. **Полихлорированные бифенилы (ПХБ)** - используются в качестве инсектицидов, при производстве трансформаторов и усилителей (охлаждающие жидкости), в качестве наполнителей при производстве красителей и пестицидов, наполнителей смазочных материалов для турбин, гидравлических систем, текстиля, бумаги. При остром воздействии ПХБ обладают сравнительно низкой токсичностью. Наибольшую опасность представляют подострые и хронические воздействия ПХБ, которые проявляются в виде: 1) хлоракне, 2) снижения веса, 3) выпадения волос и др. В 1968 г. около 1000 японцев заболели после употребления рисового масла, загрязненного ПХБ и дибензофуранами (болезнь Юшо-Ю-Ченг). **Хлорированные бензолы.** Используются в качестве органических растворителей, пестицидов, фунгицидов. Основным проявлением

острого токсического действия ХБ является поздняя кожная порфирия – болезнь, связанная с нарушением биосинтеза гемма.

Лекция 8

Сельско-хозяйственная и бытовая токсикология

Аннотация. Данная тема характеризует основные классы химических веществ, используемых в сельском хозяйстве и в быту.

Ключевые слова. Гербициды, хлорогранические пестициды, пиретрины, ингибиторы холинэстераз, ртуть- и медь-органические пестициды, госрегистрация пестицидов, биологические методы борьбы с насекомыми, нитрозамины

Методические рекомендации по изучению темы

- Тема содержит лекционную часть, где даются общие представления по теме
- В дополнение к лекции есть презентация, которую необходимо изучить, и ответить на вопросы.
- В качестве самостоятельной работы предлагается написать рефераты, характеризующие основные классы химических веществ, используемых в сельском хозяйстве и в быту, и выступить с устными докладами.
- Для проверки усвоения темы имеются вопросы к каждой лекции и тесты

Рекомендуемые информационные ресурсы:

1. <http://lib.rus.ec/b/153197>
2. <http://ekologiya.narod.ru/default.htm>
3. <http://toksikologiya-trav.ru/?p=119>
4. <http://www.medline.ru/public/monografy/toxicology/p8-ecotoxicology/p2.phtml>
5. <http://poison-russia.narod.ru/t.htm>
6. http://abc.vvsu.ru/Books/ecolog_tocsicolog/default.asp
7. <http://www.medline.ru/monograf/toxicology/p8-ecotoxicology/p1.shtml>
8. [Презентация](#)

Глоссарий

Пестициды (лат. pestis - зараза и лат. caedo - убиваю) - химические вещества, используемые для борьбы с «вредными» организмами.

Гербициды (лат. herba - трава и caedo - убиваю) - химические вещества, применяемые для уничтожения растительности.

Дефолианты (лат. de- - от, возврат и folium - лист) - вещества, вызывающие опадение листьев растений. В качестве дефолиантов применяют цианамид кальция, хлорат магния и др.

Десиканты - вещества, используемые для предуборочного подсушивания растений на корню, ускоряющие их созревание и облегчающие машинную уборку урожая.

Инсектициды (лат. insectum - насекомое и лат. caedo - убиваю) - химические препараты для уничтожения вредных насекомых.

Фунгициды (лат. fungus - гриб и лат. caedo - убиваю) - химические вещества для борьбы с грибными болезнями растений.

Зооциды (греч. - животное и лат. caedo - убиваю) - химические вещества для уничтожения вредных теплокровных животных.

Ауксины (греч. Auxo - увеличиваюсь, расту) - стимуляторы роста плодов (побегов) растений, обладают высокой физиологической активностью.

Гиббереллины - класс веществ, сходных с органическими кислотами, получаемыми из гриба гиббереллы. Являются стимуляторами роста растений, ускоряют развитие листовой, созревание семян.

ДДТ (ДихлорДифенилТрихлорметилметан) - инсектицид против комаров, вредителей хлопка, соевых бобов, арахиса. Одно из немногих действительно эффективных средств против саранчи.

Пиретрины - группа природных инсектицидов, содержащихся в цветках многолетних трав родов Pirethrum, в особенности ромашки далматской.

Пиретроиды - синтетические инсектициды, аналоги природных пиретринов.

Карбаматы (уретаны) - эфиры карбаминовой кислоты.

Гипоталамический синдром («диэнцефальный синдром») - симптомокомплекс, возникающий при поражении гипоталамической области с вегетативными, эндокринными расстройствами.

Нитрозосоединения - вещества, содержащие одну или несколько нитрозогрупп $-N=O$, связанных с атомами углерода. Обладают канцерогенной активностью.

Вопросы для изучения:

1. Гербициды.
2. Хлорогранические пестициды.
3. Пиретрины.
4. Ингибиторы холинэстераз.
5. Ртуть- и медь-органические пестициды.
6. Госрегистрация пестицидов.
7. Биологические методы борьбы с насекомыми.
8. Нитрозамины.
9. Лекарства.

