

ПРЕДИСЛОВИЕ

Экологические проблемы третьего тысячелетия — одни из самых острых и злободневных. К сожалению, примечательной чертой нашего времени стало постоянное увеличение числа химических веществ во всех сферах человеческой деятельности.

С развитием промышленного производства все больше изменяются и условия существования человеческой цивилизации. Этот факт неоспорим. Однако последствием бурной хозяйственной деятельности человека является химическое загрязнение окружающей среды.

Человек практически повседневно подвергается влиянию вредных для организма веществ, что не может не вызывать обоснованного всеобщего беспокойства и тревоги за здоровье нынешнего и будущих поколений людей. Непосредственное воздействие химических веществ на организм может оказаться гораздо безобиднее, чем последствия такого воздействия в будущем, поэтому угрозу, которую несет постоянный контакт с различными химическими веществами, нельзя предвидеть. Именно поэтому в XXI в. экология и медицина будут определять развитие практически всех других наук.

Экология является междисциплинарной наукой: тесные связи с ней проявляют все известные на сегодняшний день естественнонаучные дисциплины. В числе таких дисциплин находится и токсикология — область медицинской науки, изучающая законы взаимодействия живых организмов и токсичных веществ. Изложение основ токсикологии в медицинской литературе не всегда доступно для понимания инженеру, поскольку такие книги являются узкоспециальными, а значит, изобилуют терминами и понятиями, не доступными для понимания людям без профильного медицинского образования. Поэтому авторы основное внимание уделяют тем вопросам, которые не представлены в учебной литературе экологического направления.

Данное учебное пособие должно дать возможность будущим инженерам-экологам оценить степень опасности для человека химических веществ основных классов и состояние биохимического гомеостаза в условиях их воздействия на организм.

Пособие написано в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению «Техносферная безопасность» и примерной программой подготовки бакалавров по профилю «Инженерная защита окружающей среды». При его подготовке широко использованы материалы учебников и учебных пособий отечественных и зарубежных авторов.

ВВЕДЕНИЕ

Токсичными свойствами обладают многие вещества: помимо радионуклидов и токсичных металлов, это многие тысячи органических веществ, преимущественно синтетического происхождения.

По оценкам ученых, количества произведенных и находящихся в окружающей среде токсичных хлорорганических веществ достаточно для уничтожения всех аэробных (потребляющих кислород) организмов, малую долю которых по численности и по массе составляет человечество. Для токсичных веществ, присутствующих в окружающей среде, были введены термины «экотоксины» и «суперэкотоксины». Некоторые из этих веществ обладают ценными техническими свойствами. Другие — малые, порой ничтожные примеси веществ, образуются при производстве энергии, материалов, пищи. Токсичные вещества попадают в окружающую среду и либо надолго задерживаются в почвах, либо с водотоком или ветром распространяются на сотни и тысячи километров от места их сбрасывания. С водой, воздухом и пищей токсины попадают в организм животных и человека, что приводит к негативным последствиям — от острого отравления со смертельным исходом до заболеваний, проявляющихся лишь через годы (а порой эти последствия проявляются лишь в следующем поколении). Многочисленные статистические данные свидетельствуют об ухудшении генофонда, увеличении количества детей с теми или иными отклонениями от физиологической или психической нормы. Специфические

и неспецифические заболевания, которые поражают нас сегодня из-за хронической токсикации, приводят как минимум к снижению качества жизни.

Каждый из нас, несомненно, согласится со словами известного немецкого философа А. Шопенгауэра: «...вообще девять десятых нашего счастья основано на здоровье. При нем все становится источником наслаждения, тогда как без него никакие внешние блага не могут доставить удовольствия, даже субъективные блага: качество ума, души, темперамента при болезненном состоянии ослабевают и замирают. Отнюдь не лишено основания, что мы прежде всего спрашиваем друг друга о здоровье и желаем его друг другу: оно поистине главное условие человеческого счастья». Как сохранить здоровье в ухудшающейся экологической обстановке? Какая среда благоприятна? Какие экологические нарушения влияют на здоровье? На эти вопросы можно получить ответ только на основе разработок ученых-экологов, в том числе и специалистов в области токсикологии. В представленном учебном пособии сделана попытка разобраться в некоторых из этих вопросов.

Пособие состоит из 11 глав.

Первая глава посвящена предмету токсикологии и его экологическим аспектам. В ней рассмотрены основные понятия и определения токсикологии, техносферные загрязнения и пути их миграции в природных средах. Вскрыта основная причина загрязнения окружающей среды — накопление в ней отходов производства и потребления.

Во второй главе приведена классификация токсичных веществ. В их числе — различные соединения промышленного происхождения, пестициды, препараты бытового назначения и др.

В двух последующих главах рассмотрены вопросы взаимоотношений человека и окружающей среды и механизмы адаптации человека к ее условиям; описаны экологически обусловленные заболевания. Биологическое действие токсичных веществ проявляется в острой, хронической формах и в виде отдаленных последствий (мутагенез, канцерогенез, тератогенез). В третьей главе рассмотрены генетически обусловленные заболевания, возникновение

которых нередко является следствием загрязнения окружающей среды. Четвертая глава посвящена раскрытию механизмов поведения ксенобиотиков в организме. Эти вопросы рассмотрены под тем углом зрения и в том объеме, которые позволяют представить главные токсические свойства рассматриваемых вредных для организма веществ.

В пятой главе можно ознакомиться с процессами адаптации человека к условиям окружающей среды. Главная ее цель — показать, что приспособление человека к изменяющимся условиям среды обитания не беспредельно и ведет к повышению уровня заболеваемости.

Шестая глава пособия посвящена вопросам нормирования воздействий на человека химически вредных факторов окружающей среды. В ней рассмотрены гигиенические нормативы качества воздуха, воды, почв, продуктов питания и способы нормирования при комплексном и комбинированном воздействии вредных химических веществ.

Очень важными представляются и последующие главы, в которых с позиции токсикологии рассматриваются проблемы загрязнения воздуха, воздушной среды помещений, питьевой воды и продуктов питания. Читатель узнает про «классические» и канцерогенные вещества в атмосферном воздухе, о «синдроме больных зданий», о приоритетных химических загрязнителях питьевой воды и эндемических заболеваниях, связанных с избытком или недостатком микроэлементов в воде. Здесь же рассмотрены весьма актуальные вопросы, ответы на которые интересуют каждого современного человека: опасны ли пищевые добавки и генетически измененная продукция и т. д. Особое место уделено воздействию на организм человека табачного дыма и алкоголя.

В одиннадцатой, заключительной главе рассмотрены меры повышения устойчивости организма человека к воздействию ксенобиотиков и методы детоксикации. В ней читатель узнает, как выводить шлаки из организма, как правильно питаться в условиях экологической нагрузки и т. д.

Глава 1. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТОКСИКОЛОГИИ

1.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ, ПОНЯТИЯ, ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ТОКСИКОЛОГИИ

Токсикология (от греч. *toxicon* — яд и *logos* — учение) — это область науки, изучающая законы взаимодействия живого организма и вредного вещества (яда). В роли последнего может оказаться любой химический элемент среды обитания, поступающий в количестве (качестве), не соответствующем врожденным или приобретенным свойствам организма и поэтому не совместимый с его жизнью.

Вредное вещество — вещество, которое при контакте с организмом человека может вызвать заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе работы, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений.

Яд — принятое в медицине обозначение вредного вещества, вызывающего отравление или смерть при попадании в организм в малом количестве.

Однако возникают затруднения при ответе на вопрос: что считать малым количеством? Есть вещества, вызывающие смерть в дозах, равных нескольким нанограммам (ботулотоксин). В то же время самый распространенный яд современности — спирт и его суррогаты. Они вызывают отравление при попадании в организм в количестве десятков и сотен грамм. В связи с этим основным понятием современной токсикологии является токсичность.