Пестициды. Составляют основное ядро токсикантов окружающей среды. Понятие «пестицид» (биоцид, ядохимикат) охватывает все средства борьбы с вредными организмами. **Гербициды** - вещества, предназначенные для борьбы с растениями, в частности, сорными травами. Динитрофенол, динитро-о-крезол, пентахлорфенол используются, как контактные гербициды. Хлорфенолы - фунгициды для защиты древесины от поражения грибами. Синтетические агонисты ауксинов - **феноксисукусные кислоты (ФУК)** - используются в качестве гербицидов для уничтожения двудольных сорняков в посевах злаков. **Дефолианты** повышают концентрацию **этилена** в растениях и, соответственно, вызывают быстрое старение и опадание листьев. Гербицид «agent orange», который применялся в качестве дефолианта во Вьетнаме, химически

представлял собой 2,4-дихлорфеноксиуксусную и 2,4,5-трихлорфеноксиуксусную кислоты (2,4-Д1 и 2,4,5-Т). **Хлорорганические пестициды - полихлорированные бифенилы (ПХБ).** Внедрение ДДТ в жизнь: 1) значительно возросли урожаи с/х культур. 2) успехи в борьбе с малярией, сыпным тифом, с клещевым таежным энцефалитом и с педикулезом. Высокая липофильность делает ДДТ весьма склонным к биоаккумуляции. Природные **пиретрины** - по своим инсектицидным свойствам и механизму действия пиретрин I напоминает ДДТ. Синтетические пиретроиды - нейротропные яды. **Ингибиторы холинэстераз** - по большей части эфиры фосфорной и тиофосфорной кислот. Они токсичнее хлорорганических инсектицидов, но менее стойки в окружающей среде и потому менее опасны. Карбаматы менее гидрофильны, чем ФОС, но и менее устойчивы. **Ртуть-органические пестициды** (гранозан, меркуран, фализан, агронал и др.). Применяются для протравливания семян от грибковых заболеваний и насекомых-вредителей. **Медь-содержащие пестициды** - медный купорос, бордосская жидкость, купрозан применяются в борьбе с вредителями садов и виноградников. В результате у садоводов и виноградарей часто фиксируются заболевания периферической нервной системы, гипертония, атеросклероз, гипоталамический синдром. **Госрегистрация пестицидов.** Темпы регистрации и вывода на товарный рынок новых пестицидов продолжают снижаться. Это связано: 1) с запретом на продажу устаревших токсичных молекул, 2) с тем, что разработка новых молекул стоит очень дорого. Большие надежды возлагаются на **биологические методы борьбы с вредителями.** Однако все существующие биологические методы борьбы с вредителями сложнее и дороже химических. Нетоксичных для человека пестицидов нет.

Нитрозамины образуются в организме при взаимодействии нитритов и вторичных аминов. Большинство из нитрозаминов – канцерогены. **Лекарства и бытовая химия.** **Антибиотики** применяются при массовом разведении животных в количествах меньших, чем лечебные дозы. При этом достигается ряд положительных результатов: 1) уменьшается риск инфекции при массовом

содержании скота; 2) обеспечивается лучшее усвоение корма и повышается мясная продуктивность; 3) удлиняются сроки хранения мяса. Отрицательные результаты: 1) остаточные количества антибиотиков в пище способны, вызывать либо аллергию, либо резистентность к антибиотикам. **Гормональные** препараты используются при откорме животных, т.к. стимулируют их рост. Особенно популярны при откорме КРС тиреостатики (диэтилстильбэстрол и производные тиоурацила). В результате уменьшается выведение воды из организма (микседема), их привесы возрастают вдвое. **Транквилизаторы** вводятся свиньям и КРС перед отправкой на бойню, добиваясь антистрессорного эффекта и снижая потери в весе. **Поверхностно-активные вещества** (ПАВ). По токсичности и кожно-раздражающим свойствам наиболее опасны катионные ПАВ, затем следуют анионные ПАВ и, наконец, наименее опасны неионогенные ПАВ. Некоторые из ПАВ применяются и как гербициды или инсектициды. Чрезвычайно опасны для человека средства борьбы с грызунами - **родентициды**. Производные фторуксусной кислоты, варфарин, стрихнин, соли таллия, используемые для этой цели - высоко токсичные соединения.

Учебное издание

Зобов Владимир Васильевич

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ТОКСИКОЛОГИЯ

Подписано в печать 01.09.2014.
Бумага офсетная. Печать цифровая.
Формат 60x84 1/16. Гарнитура «Times New Roman». Усл. печ. л.2,5.
Тираж 100 экз. Заказ 323

Отпечатано с готового оригинал-макета
в Лаборатории оперативной полиграфии УМУ КГУ

420045, г. Казань, ул. Кр. Позиции, 2а
тел. (843) 272-22-54