Токсичность — свойство (способность) химических веществ, действуя на биологические системы, вызывать их повреждение или гибель.

Вещества существенно различаются по токсичности. Чем меньшее количество химического вещества способно вызвать повреждение биосистемы, тем оно токсичнее.

Токсическое вещество (токсикант) — вещество, способное при взаимодействии с организмом вызывать его интоксикацию или отравление.

Токсины — ядовитые белковые вещества, продукты обмена веществ ряда микроорганизмов (например, палочки тетануса, ботулизма), а также некоторых животных и ядовитых растений, способные вызывать заболевание или гибель животных или человека.

В настоящее время человечеству известно более 10 000 000 химических соединений. Эта цифра ежегодно увеличивается на десятки тысяч наименований. Около 60 000 этих веществ используются непосредственно в быту в виде пищевых добавок, лекарственных и косметических средств, пестицидов, препаратов бытовой химии.

В связи с этим в экологической литературе избегают термина «яд» и используют нижеследующие термины.

Ксенобиотики (от *греч.* xenos — чужой, bios — жизнь) — чужеродные живому организму химические вещества, искусственно получаемые человеком синтетическим путем и отсутствующие в природной среде.

Поллютанты (от *лат.* pollutio — мараение, пачканье) — химические вещества, загрязняющие среду обитания; иначе говоря, загрязнители.

Экзогенные вещества (от *греч.* ekzo — снаружи, genesis — происхождение) — вещества, появление которых связано с деятельностью человека (термин подчеркивает неприродное происхождение соединения).

Экотоксиканты (от *греч.* oikos — дом, toxicon — яд) — ядовитые вещества антропогенного происхождения, вызывающие серьезные нарушения в структуре экосистем.

Суперэкотоксиканты (от *лат.* super — сверху, над) — вещества, обладающие в малых дозах мощным токсическим действием полифункционального характера. Для них фактически теряет смысл понятие предельно допустимой концентрации. Кроме того, они резко повышают чувствительность организмов к другим, менее токсичным ксенобиотикам.

К суперэкоотоксикантам относятся диоксины, дибензофураны, бензантрацены, микотоксины, нитрозамины, нафтиламины и др.

Формирование и развитие реакций биосистемы на действие токсиканта, приводящих к ее повреждению (т. е. нарушению функций, жизнеспособности) или гибели, называется токсическим процессом.

Экоотоксический процесс регистрируют на популяционном уровне. На уровне человеческой популяции он проявляется:

- ростом заболеваемости, числом врожденных дефектов развития, уменьшением рождаемости, смертностью;
- нарушением демографических характеристик популяции (соотношения возрастов, полов и т. д.);
- падением средней продолжительности жизни членов популяции.

Цель токсикологии — непрерывное совершенствование системы мероприятий, средств и методов, обеспечивающих сохранение жизни, здоровья и профессиональной работоспособности отдельного человека, коллективов и населения в целом в условиях повседневного контакта с химическими веществами и при чрезвычайных ситуациях.

Она включает в себя большой набор исследований и показателей с обязательной оценкой смертельных эффектов, накопления в организме токсичных веществ кожно-раздражающего, токсического, эмбриотропного действия, влияния на сердечно-сосудистую систему, репродуктивную функцию и исследование отдаленных эффектов (мутагенного, тератогенного и канцерогенного).

Большая часть этих исследований проводится на животных (мыши, крысы, морские свинки). Наиболее надежные экстраполяции на человека получаются в том случае, если данные по токсичности у различных видов животных близки. Ряд данных получают в результате обобщения наблюдений на производственных контингентах, а некоторые данные — на людях-добровольцах (например, определение раздражающего и рефлекторного действия). Исследования на людях возможны лишь в случае полной гарантии безопасности испытуемых.

Задачи токсикологии.

1. Установление количественных характеристик токсичности и определение разрыва (зоны) между дозами, вызывающими начальные признаки отравления, и дозами, вызывающими гибель организмов. Раздел токсикологии, в рамках которого осуществляется оценка токсичности химических веществ, называется *токсикометрией*. Полученные результаты используются для оценки риска действия ксенобиотиков в условиях производства, экологических и бытовых контактов с токсикантами; сравнительной оценки эффективности средств и методов обеспечения химической безопасности населения и т. д.

2. Изучение механизмов влияния вредного вещества на организм. Эта задача решается в рамках раздела токсикологии — *токсикодинамики*. Токсикодинамические характеристики необходимы прежде всего для разработки средств профилактики и терапии интоксикаций.

3. Выяснение механизмов проникновения токсикантов в организм, закономерностей их распределения, метаболизма и выведения. Этими вопросами занимается раздел токсикологии — *токсикокинетика*. Знания токсикокинетики ксенобиотиков необходимы для выявления профессиональной патологии, создания новых противоядий, усовершенствования методов детоксикации организма и для решения ряда других вопросов.

4. Установление факторов, влияющих на токсичность вещества: свойств токсикантов, особенностей биологических объектов, условий их взаимодействия, состояния окружающей среды и т. д. Этими вопросами занимается экспериментальная токсикология.

В настоящее время в токсикологии определились следующие направления: теоретическое (экспериментальное), профилактическое (гигиеническое) и клиническое.

Теоретическая токсикология изучает:

- общие закономерности в токсикологии и методические подходы к оценке токсичности веществ (токсикометрия);
- механизмы токсичности, распределение и метаболизм веществ в организме (токсикокинетика и биохимическая токсикология);

- общие закономерности в развитии патологических процессов интоксикации (токсикодинамика и патофизиологическая токсикология);
- вопросы видовой чувствительности и переноса данных с лабораторных животных на человека (сравнительная и видовая токсикология);
- разработку принципов антидотной терапии и профилактики, исходя из механизмов действия веществ, и другие вопросы, имеющие общетеоретическое значение.

В основе теоретической токсикологии лежит учение о движении токсических веществ в организме: пути их поступления, распределения, метаболического превращения (биотрансформации) и выведения. Одной из основных задач токсикологии и является обнаружение и характеристика токсических свойств химических веществ, которые способны вызвать в организме животных или человека патологические изменения.

Профилактическая токсикология изучает проблемы определения степени опасности и разрабатывает меры и способы предотвращения и защиты от токсического воздействия химических веществ в окружающей среде.

Это направление токсикологии включает следующие разделы:

- коммунальный;
- пищевой;
- промышленный;
- сельскохозяйственный;
- бытовой.

Промышленная токсикология изучает действие на организм токсичных веществ, используемых в промышленности, устанавливает ПДК, санитарно-гигиенические нормы на предприятиях и решает ряд других вопросов.

Пищевая токсикология обеспечивает токсикологический контроль на предприятиях пищевой промышленности.

Коммунальная токсикология изучает токсичные вещества, действующие на человека в условиях населенных мест и разрабатывает соответствующие нормативы и профилактические мероприятия.

Сельскохозяйственная токсикология изучает вредные вещества, применяемые в сельском хозяйстве (пестициды и др.).

Бытовая токсикология изучает отравления веществами, используемыми в быту.

Клиническая токсикология изучает химические болезни человека, возникающие вследствие токсического влияния химических соединений окружающей его среды. Основными разделами клинической токсикологии являются:

- токсикология острых химических болезней (отравлений), развивающихся вследствие одномоментного воздействия токсической дозы химических соединений;
- токсикология хронических химических болезней (отравлений), возникающих при длительном и многократном воздействии токсических веществ;
- наркологическая токсикология, предметом изучения которой являются механизмы болезненного пристрастия человека к наркотикам и меры борьбы с ними;
- лекарственная токсикология, задача которой — определение широты терапевтического эффекта лекарственных средств, их побочного и вредного действия на организм (лекарственная болезнь), разработка способов предупреждения и лечения лекарственных отравлений.

В последнее время к клиническому направлению токсикологии относят учение о биологическом действии синтетических материалов, имплантируемых в организм человека (сосудистые протезы, искусственные клапаны сердца, суставы и т. д.).

Кроме того, выделяют **специальные виды токсикологии** — судебная, военная, зоотоксикология, фитотоксикология, экотоксикология, техносферная токсикология и др., которые изучают отравления людей и животных в особых условиях или обстоятельствах при воздействии определенного вида токсических веществ. Это виды токсикологии, которые обычно включают в себя элементы всех основных направлений — теоретического, гигиенического и клинического.

Судебная токсикология изучает методы определения токсичных веществ, которые могут быть причиной отравлений

и смерти, для того чтобы применить результаты исследований в судебной практике.

Ветеринарная токсикология (зоотоксикология) занимается изучением действия токсичных веществ на животных, а также вопросами защиты сельскохозяйственных животных от ядовитых веществ.

Фитотоксикология изучает воздействие ядовитых веществ на растения.

Военная токсикология изучает воздействие на организм человека боевых отравляющих веществ (БОВ) и разрабатывает методы защиты от них.

Экотоксикология изучает развитие неблагоприятных эффектов, проявляющихся при действии загрязнителей на различные виды живых организмов (от микроорганизмов до человека), как правило, на уровне популяций или экосистемы в целом. Также экотоксикология изучает судьбу химических веществ в системе биогеоценоза.

Особенно большое значение экотоксикология получила в последнее время в связи с необходимостью защиты окружающей среды от воздействия токсичных и радиоактивных веществ.

Техносферная токсикология — это область науки, изучающая законы взаимодействия живых организмов и вредных веществ, поступающих из части биосферы, преобразованной человеком с помощью прямого или косвенного воздействия.

1.2. ХИМИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Вследствие деятельности различных промышленных предприятий в биосферу поступает огромное количество разнообразных химических веществ. Все это изменяет привычные для человека характеристики среды обитания. Наиболее распространенными абиотическими лимитирующими факторами являются вещества-загрязнители и ионизирующее излучение.

Загрязнением называются любые изменения воздуха, вод, почв или пищевых продуктов, оказывающие

нежелательное воздействие на здоровье и выживаемость человека и других живых организмов.

Тяжесть воздействия загрязняющих веществ определяют три фактора. Первый — их *химическая природа*, т. е. насколько они активны и вредны для человека, растений и животных. Второй — *концентрация*, т. е. содержание на единицу объема или массы воздуха, воды или почвы. Третий фактор — *устойчивость*, т. е. продолжительность существования в воздухе, воде и почве.

По *масштабам* загрязнения подразделяются на локальные (вокруг промышленных предприятий, животноводческих комплексов, нефтебаз и пр.), региональные (в пределах области, бассейна реки, республики, государства), глобальные (обнаруживаемые в любой точке планеты далеко от его источника; например, хлорорганические соединения в яйцах пингвинов в Антарктиде), космические (в космическом пространстве; например, отработанные ступени летательных аппаратов и пр.).

Поступление в окружающую среду загрязнителей, непосредственно образующихся в ходе естественных, природно-антропогенных и чисто антропогенных процессов, относят к *первичному загрязнению*. Если вещество, поступающее в окружающую среду, не вызывает отрицательных последствий, но в ходе физико-химических процессов, идущих непосредственно в среде, становится опасным, то такое загрязнение называют *вторичным*. Например, фреоны, поступающие в атмосферу, сами по себе не опасны, но под влиянием ультрафиолетового излучения Солнца они отщепляют атом хлора, который может взаимодействовать с озоном, разрушая озоновый слой.

По характеру образования загрязнения подразделяются на природные и антропогенные. *Природное загрязнение* вызывается естественными причинами, без влияния человека или в результате его отдаленного косвенного воздействия на природу. Природное загрязнение в более узком понимании называется *естественным*, если происходит без всякого влияния человека на природные процессы; как правило, это катастрофические процессы — мощное извержение вулкана, селевой поток и т. п.

Сюда же следует отнести и *геохимическое загрязнение*, которое возникло в процессе образования и развития нашей планеты. При избытке какого-либо химического элемента в определенной местности геохимическое загрязнение называется *положительным*, а при недостатке — *отрицательным*.

Загрязнения, возникающие в результате хозяйственной деятельности человека, называют *антропогенными*. Их подразделяют на *промышленные* (вызываемые отдельно взятым предприятием или всей отраслью промышленности), *сельскохозяйственные* (возникающие при внесении удобрений, использовании ядохимикатов, сбросе отходов животноводства и других действиях, связанных с сельскохозяйственным производством), *военные* (возникающие в результате работы военной промышленности, военных испытаний и военных действий; также сюда можно отнести утилизацию боеприпасов).

По своей природе все загрязнения делятся на физические, физико-химические, химические, биологические и механические.

Физическое загрязнение связано с изменением физических параметров среды: температуры (тепловое загрязнение); волновых параметров (световое, шумовое, электромагнитное загрязнения); радиационных параметров (радиационное, радиоактивное загрязнения).

Единственной формой *физико-химического загрязнения* является аэрозольное загрязнение, т. е. загрязнение воздуха мелкодисперсными жидкими и твердыми веществами; примером этого является промышленный смог.

Проникновение в окружающую среду химических веществ, отсутствующих в этой среде ранее или изменяющих естественную концентрацию до уровня, превышающего обычную норму, относят к *химическому загрязнению*. Сюда входит загрязнение тяжелыми металлами (свинцом, ртутью, кадмием и др.), пестицидами, простыми или сложными химическими веществами.

Биологическое загрязнение связано с внесением в окружающую среду и размножением в ней нежелательных для человека организмов, а также с проникновением или

внесением в природные экосистемы чуждых данным сообществам и обычно там отсутствующих видов организмов.

Биологическое загрязнение может быть *сознательным* (интродукция растений и животных, применение биологического оружия) или *случайным* (занос сорных растений и вредных насекомых с импортируемой продукцией или завозимой из других регионов: колорадский жук, амброзия многолетняя и др.). Загрязнение окружающей среды микроорганизмами является *микробиологической формой* биологического загрязнения, а загрязнение биогенными веществами (выделения, мертвые тела и т. п.) — *биотической формой*.

Засорение среды агентами, оказывающими неблагоприятное механическое воздействие без физико-химических последствий (например, мусором), называют *механическим загрязнением*. Такое выделение несколько условно, так как фактически замусоривание всегда сопровождается негативными физико-химическими эффектами.

Влияние человека на природную среду достигло такой степени, при которой дальнейший рост ее загрязнения уже не возможен без серьезных последствий для самого человека. Несмотря на это, современное общество уже не может обойтись без черной и цветной металлургии, химической промышленности, теплоэнергетики, нефте- и газопереработки, которые являются мощными источниками загрязняющих веществ (пыли, оксидов углерода, серы и азота, углеводородов и других химических соединений).

Наиболее сильному загрязнению подвержены атмосфера, гидросфера и почвенный покров.

Загрязнение атмосферы является причиной кризисных ситуаций глобального масштаба, к которым относят изменение климата планеты и разрушение озонового слоя.

С точки зрения влияния на здоровье и адаптивные способности человека загрязнение атмосферы существенно в первую очередь не на глобальном, а на локальном уровне. Так, в результате деятельности человека повышаются концентрации озона и других токсичных веществ в приземных слоях атмосферы, возникают антропогенно стимулированные атмосферные явления (туманы, облачность,

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru