

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова
Кафедра общей и биоорганической химии

Химтоксиканты в окружающей среде

Методические указания

*Рекомендовано
Научно-методическим советом университета для студентов,
обучающихся по специальности Биология*

Ярославль 2008

УДК 615.4
ББК Е 072я73
Х 46

Рекомендовано
Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного издания. План 2008 года

Рецензент
кафедра общей и биоорганической химии Ярославского государственного университета им. П.Г. Демидова

Составитель **Г.А. Урванцева**
Химтоксиканты в окружающей среде: метод. указания / сост. Г.А. Урванцева; Яросл. гос. ун-т. – Ярославль : ЯрГУ, 2008. – 55 с.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по специальности 020201 Биология (дисциплина «Химтоксиканты в окружающей среде», блок СД), очной и заочной форм обучения.

УДК 615.4
ББК Е 072я73

© Ярославский государственный
университет им. П.Г. Демидова, 2008

Организмы и окружающая среда – составные части экосистемы. Химическое загрязнение окружающей среды может рассматриваться как один из важнейших аспектов взаимодействия между организмами и биосферой.

Химтоксиканты поступают в окружающую среду из естественных и антропогенных источников. К природным источникам загрязнения относятся: извержения вулканов, пыльные бури, лесные пожары, пыль космического происхождения, частицы морской соли, разрушения горных пород, продукты растительного, животного и микробиологического происхождения.

Антропогенные источники загрязнения обусловлены хозяйственной деятельностью человека. К ним можно отнести:

1. Сжигание горючих ископаемых, что сопровождается выбросом 5 млрд тонн углекислого газа в год.
2. Работа тепловых электростанций, когда при сжигании высокосернистых углей выделяется сернистый газ.
3. Выхлопы современных турбореактивных самолетов.
4. Производственная деятельность.
5. Загрязнение взвешенными частицами (при измельчении, фасовке и загрузке, от котельных, электростанций, шахтных стволов, при сжигании мусора).
6. Выбросы предприятиями различных газов.
7. Сжигание топлива в факельных печах, в результате чего образуется монооксид углерода.
8. Сжигание топлива в котлах и двигателях транспортных средств.
9. Вентиляционные выбросы.

Следует отметить, что поступление в окружающую среду токсичных веществ антропогенного происхождения не только соизмеримо с естественными источниками, но в ряде случаев значительно их превосходит.

Тема 1.

Химическое загрязнение воздушной среды

Загрязнение атмосферного воздуха

Атмосфера является самым маленьким из геологических резервуаров Земли, поэтому она весьма чувствительна к загрязнению. В то же время атмосферный воздух считается одним из основных жизненно важных элементов окружающей среды.

Вещества, которые загрязняют атмосферу, делятся на три группы: пыль, аэрозоли и газы. Кроме того, их разделяют на первичные, которые непосредственно поступают в атмосферу, и вторичные, являющиеся результатом превращения последних.

К первичным загрязнителям воздушной среды относят: пыль и аэрозоли, угарный и углекислый газы, оксиды серы и азота, углеводороды и другие летучие соединения, а к вторичным – озон, кислотные осадки и смоги.

Первичные загрязнители воздушной среды

Атмосферная пыль – взвешенные в воздухе частицы с диаметром >1 мкм. Их трудно классифицировать химически, но это могут быть как частицы кварца, так и органические материалы самого различного происхождения. Но все-таки пыль – это в основном почва регионов Земли.

Аэрозоли (взвеси) – коллоидные системы, в которых дисперсионной средой служит воздух. В отличие от атмосферной пыли аэрозоли содержат не только твердые, но и жидкие частицы, образованные при конденсации паров или при взаимодействии газов. Обычно к аэрозолям относят и капельки размером $0,1 - 1$ мкм. В атмосферу ежегодно поступают миллионы тонн аэрозолей. Твердые взвешенные частицы представлены главным образом сажей, кальцитом, гидрослюдой, полевым шпатом, реже сульфатами и хлоридами. В снеговой пыли обнаружены оксиды, сульфаты и сульфиты, сульфиды тяжелых металлов, а также сплавы и металлы в самородном виде. К аэрозолям можно также

отнести: пыль-скопления, состоящие из твердых частиц, диспергированных в газовой фазе, дымы, туманы.

Пыль и аэрозоли могут иметь как природное, так и антропогенное происхождение (производственные и бытовые выбросы). В результате природных процессов частицы солей попадают в воздух из морской воды, минеральная пыль – из сухой почвы, пыль и зола – при извержениях вулканов, твердые частицы дымов – при лесных пожарах, а нитраты и сульфаты образуются в результате газовых реакций.

Атмосферная пыль и аэрозоли ослабляют солнечное излучение в результате рассеяния, отражения и поглощения лучей. Пыль и аэрозоли способствуют коррозионным процессам на металлах и силикатных покрытиях. Они могут принести вред здоровью людей как прямым, так и косвенным способом. Так, под влиянием пыли и аэрозолей могут развиваться такие заболевания, как силикоз и асбестоз. Они возникают в результате длительного вдыхания кварцевой или асбестовой пыли, что приводит к разрастанию соединительной ткани в паренхиме легких. Асбестовая пыль представляет также и канцерогенную опасность. Пыль различного происхождения может вызвать у людей аллергию. Ослабление потока солнечных лучей приводит к сокращению УФ-излучения, необходимого для поддержания температуры тела людей, выработки витамина Д, при недостатке которого развивается рахит. Кроме того, УФ-излучение уничтожает микроорганизмы и оказывает стерилизующее действие, поэтому уменьшение доли УФ-лучей приводит к возникновению инфекционных бактериальных заболеваний.

Пыль и аэрозоли снижают фотосинтез растений и нарушают водный режим в листьях.

Особую опасность представляют *тяжелые металлы*, которые присутствуют в атмосфере также в виде пыли и аэрозолей, реже – в газообразной форме (ртуть). Токсическое действие свинца выражается в действии на ткани гладких мышц, нарушении гемосинтеза в костях и в воздействии на моторную двигательную систему; у детей отмечается заметное замедление умственного развития. При воздействии аэрозоля кадмия происходит его накопление в коре надпочечников и отложение в костях с об-

разованием трехзамещенного фосфата кадмия. Одновременно с этим происходит вымывание ионов кальция из костей, что сопровождается болезненным усыханием скелета. Это заболевание было впервые описано в Японии и получило название итай-итай.

К газообразным первичным химическим токсикантам атмосферы относятся следующие:

1. Оксид углерода (CO).

Он присутствует в атмосфере в небольших количествах и является химически довольно инертным газом: он очень медленно окисляется кислородом и озоном воздуха. Угарный газ образуется в результате вулканической деятельности и при окислении метана в атмосфере. Антропогенными источниками оксида углерода (11) являются выбросы автотранспорта и сжигание топлива в факельных печах. CO представляет опасность, прежде всего, потому, что он активно взаимодействует с гемоглобином крови и уже при очень низкой концентрации снижает ее способность переносить кислород. Содержание оксида углерода в воздухе около 0,001% (по объему) вызывает головную боль, снижение умственной деятельности и расстройство ряда физиологических функций организма.

Накоплению CO в атмосфере препятствуют высшие растения, водоросли и особенно микроорганизмы почвы. В настоящее время установлено, что высшие растения могут связывать монооксид углерода с помощью аминокислоты серина.

2. Диоксид углерода (CO₂).

Природными источниками углекислого газа являются вулканические извержения; выветривания горных пород, содержащих углерод; микробиологический распад органических соединений над почвой и в почве; дыхание всех живых организмов; естественные лесные пожары. Техногенный диоксид углерода поступает в атмосферу в результате сжигания топлива на тепловых электростанциях, других промышленных предприятиях и в автомобильных двигателях. Выбросу углекислого газа в атмосферу противостоят: фотосинтез растений, растворение в морской воде, накопление соединений, богатых углеродом и отложения залежей горючих ископаемых. Тем не менее в настоящее время в мире в результате антропогенных выбросов в атмосферу ежегодно по-

ступает более 5 млрд тонн диоксида углерода. Еще 1 – 2 млрд тонн его поступает за счет природных источников. Сегодня, согласно подсчетам Всемирной метеорологической организации, ежегодно в атмосферу Земли выбрасывается в среднем около 1 тонны диоксида углерода на душу населения. Но по странам эта масса различается весьма существенно. Так, в воздушное пространство США поступает более 5 тонн углекислого газа в расчете на одного гражданина. Для Японии и стран Западной Европы этот показатель также очень высок. В то же время в развивающихся странах ежегодный выброс углекислого газа составляет около 0,6 тонн на человека.

Влияние углекислого газа выражается не только в токсическом действии на живые организмы, но и в способности задерживать тепловое излучение Земли, что может привести к изменению климата. Поэтому углекислый газ, наряду с водяным паром, метаном, фторхлоруглеродами, оксидами азота и озоном относится к парниковым газам. На Международной конференции ученых по проблеме антропогенного изменения климата, прошедшей в 1988 году в Торонто, был сделан вывод, что последствия усиления парникового эффекта уступают лишь последствиям мировой ядерной войны. Тогда при ООН была создана межправительственная группа экспертов по проблемам изменения климата, которая занялась всесторонними проблемами антропогенного изменения климата, прежде всего вследствие усиления парникового эффекта. По мнению экспертов, среди важнейших проблем, связанных с усилением парникового эффекта и потеплением климата, выделяется проблема повышения уровня Мирового океана за счет таяния материковых ледников и морских льдов, теплового расширения океана. За прошедшее столетие уровень Мирового океана повысился на 10 – 25 см. По расчетам специалистов, к 2025 году возможно повышение уровня Мирового океана еще на 0,2 – 0,3 м, а к концу наступившего столетия – на 1 – 2 м, что может привести к серьезным экологическим проблемам.

В декабре 1997 года в Киото (Япония) на Международной конференции по проблемам климата был принят Киотский протокол, который определил конкретные ограничения выбросов парниковых газов странами-участницами конференции. В част-

ности, квота России до 2012 года составляет 3 т парниковых газов в год. К сожалению, ни одна из развитых стран, ответственных более чем за 80% выбросов парниковых газов, не ратифицировала Киотский протокол, а США вообще устранились от участия в Киотских переговорах.

3. Диоксид серы (SO_2).

В природе диоксид серы образуется при извержении вулканов, при лесных пожарах, из морской пены и при микробиологических превращениях серосодержащих соединений. SO_2 антропогенного происхождения выделяется в процессе сгорания серосодержащего топлива, в металлургических производствах, при обработке содержащих серу руд, при различных химических технологических процессах. Есть основания полагать, что ежегодные выбросы диоксида серы будут возрастать в связи с ростом потребления топлива.

SO_2 оказывает негативное воздействие на человека и биоту. У людей он раздражает слизистую оболочку, вызывая сильный кашель. 10% людей обладают повышенной чувствительностью к диоксиду серы. У них уже его кратковременное воздействие вызывает спазмы дыхательных путей. Таким же образом реагируют на загрязнение SO_2 и больные астмой. Считают, что физиологическое действие диоксида серы в первую очередь связано с образованием сернистой кислоты на влажной слизистой бронхов. В тяжелых случаях при действии SO_2 может возникнуть отек легких. При длительном воздействии диоксида серы у многих людей пропадает чувствительность к запахам и вкусам. В организме животных и человека сернистая кислота постепенно превращается в серную, которая выводится почками, понижая pH мочи.

SO_2 действует на растения либо непосредственно на листья, либо косвенно в виде кислотных осадков и через почву. При этом растения более чувствительны к сульфитным ионам, под действием которых в первую очередь повреждаются биомембраны хлоропластов и происходит обесцвечивание хлорофилла. Происходит пожелтение листьев особым образом: в областях между жилками листьев. Возможен также некроз листьев (отмирание целых участков листа). Считается, что действие диоксида серы является причиной уменьшения морозостойкости растений. Во-

круг промышленных центров, загрязняющих атмосферу этим газом, погибает почти вся растительность. Некоторые виды растений особо чувствительны к SO_2 и служат чутким индикатором его накопления в воздухе. Например, лишайники погибают даже при следовых количествах SO_2 в атмосферном воздухе. Их присутствие в лесах вокруг крупных городов свидетельствует о высокой чистоте воздуха.

4. Оксиды азота (NO)_x.

Количество оксидов азота, поступающих в атмосферу, составляет 20 млн тонн в год. Природные загрязнения атмосферы оксидами азота связаны с электрическими разрядами и процессами ферментации силоса. Основными антропогенными источниками выброса оксидов азота являются предприятия, производящие азотные удобрения, азотную кислоту и нитраты, анилиновые красители, нитросоединения, суперфосфат, взрывчатые вещества и другие высокотемпературные процессы (например, сгорание топлива). Главным источником выброса оксидов азота является автомобильный транспорт.

Оксиды азота обладают общетоксичным и раздражающим действием. Они участвуют в образовании кислотных осадков и компонентов фотохимического смога.

NO (монооксид азота) не раздражает дыхательные пути, и поэтому человек может его не почувствовать, но при вдыхании газа при взаимодействии с гемоглобином образуется нестойкое нитрозосоединение, быстро переходящее в метгемоглобин, неспособный переносить кислород. Концентрация метгемоглобина в крови 60 – 70% является летальной. По мере удаления от источника выброса все большее количество монооксида азота переходит в диоксид азота, раздражающий слизистые оболочки. При контакте с влагой в организме человека образуются азотистая и азотная кислоты, которые разъедают стенки альвеол легких подобно многим другим кислотам. При этом стенки альвеол и кровеносных капилляров становятся настолько проницаемыми, что пропускают сыворотку крови в полость легких. В этой жидкости растворяется вдыхаемый воздух, образуя пену, препятствующую дальнейшему газообмену. Если не перекрыть доступ жидкости в альвеолы, то отек легких может привести к смерти.

Воздействие оксидов азота на растения возможно при прямом контакте или косвенно с помощью кислотных осадков или компонентов фотохимического смога. При прямом контакте происходит пожелтение или побурение листьев и игл, так как при этом наблюдается превращение хлорофиллов а и b в феофитины и одновременное разрушение каротиноидов. Образующаяся в клетках растений азотистая кислота оказывает мутагенное действие. При этом происходит окислительное дезаминирование нуклеиновых кислот и превращение цитозина в урацил. Нарушение роста растений происходит при воздействии диоксида азота в концентрации 0,35 мг/м. В целом растения более устойчивы по сравнению с человеком к воздействию диоксида азота, так как NO_2 восстанавливается в хлоропластах до аминогрупп, входящих в состав аминокислот и белков. Опасность повреждения оксидами азота растительности существует только в больших городах и промышленных районах.

5. Углеводороды и другие летучие соединения.

Углеводороды поступают в атмосферу за счет преимущественно биологических процессов. Например, считается, что до 80% поступающего в атмосферу метана формируется биологическим путем. Однако надо иметь в виду, что человеческая деятельность, направленная на увеличение площадей орошаемых и затопливаемых почв и развитие животноводства, может расширить масштабы и интенсифицировать эти процессы. Почти не представляя опасности как самостоятельные загрязняющие вещества воздушной среды, углеводороды обуславливают мощность и плотность фотохимического смога. При этом в результате фотохимических реакций углеводороды образуют весьма токсичные продукты: альдегиды, кетоны, пероксиацетилнитрат (ПАН). Метан и другие низшие алканы, такие как этан, пропан, накапливаясь в атмосфере, влекут за собой постепенное повышение среднегодовой температуры, что является следствием парникового эффекта. Кроме названных, наиболее опасны широко распространенные в воздушном бассейне России диоксин, бенз(а)пирен, фенолы, формальдегид, сероуглерод.

Вторичные загрязнители воздушной среды

Как уже отмечалось, к ним относятся озон, кислотные осадки и смоги.

Озон

Озон образуется в результате химического взаимодействия оксидов азота с летучими углеводородами под действием света. При этом диоксид азота распадается на монооксид и атом кислорода, который, соединяясь с молекулой кислорода, дает озон.

Как известно, озон в верхних слоях атмосферы является экраном, защищающим нас от УФ-излучения, а озон в приземной атмосфере – опасный загрязнитель, высокотоксичный газ для животных, растений и человека. Известно, что при действии на растительность озон значительно токсичнее оксидов азота. Чувствительные виды растений (например, сосна) уже после часовой обработки озоном при концентрации 0,05 – 0,1 мг/м проявляют признаки угнетения. Показано, что озон приземной атмосферы изменяет структуру клеточных мембран. При этом сначала повышается проницаемость для воды, а затем и глюкозы. В результате этих процессов клетки мезофилла листьев отмирают. На поверхности листьев образуются полосы, в которых происходит полное отражение света. В этом случае говорят о появлении серебристой пятнистости листьев. Озон может вызвать выделение этилена из клеток растений, что приводит к опадению листьев и игл.

Действие озона на организмы животных и человека подобно действию оксидов азота. Он также может вызвать отек легких. Кроме того, озон нарушает нормальное движение мерцательных волосков в бронхах, которое обеспечивает вывод чужеродных веществ из бронхов вместе с мокротой. Систематическое вдыхание озона приводит к накоплению в легких чужеродных веществ, вызывающих различные заболевания, в том числе рак. При концентрации озона ниже значения 0,2 мг/м наблюдаются усталость, резь в глазах, раздражение слизистых оболочек. Обычно в промышленных районах концентрация озона в воздухе в летний период составляет 0,03 мг/м.

Кислотные осадки

Кислотными называют любые осадки – дожди, туманы, росы, снег – кислотность которых больше нормы. К ним относят также

выпадения из атмосферы сухих кислых частиц, так называемых кислотных отложений. У дождевой воды в отсутствие загрязнителей $\text{pH} = 5,6$, так как в ней растворяется углекислый газ с образованием угольной кислоты. Кислотными считаются осадки с $\text{pH} < 5,5$. Во многих регионах мира наблюдаются дожди с $\text{pH} < 4$. При этом кислотность на 2/3 обусловлена серной кислотой.

Кислотные осадки наносят значительный экологический, экономический и эстетический ущерб. В результате выпадения кислотных осадков нарушается равновесие в экосистемах, ухудшается продуктивность сельскохозяйственных растений и плодородие почв, ржавеют металлические конструкции, разрушаются здания, сооружения, памятники культуры.

Основной причиной выпадения кислотных осадков считается интенсификация промышленной деятельности человека. Во второй половине XX века с увеличением объемов промышленного производства увеличилось количество выбросов в атмосферу оксидов углерода, азота и сернистого газа. Растворяясь в воде, эти кислотные оксиды образуют соответствующие кислоты, которые переносятся облаками на значительные (до 500 км) расстояния и выпадают на землю в виде кислотных осадков. При этом SO_2 и оксиды азота считаются главными предшественниками кислотных дождей, так как они превращаются в серную и азотную кислоты.

Значение pH среды очень важно, потому что от него зависит действие ферментов, гормонов и других белков в живых организмах. В клетках есть механизмы, поддерживающие pH на определенном уровне. Но яйцеклетки, сперма и молодь гидробионтов защищены недостаточно. При изменении pH хотя бы на одну единицу они испытывают стресс и погибают (в пресноводных озерах, ручьях, прудах pH составляет 6 – 7, живущие в них организмы адаптированы к этому уровню). Неслучайно влияние кислотных осадков на экосистемы стали детально изучать после того, когда рыбаки заметили резкое снижение популяций рыбы в водоемах. Влияние кислотных осадков усиливается в период таяния снега. Ущерб не ограничивается гибелью рыбы, так как он передается по пищевым цепям. Там, где нет рыбы, отсутствуют гагары, белоголовый орлан, чайки, норки, выдры и др. Численность земновод-

ных (лягушек, жаб, тритонов) также сокращается. Резко снижаются и популяции рыб, питающихся насекомыми, личинки которых развиваются в воде, а также енотов и других млекопитающих. Наряду с гибелью пресноводных водоемов наблюдается вымирание, гибель лесов. Показано в эксперименте, что кислоты нарушают восковой покров листьев. Кроме того, при низких значениях pH снижается активность редуцентов и азотфиксаторов. Из листьев вымываются биогены и другие метаболиты. Все это вызывает замедление роста деревьев и их уязвимость к действию грибов и других патогенных микроорганизмов. При подкислении среды переходят в раствор алюминий, ртуть и свинец. Алюминий способен вызывать у людей болезнь Альцгеймера.

Как отмечалось, кислотные осадки разрушают архитектурные сооружения и памятники. Строительные материалы состоят из карбонатов и силикатов, чувствительных к воздействию кислотных осадков и к присутствию атмосферного SO₂. Основной реакцией, ответственной за разрушение мрамора и повреждение памятников, является образование сульфата на поверхности этих материалов.

Смоги

Смог (англ. smoke – дым, fog – густой туман) – видимое загрязнение воздуха любого характера. Смог возникает при определенных условиях: большом количестве пыли и газов в атмосферном воздухе и длительном существовании антициклонных условий погоды (областей с высоким атмосферным давлением), когда загрязнители скапливаются в приземном слое атмосферы. Смог вызывает удушье, приступы астмы, аллергические реакции, раздражение глаз, повреждение растительности, зданий и сооружений.

Выделяют три типа смога: ледяной (аляскинского типа); влажный (лондонского типа); сухой, или фотохимический (лос-анджелесского типа).

Ледяной смог возникает при очень низких температурах и антициклоне. В этом случае выбросы даже небольшого количества загрязняющих веществ приводят к возникновению густого тумана, состоящего из мельчайших кристалликов льда и, например, серной кислоты.

Влажный смог обычен для мест с высокой влажностью воздуха и частыми туманами. Это способствует смешиванию загрязняющих веществ, их взаимодействию в химических реакциях. Главными токсичными компонентами влажного смога являются чаще всего углекислый газ и диоксид серы. Известен случай, когда в 1952 году влажный смог в Лондоне унес более 4 тысяч жизней.

Фотохимический смог – вторичное загрязнение воздуха, возникающее в процессе разложения первичных загрязняющих веществ солнечными лучами. Главный ядовитый компонент фотохимического смога – озон.

По своему физиологическому действию на организм человека смоги крайне опасны для дыхательной и кровеносной систем и часто бывают причиной преждевременной смерти городских жителей с ослабленным здоровьем.

Итак, главными источниками загрязнения воздуха атмосферы являются промышленные и транспортные выбросы. Их поступление в атмосферу происходит также при неправильной эксплуатации печей для сжигания бытовых и химических отходов, открытом сжигании мусора на свалках.

Загрязнение атмосферы – самый мощный, постоянно действующий и всепроникающий фактор, оказывающий негативное влияние не только на человека, биоценозы, трофические цепи, но и на другие важнейшие природные среды. Загрязнение гидросферы нередко бывает более стойким, чем загрязнение атмосферы, но реки и моря рано или поздно рассеивают загрязняющие вещества, в чем им активно помогают течения и обновления рек. В почвах медленнее накапливаются токсические уровни загрязняющих веществ, но зато они долго в ней сохраняются, негативно влияя на экологическую обстановку целых регионов.

Основные загрязнители воздуха в помещении

Основными загрязнителями воздуха в помещении являются: пыль и аэрозоли, табачный дым, формальдегид, угарный и углекислый газы, диоксид азота, пестициды, дезодоранты, синтетические моющие вещества, испарения жидкостей для мытья посуды

и сантехники, освежители воздуха и дезинфицирующие средства, радон, асбест.

Тема 2. Пестициды и их влияние на окружающую среду

Пестициды (от лат. *pestis* – зараза; *caedo* – убиваю) – это химические вещества, применяемые для борьбы с разными вредителями. Например, для борьбы с насекомыми используют инсектициды, с бактериями – бактерициды, с высшими растениями – гербициды, с грибами – фунгициды, с грызунами – родентециды, с тлей – афициды и т.д.

В эту группу веществ входят и антисептики, применяемые для предохранения разных неметаллических материалов от разрушения микроорганизмами. К ним также относятся вещества, используемые для предуборочного удаления листьев с растений (дефолианты), для подсушивания растений на корню (десиканты) или препараты для предпосевной обработки семян (протравители семян) и др. Пестициды являются крайне необходимыми средствами для борьбы за сохранение продуктов питания. Подсчитано, что без применения пестицидов потери от насекомых-вредителей, сорняков и болезней могут достигать 60% от ежегодного урожая. На сегодняшний день в мире производится и применяется до 3 млн тонн пестицидов в год (4 кг на одного чел. населения планеты). Из них около половины составляют инсектициды, более 30% – гербициды и около 20% – фунгициды. Широкое применение пестицидов связано и с их высокой экономической эффективностью, которая может быть охарактеризована следующим примером: прополка одним человеком 1 га сахарной свеклы требует не менее 20 рабочих дней, тогда как использование современных гербицидов позволяет решить эту проблему за 30 – 40 минут. Кроме того, применение некоторых гербицидов позволяет перейти к беспашотному земледелию, что резко сокращает расход горючего и труда.

По химическому строению пестициды (например, инсектициды) подразделяются на ряд классов:

Хлорорганические инсектициды – хлорпроизводные много-ядерных углеводородов (ДДТ), циклопарафинов (гексахлоцикло-гексан), соединений диенового ряда (гептахлор), алифатических карбоновых кислот (пропанид) и др. Важнейшими свойствами большинства хлорорганических пестицидов являются:

1. Персистентность (высокая стойкость к воздействию различных факторов окружающей среды). Она характеризуется периодом полураспада или полного распада до простых химических соединений. Персистентность зависит от химической стабильности препарата и скорости метаболизма в живых организмах. Хлорсодержащие углеводороды разлагаются при очень высокой температуре и в большинстве случаев в живых организмах нет ферментов, способных их расщепить.

2. Биоаккумуляция. Она заключается в том, что малые, кажущиеся безвредными дозы, полученные в течение длительного времени, накапливаются в организме, создают в итоге токсичную концентрацию и наносят ущерб здоровью.

3. Биоконцентрирование (накопление вещества при прохождении через пищевую цепь). В результате на вершине пищевой цепи концентрация пестицида в организме может стать в 100 000 – 10 000 000 раз выше, чем во внешней среде.

4. Канцерогенность (ДДТ, мирекс и др.).

5. Токсификация в результате биотрансформации.

Некоторые пестициды в живых организмах превращаются в более токсичные продукты (альдрин, мирекс).

Фосфорорганические инсектициды – сложные эфиры фосфорной кислоты (например, диметилдихлорвинилфосфат ДДВФ), тиофосфорной кислоты (метафос), дитиофосфорной кислоты (карбофос, рогор), фосфоновой кислоты (хлорофос). Преимуществом фосфорорганических пестицидов является их относительно малая химическая и биологическая устойчивость. Большая их часть разлагается в растениях, почве, воде в течение месяца, но отдельные инсектициды и акарициды внутрирастительного действия (рогор, сейфос) могут сохраняться в течение года.

Карбаматные инсектициды – сложные эфиры N – метакарбаминовой кислоты (например, севин). Они обладают избира-

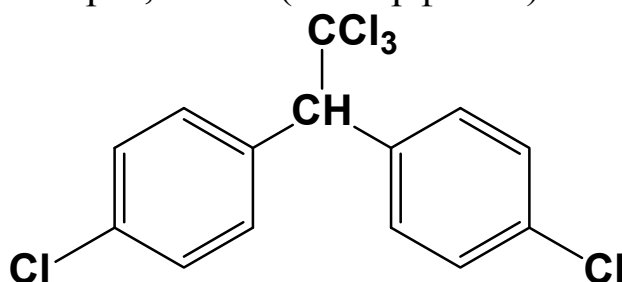
тельным действием на насекомых и почти полностью безвредны для теплокровных животных и человека.

Пестициды применяются в различных формах: в виде растворов, суспензий, аэрозолей, пены, газа, пыли, порошков, паст, гранул и капсул. Наиболее удобным и сравнительно безопасным является внесение их в почву в виде гранул и капсул, растворяющихся при определенной влажности и реакции среды почвенного раствора.

В зависимости от способности сопротивляться процессам разложения пестициды классифицируются как слабостойкие (сохраняются в окружающей среде 1 – 12 недель), среднестойкие (1 – 18 месяцев) и очень стойкие (не разлагаются 2 года и более). Очевидно, что слабостойкие пестициды в окружающей среде практически не накапливаются.

ДДТ, его история

ДДТ (1,1,1-трихлор-2,2-бис-(4-хлорфенил)-этан):



был одним из первых мощных инсектицидов, способных уничтожать разнообразных вредных насекомых. В то же время именно на примере ДДТ человечество убедилось в коварстве пестицидов.

ДДТ был синтезирован в 1874 году австрийским химиком Омаром Цайдлером. В качестве инсектицида предложен Паулем Мюллером, обнаружившим в 1939 году его инсектицидные свойства. ДДТ заменил очень ядовитые соединения мышьяка и позволил спасти более 15 миллионов человек от малярии, предотвратить эпидемии сыпного тифа, энцефалита, сонной и слоновой болезни, чумы и туляремии. Именно поэтому Мюллер в 1948 году получил Нобелевскую премию в области медицины. Явными преимуществами ДДТ было то, что он не отпугивал насекомых,

обладал широким спектром действия, был стоек, эффективен, его производство было недорогим, он казался не токсичным для животных и человека.

Но в 1950 – 1960-х годах орнитологи заметили катастрофическое сокращение многих птиц, соответствующих вершине пищевых цепей (например, рыбацких птиц белоголового орлана и скопы). Исследования показали, что проблема их сокращения связана с размножением: яйца птиц разбивались в гнезде до вылупления птенцов. Хрупкие яйца содержали высокие концентрации ДДТ, оказывающего влияние на обмен кальция.

Оказалось, что ДДТ накапливается в жировых отложениях человека и животных, включая арктических тюленей и антарктических пингвинов, хотя они обитают на расстояниях, далеко отстоящих от мест применения пестицида. ДДТ обнаружен даже во льдах Антарктиды на глубине четырех метров. И, наконец, в США обнаружили, что концентрация ДДТ в грудном молоке матерей в 4 раза больше ПДК.

В настоящее время в большинстве стран введен запрет на применение ДДТ (в Российской Федерации – с 1970 года). Однако полный запрет на применение ДДТ существует не везде. Его до сих пор используют в Африке, Китае и Южной Азии; кроме того, во многих странах еще имеются большие запасы пестицида. Обладая высокой стойкостью (период полураспада ДДТ – 20 лет), он метаболизируется в окружающей среде и организме животных, давая метаболиты нескольких типов.

Установлено, что инсектицид ДДТ является канцерогеном и мутагеном, эмбриотоксином, нейротоксином, иммунотоксином, изменяет гормональную систему, обладает способностью к накоплению в организме животных и человека. Для них токсичная доза препарата составляет 10 – 15 мг на кг, а 70 – 85 мг на кг является смертельной дозой. Для водоемов ПДК составляет 2 мкг/л.

С помощью тонкослойной хроматографии было установлено, что технический препарат этого инсектицида обычно содержит 75 – 76% основного вещества, а в качестве примеси в нем содержатся полихлорбифенилы (ПХБ).

Именно ПХБ безвредны для насекомых, но токсичны для людей.

Установлено, что до 97 – 99% инсектицидов и фунгицидов, а также от 60 до 95% гербицидов даже при строгом соблюдении всех правил попадают в почву, воздух и водоемы. Накапливаясь в окружающей среде, они по пищевым цепочкам в природных экосистемах могут многократно увеличивать свою концентрацию в ряде организмов растительного и животного происхождения.

Механизмы действия пестицидов и а человека и биоту

В мире ежегодно регистрируется около полумиллиона случаев отравления людей пестицидами. Различают следующие механизмы их действия:

- 1) они способны вызывать опухолеобразование, то есть обладают канцерогенными свойствами;
- 2) отмечены мутагенные свойства;
- 3) тератогенное действие (способность повреждать зародыши);
- 4) аллергенные свойства;
- 5) под действием ДДТ происходит инверсия пола. Это доказано экспериментально. В одной из колоний чаек после обработки гнездовых участков ДДТ появилось в 4 раза больше женских особей, чем мужских. Когда в яйца чаек впрыскивали ДДТ, половина мужских зародышей превращалась в женские;
- 6) в литературе описана также способность ДДТ блокировать дыхательные ферменты.

Для уменьшения возможной опасности разработаны следующие требования к современным пестицидам:

1. Низкая острая токсичность для человека, полезных животных и других объектов окружающей среды.
2. Отсутствие отрицательных эффектов при длительном воздействии малых доз, в том числе мутагенного, канцерогенного и тератогенного действия.
3. Низкая персистентность.

Кроме того, рекомендуемые препараты должны обладать высокой эффективностью в борьбе с вредными организмами и должны иметь экономическую целесообразность их использования.

Проблемы применения синтетических легко разлагаемых пестицидов

В последние годы агрохимическая промышленность пытается заменить запрещенные пестициды на нестойкие соединения. Они разлагаются через несколько дней или недель на простые неядовитые продукты. Но это не решает проблемы, так как общее воздействие на окружающую среду определяется еще тремя факторами: токсичностью, дозировкой и местом применения. Оказалось, что многие нестойкие пестициды токсичнее ДДТ. К тому же они нарушают экосистему обработанных районов. И, наконец, полезные насекомые не менее, а более чувствительны, чем насекомые-вредители к новым инсектицидам. Как и к стойким пестицидам, к нестойким пестицидам насекомые приспособляются, поэтому эффективность препаратов снижается, и наблюдается вспышка численности вредителей. Поэтому в последние годы предпринимаются попытки использования смесей пестицидов с различным механизмом действия. Например, использование смесей фунгицидов контактного и системного действия, инсектицидов – пиретроидов с фосфорорганическими инсектицидами. Но наиболее перспективным сегодня считается разумное сочетание химии, биометодов и агротехник, вдумчивый подход к применению пестицидов, сокращение их доз благодаря использованию современных методов внесения и использования прогрессивных форм препаратов (гранул, капсул). Во многих странах увеличивается число хозяйств, где продукцию производят совершенно без применения химии. Урожай защищают в них от вредителей, болезней и сорняков с помощью севооборотов, комбинированных посевов, использования устойчивых сортов растений и других средств агротехники.

Биологические методы борьбы с насекомыми и другими вредителями

В настоящее время наряду с химическими средствами защиты растений интенсивно разрабатываются биологические методы. Различие между химическими и биологическими методами со-

стоит в том, что в качестве химических средств используются вещества, а в качестве биологических – существа, способные к размножению. Примерами таких средств могут быть следующие:

1. Паразиты членистоногих и хищники. Так, например, для борьбы с паутинным клещиком на огурцах в закрытом грунте можно успешно применять хищного клеща фитосейулюса.

2. Для защиты от болезней растений некоторое применение нашли антибиотики.

3. Перспективным методом защиты растений от членистоногих является использование половых феромонов для привлечения особей другого пола и уничтожения их на приманочных участках. Кроме того, феромоны можно использовать для дезориентации особей другого пола. Феромоны являются химическими веществами и их можно в равной степени отнести как к биологическому, так и к химическому методу борьбы. Но их положительными свойствами является отсутствие отрицательного действия на полезных насекомых, человека и животных, отсутствие загрязнения окружающей среды, так как феромоны в основном применяются в ловушках, которые убирают после использования.

4. Создание трансгенных растений. Например, в США созданы сорта хлопчатника с геном, ответственным за образование токсина *Bacillus thuringiensis*, что может считаться чисто биологическим методом.

5. Возможно также использование лучевой стерилизации самцов для уменьшения популяции вредителей.

6. Для борьбы с сорными растениями можно применять некоторые виды насекомых, избирательно уничтожающих отдельные сорняки.

Необходимо отметить, что в большинстве случаев при отсутствии химических средств защиты растений стоимость сельскохозяйственной продукции возрастает в 2 – 3 раза, поэтому биологические средства защиты растений составляют около 6% от всех применяемых пестицидов. К тому же биологические объекты являются менее стандартизованными, чем химические. Пока в настоящее время ситуация такова, что борьба с массовыми вреди-

телями – саранчой, луговым мотыльком – может успешно осуществляться химическими средствами.

Зависимость токсических свойств органических соединений от химического состава и строения

В настоящее время установлено, что химический состав и структура органических соединений определяют их основные токсические свойства. Наименее токсичны углеводороды. Замена в молекуле углеводорода одного или нескольких атомов водорода на атомы галогенов, кислорода, азота, фосфора, мышьяка, серы или на атомы тяжелых металлов (свинца, ртути) увеличивает токсичность и соответственно уменьшаются ПДК производных углеводородов.

Сильнейшими ядами являются отравляющие вещества, содержащие в составе молекулы атомы мышьяка (люизит), фосфора (зарин), хлора (фосген). Высокая токсичность этого ряда сочетается с большой скоростью их реагирования в организме, приводящей к образованию за короткое время высокореакционных, вредно действующих на организм продуктов.

В ряду кислородсодержащих производных углеводородов встречаются высокотоксичные (метанол, формальдегид) и малотоксичные (диэтиловый эфир, ацетон) соединения.

Повышенной токсичностью обладают азотсодержащие производные: амины, нитрозосоединения, нитрилы, алкилгидразины. Гетерофункциональные соединения, содержащие две и более функциональные группы разной химической природы, обладают более сильным токсическим действием, чем монофункциональные производные.

Металлорганические соединения, содержащие атомы тяжелых металлов (свинец, ртуть), обладают чрезвычайно сильным действием. Например, для этилртути $\text{ПДК}_{\text{р.з.}} 5 \text{ мкг/м}^3$.

Сочетание в молекуле соединения ароматического радикала с реакционноспособными функциональными группами (-ОН, -СООН, -NH₂) существенно повышает токсические свойства органических соединений.

В гомологических рядах токсичность соединений возрастает с увеличением числа метиленовых групп. Эта закономерность получила название правила Ричардсона. Она соблюдается в гомологических рядах насыщенных и ненасыщенных углеводородов, их хлорпроизводных, спиртов. Правило Ричардсона соблюдается только для соединений с числом атомов углерода от 2 до 8 – 10. Последние члены гомологических рядов проявляют меньшую токсичность, что обусловлено их меньшей растворимостью в воде и крови. Кроме того, токсичность первых членов гомологических рядов резко отличается от общей закономерности: они значительно токсичнее, чем следующие за ними гомологи.

Соединения с открытой цепью (гексан) менее токсичны, чем циклические (циклогексан); последние уступают по токсичности соединениям, содержащим бензольное кольцо (бензол). С увеличением степени ненасыщенности углеродной цепи возрастает реакционная способность органических соединений и соответственно увеличивается их токсичность.

Для большинства органических соединений общими являются следующие закономерности зависимости их токсичности от химического состава и строения:

- токсичность зависит от элементарного состава соединений;
- большинство производных токсичнее исходных углеводородов;
- в гомологическом ряду токсичность возрастает;
- токсичность возрастает в ряду: ациклические, циклические, ароматические соединения;
- соединения с углеродной цепью нормального строения токсичнее их изомеров.

Токсические свойства органических соединений разных классов наряду с общими закономерностями, рассмотренными ранее, имеют специфические особенности, обусловленные химическим составом, строением функциональных групп, характерными физическими (растворимость, летучесть) и химическими свойствами.

Тема 3. Токсиканты пищи

Пища – это совокупность неорганических и органических веществ, получаемых организмом человека из окружающей среды и используемых для питания.

Основными компонентами пищи человека являются: белки, жиры, углеводы, а также микроэлементы и витамины. **Белки** и частично **жиры** относятся к пластическим веществам, т.е. они используются в организме для построения новых и замены старых клеток и тканей. К ним же относятся некоторые минеральные вещества, содержащие фосфор, кальций и др.

Углеводы (сахара) и жиры обеспечивают энергетические потребности организма. **Микроэлементы, витамины** и ряд других веществ осуществляют каталитические и регуляторные функции.

Кроме того, в пище содержится большое количество различных по структуре соединений, представляющих потенциальную опасность для здоровья. В связи с повсеместным загрязнением окружающей среды, наличие токсикантов в пищевых продуктах – весьма актуальная проблема. Химтоксиканты пищи можно разделить на следующие группы:

1. Химические загрязнители неорганической природы.
2. Химические загрязнители органической природы.
3. Ядовитые вещества природного происхождения.
4. Пищевые добавки.

Химические загрязнители неорганической природы и их влияние на здоровье человека

1. Свинец.

Свинцовое отравление занимает первое место среди профессиональных интоксикаций. Как и другие тяжелые металлы, он способен накапливаться в организме. Большое содержание свинца обнаружено в рыбе, моллюсках и ракообразных. В консервированных продуктах, помещенных в жестяную тару, также может наблюдаться повышенное содержания свинца. Чаще всего это

связано с некачественной пайкой: тара спаивается припоем, содержащим определенное количество свинца. Высокое содержание свинца зафиксировано в пшеничных отрубях, желатине, а также в корнеплодах, выращенных вблизи промышленных районов и вдоль автомобильных дорог.

Свинец отрицательно действует на нервную систему человека, снижает его физическую активность, координацию, слух. Он вызывает заболевания сердца. Воздействие свинца нарушает также репродуктивную функцию человека: растет число выкидышей и врожденных заболеваний у детей.

При действии свинца у детей отмечается задержка психического развития.

2. Кадмий.

Он опасен в любой форме. Даже питье лимонада из сосудов, материал которых содержит кадмий, чревато опасностью. Он очень медленно выводится из организма. Больше всего кадмия содержится в продуктах растительного происхождения. Так, некоторые грибы накапливают кадмий в больших количествах (луговые шампиньоны). Кадмий содержится также в моллюсках, устрицах, рыбе. Как и свинец, он входит в состав припоя. Поэтому вскрытые в металлической таре продукты нужно перекладывать в стеклянную или фарфоровую посуду.

Симптомы отравления кадмием: поражение почек и нервной системы, нарушение функций половых органов; позднее возникают острые костные боли в спине и ногах. Типично нарушение функций легких. Предполагается канцерогенное действие кадмия.

3. Ртуть и ее соединения.

Ртуть способна накапливаться в почках животных, а также в рыбе. Из растительных продуктов больше всего ртути в орехах, какао-бобах и шоколаде.

При отравлении ртутью появляются следующие симптомы: расстройство речи, ухудшение слуха, нарушение координации движений, сужение поля зрения и другие признаки дисфункции центральной нервной системы. Метилртуть помимо общетоксического действия обладает способностью вызывать деструкцию хромосом и нарушать митотическую активность клеток, что объ-

ясняет необычно высокую частоту уродств у детей с врожденными ртутными интоксикациями.

4. Кобальт.

Кобальт используется в качестве добавки к пиву. В 1965 году в Квебеке (Канада) у 48 человек были отмечены симптомы сердечной недостаточности, а 20 человек умерли. Все заболевшие выпивали по 3 – 7 л пива.

5. Олово.

Олово может быть загрязнителем консервированных продуктов питания.

6. Селен.

Селен может накапливать пшеница. При этом он замещает серу в аминокислотах, белках. В результате этого наблюдается тератогенное действие.

7. Нитраты и нитриты.

Химизация сельского хозяйства привела к проблеме загрязнения окружающей среды нитратами. Внесение в почву нитратов несомненно приводит к образованию белка и повышению урожая растительных продуктов питания. Растения усваивают лишь 25 – 83% почвенного азота, поэтому происходит накопление нитратов в растениях, для которых нитраты безопасны. В листьях и частично в корневой системе происходит восстановление нитратов в нитриты. Отмечена видовая и сортовая специфика растений накапливать нитраты. Среди овощных культур наибольшей способностью накапливать нитраты отличаются капустные, тыквенные, сельдерейные, пасленовые. Наибольшее количество нитратов накапливают редька белая, свекла столовая, салат, шпинат, редис. Такие культуры, как томаты, перец сладкий, баклажаны, чеснок, горошек отличаются низким содержанием нитратов. Особенно много нитратов в тепличной продукции зимой и в арбузах летом. Нитраты под влиянием кишечной микрофлоры могут превращаться в нитриты, которые способствуют превращению гемоглобина в метгемоглобин. Из нитритов в присутствии аминов могут образовываться N-нитрозамины, обладающие канцерогенной активностью. При отравлении нитратами появляются тошнота, одышка, посинение кожных покровов и слизистых, понос. Сопровождается все это общей слабостью, головокружением, боля-

ми в затылочной области, сердцебиением. Для взрослого человека норма потребления нитратов в сутки 250 – 800 мг.

Известны случаи гибели детей от нитратов, острые отравления, раковые заболевания. Описана и смерть животных, получавших корма с повышенным содержанием нитратов. Жвачные животные особенно чувствительны к нитратам, так как у них процесс образования метгемоглобина идет интенсивнее, чем у других животных.

Химические загрязнители органической природы

1. Пестициды.

Даже при правильном применении пестицидов они могут сохраняться в продуктах питания. Если их содержание не превышает нормы, то продукты безвредны. Чтобы обезопасить себя от отравления пестицидами овощи и фрукты перед употреблением нужно тщательно мыть и по возможности снимать с них кожуру. Известен случай массового отравления эндрином в Саудовской Аравии и несколько других смертельных случаев.

В качестве побочного продукта при применении некоторых гербицидов образуется диоксин, который вызывает онкологические заболевания, разрушает иммунную и кроветворную системы, обладает сильным тератогенным действием.

2. Полициклические ароматические соединения (ПАУ) и их производные.

Так же, как и N-нитрозамины, эти соединения – сильные канцерогены. Наиболее известным представителем ПАУ является бензапиррен. Он может образоваться при жарке кофе, в поджаренной корке хлеба, при сушке зерна дымом от бурого угля или мазутом, в копченой домашним способом рыбе или мясе.

3. Антибиотики и гормональные препараты.

Антибиотики довольно часто вводят скоту, так как это уменьшает риск инфекций при массовом поражении скота, обеспечивает лучшее усвоение корма, удлиняет сроки хранения мяса. Они вызывают аллергические заболевания у людей.

Гормональные препараты используют при откорме животных, так как они стимулируют их рост. Во многих странах мира введены существенные ограничения этих химических соединений.

4. Биогенные амины.

В настоящее время наиболее изучены серотин, тирамин, гистамин, обладающие сосудосуживающим эффектом. Серотин содержится в томатах, сливе, шоколаде; тирамин – в сыре, рыбных консервах и вяленой рыбе. Людям, страдающим гипертонией, следует ограничить употребление этих продуктов.

5. Алкалоиды.

Пуриновые алкалоиды (кофеин, теобромин, теофеллин) оказывают возбуждающее действие на нервную систему. Они содержатся в зернах кофе и листьях чая, напитках пепси-кола и кока-кола. Употребление в больших количествах крепкого кофе и чая, а также других напитков, содержащих кофеин, вызывает у человека привыкание и постоянную потребность в этом веществе.

6. Цианогенные гликозиды.

Это цианогенные альдегиды и кетоны, которые при кислотном гидролизе выделяют синильную кислоту, поражающую нервную систему. В косточках ряда фруктов (например, персик, слива, абрикос), а также в миндале содержится амигдалин. При производстве настоек и наливок из этих фруктов амигдалин подвергается ферментативному гидролизу с образованием синильной кислоты.

7. Некоторые красители.

а) азокраситель диметиламиноазобензол. В 1920 – 1930-е годы этот краситель применялся как подкрашиватель маргарина. Он способен вызывать рак печени и другие опухоли;

б) эритрозин. Используется в пищевой промышленности. Влияет на функцию щитовидной железы.

8. Синтетические заменители сахара (сахарин, цикламат, сукраза, аспартам).

При определенных условиях они способствуют усилению действия канцерогенных веществ.

9. Лекарственный препарат талидомид.

После появления в продаже в 1956 году сразу приобрел большую популярность в качестве седативного (успокаивающего) средства и слабого снотворного. Однако в начале 1960-х годов у

женщин, принимавших этот препарат в течение первых трех месяцев беременности, все чаще стали рождаться дети с врожденными уродствами, поэтому вскоре этот препарат был запрещен.

10. Гидразин.

Он представляет собой вязкую, бесцветную, дымящуюся на воздухе жидкость с неприятным запахом. Его используют в качестве компонента ракетного топлива.

Как основание гидразин реагирует с кислотами с образованием солей, хорошо растворимых в воде. Например, гидразин-сульфат нашел применение в медицине для лечения больных раком. Оказалось, что при длительном приеме в больших дозах он может оказывать обратное, т.е. канцерогенное действие.

Ядовитые вещества природного происхождения

Их достаточно много, рассмотрим лишь некоторые из них.

1. Микотоксины.

Плесневые грибы вырабатывают токсины в чрезвычайно малых количествах. Они в основном поражают растительные продукты при слегка повышенной температуре и высокой влажности. Если продукты при хранении покрываются плесенью, то их не следует употреблять в пищу, так как плесень развивается не только на поверхности, но и проникает вглубь продукта, без изменения его вида. К микотоксинам относятся:

а) афлатоксины – это метаболиты микроскопических грибов. Есть сведения, что уровень заболевания раком печени напрямую зависит от концентрации афлатоксинов в пище. Они могут содержаться в злаках, арахисе, кофе, молоке, мясе и в некоторых овощах. Афлатоксины обладают сильными гепатотоксическими, генотоксическими, иммунодепрессивными и канцерогенными свойствами;

б) токсины спорыньи. Известны случаи отравления злаками, загрязненными грибом спорыньей (эрготизм). Непосредственным загрязнителем являются токсины, продуцируемые грибом, поражающим колосья злаков, особенно ржи;

в) *патулин* – продуцент различных видов *Penicillium* и *Aspergillus*. Описаны его токсические, мутагенные и канцерогенные свойства. Патулин чаще всего встречается в заплесневелых яблоках, облепихе, а также в соках и джемах, приготовленных из таких плодов и ягод;

г) *дезоксиनिваленол* – очень распространенный микотоксин. Он обнаружен в пшенице, кукурузе, ячмене. Основные симптомы отравления: головокружение, тошнота, рвота, вздутие и боли в животе, понос, которые появляются через 10 – 30 минут после приема пищи.

Считается, что не менее 25% всех продовольственных ресурсов подвержены загрязнению микотоксинами или повреждающему действию плесневых грибов.

2. Стафилококковые энтеротоксины.

Они термостабильны, механизм их действия связан либо с влиянием на нервные окончания в желудочно-кишечном тракте, либо с их эффектами как суперантигенов.

Патогенные стафилококки найдены в тортах с кремом. Кроме описанного, они часто вызывают воспаление кожи, подкожной клетчатки, носоглотки, а также пищевое отравление.

3. Ботулиновые токсины.

Ботулизм – тяжелое пищевое отравление, возникающее после употребления пищи, содержащей токсины ботулиновой палочки. Ботулиновая палочка может содержаться во многих пищевых продуктах (мясе, рыбе, сыре, молоке). Летальность при отравлении такими токсинами составляет 7 – 9%.

4. Фитотоксины.

Фитотоксины – постоянные компоненты некоторых растений. Например, сине-зеленые водоросли представляют опасность для здоровья людей, особенно во время цветения пресноводных водоемов.

Итак, природные токсины, близкие по канцерогенной активности к антропогенным химтоксикантам, из-за широкой распространенности и серьезных последствий для человека представляют сегодня значительно больший риск.

В России установлены ПДК: для афлатоксина В1 – 0,005 мг/кг (в зерновых, орехах, масличных); афлатоксина М1 –

0,0005 мг/кг (в молоке и молочных продуктах); дезоксиниваленола – 0,7 мг/кг (для пшеницы), 1 мг/кг (для ячменя); патулина – 0,05 мг/кг (для продуктов переработки яблок и облепихи). Не допускается присутствие микотоксинов в продовольственном сырье и пищевых продуктах, предназначенных для детского и диетического питания.

Анализ отравлений человека показал, что наибольшую опасность по острому воздействию представляют бактериальные токсины, затем – фито- и микотоксины. Антропогенные химические загрязнители и пищевые добавки замыкают этот ряд. При хроническом воздействии на первом месте по степени риска для человека являются микотоксины.

Пищевые добавки. Их обозначения и классификация

Пищевые добавки (ПД) – это вещества, специально добавляемые в продукты питания для придания им специфического вкуса, цвета, аромата, формы, консистенции и способности к длительному хранению. Их стали применять с незапамятных времен, в частности, поваренную соль, винный уксус, пряности, сахароподобные вещества. В основном пищевые добавки представляют собой химические соединения природного или синтетического происхождения.

Все пищевые добавки имеют в списке INS (International Numer System – международная цифровая система) свой номер. Система INS-номеров разработана на основе цифровой системы классификации ПД, принятой в странах Европы, для краткости ее называют системой Е-нумерации. Индексы Е (от слова Europe) заменяют собой длинные названия ПД. Эти коды используются только в сочетании с названиями функциональных классов добавок.

Согласно Европейской кодификации ПД подразделяют следующим образом:

- Е 100 – Е 182 – красители;
- Е 200 – Е 299 – консерванты;
- Е 300 – Е 399 – антиокислители (антиоксиданты);
- Е 400 – Е 499 – стабилизаторы консистенции;

Е 500 – Е 599 – регуляторы кислотности, разрыхлители;
Е 600 – Е 699 – усилители вкуса и аромата;
Е 700 – Е 800 – запасные индексы для другой возможной информации;

Е 900 и далее – антифламинги, улучшители качества хлеба.

Наличие ПД должно указываться на потребительской упаковке, этикетке, пакете и в рецептуре. В России вопросы о применении ПД находятся в ведении Департамента Госсанэпиднадзора Минздрава России. Им разработаны перечни ПД разрешенных к применению при производстве пищевых продуктов и запрещенных. Пищевые продукты для детского питания должны быть приготовлены без применения каких-либо ПД.

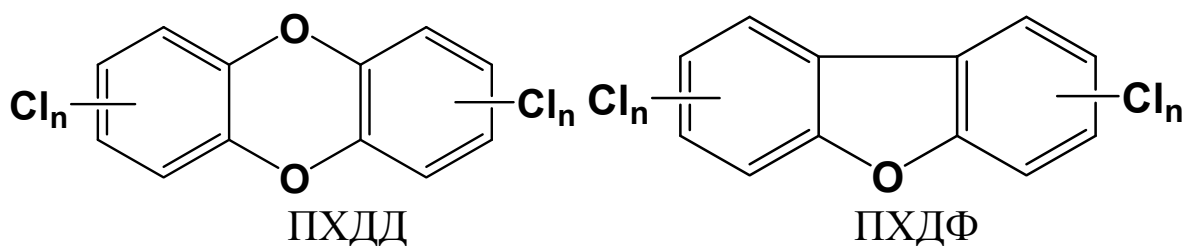
До 1978 года законодательной, нормативной базы применения ПД не было. Но 1990-е годы резко изменили продуктовый рынок – обилие импортных продуктов питания значительно расширили и ассортимент ПД. В 1994 году появились дополнения к списку разрешенных и запрещенных в России ПД.

Так, краситель цитрусовый красный 2 (Е 121) запрещен везде. Раньше им обрабатывали корки апельсинов. Запрещен также краситель Е 123. Третья позиция в этом списке – Е 240, консервант, формальдегид. Длительное время пищевики применяли в очень небольших количествах броматы калия и натрия (Е 924а; Е 924б) для улучшения качества хлеба и муки. Но недавно появилась работа, в которой высказано предположение, что некоторая концентрация этих веществ может вызывать разрушение витаминов группы В.

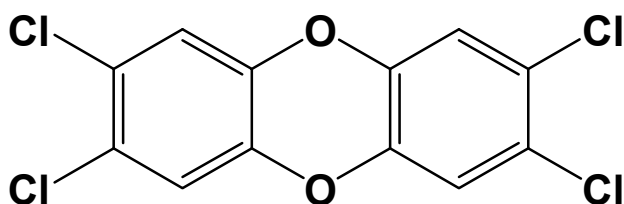
Тема 4. Бытовые, промышленные и токсичные отходы

Диоксины – глобальные экотоксиканты. Источники их поступления в биосферу

Самыми опасными продуктами неполного сгорания являются диоксины – смесь полихлордибензо-пара-диоксинов (ПХДД) и полихлордибензофуранов (ПХДФ):



Название «диоксин» имеет самый типичный представитель диоксинового семейства 2,3,7,8 –тетрахлордibenзо- 1,4 – диоксин:



Диоксины образуются практически везде, где ионы хлора, брома или их сочетания взаимодействуют с активным углеродом в кислородной среде, а также при хлорировании воды, содержащей фенол, гуминовые и фульвокислоты, лигнин и другие органические соединения. Диоксины обнаружены в дымовых газах и сточных водах производств, а также в питьевой воде и продуктах питания, в бумаге и сигаретном дыме, в мыле, сосках для младенцев и грудном молоке матери.

Главными источниками диоксинов считаются высокотемпературные технологии хлорирования и переработки хлорорганических веществ и особенно сжигание отходов разных производств. Они пропитывают все среды вокруг мусоросжигающих заводов, так как обладают огромной адсорбционной способностью.

Источниками загрязнения окружающей среды диоксинами являются производства по выпуску хлорорганических пестицидов, кабельной продукции, предприятия химической, текстильной и лесохимической промышленности, металлургические производства, выхлопные газы двигателей внутреннего сгорания. В целлюлозно-бумажной промышленности отбеливание целлюлозной пульпы хлором сопровождается образованием диоксинов и ряда других опасных хлорорганических веществ. Диоксины обра-

зуются при хлорировании воды, если в ней присутствуют ароматические углеводороды, в частности фенолы.

Мощным источником диоксиновых загрязнений является процесс уничтожения химического оружия. Химическое перевооружение 50 – 60-х годов XX века сопровождалось уничтожением ранее накопленных запасов оружия первого поколения, основу которого составляли хлорсодержащие иприт и люизит. Их сжигали на территории России и Казахстана.

В настоящее время считается строго доказанным, что диоксины имеют исключительно антропогенное происхождение. В 1997 году Госкомэкологией Российской Федерации было завершено выполнение федеральной целевой программы «Диоксин», в рамках которой выявлено в 92 городах России наличие 152 основных диоксиноопасных производств. По числу диоксиновых источников Самарская область занимает одно из первых мест в России. На ее территории расположено 8 предприятий с диоксиновыми технологиями.

По физическим и химическим свойствам диоксины очень инертны: они не разрушаются кислотами, щелочами, окислителями без катализаторов, не растворимы в воде, стойки к химической обработке, обладают высокой адгезией к любым поверхностям, имеют период полураспада 10 – 20 лет. Диоксины отличаются высокой термической стабильностью. Они разлагаются лишь при нагревании выше 750°.

Они способны к биоаккумуляции. Попадая в организм человека, диоксины накапливаются в нем, так как не разлагаются и не выводятся из организма.

Известно, что во время военных действий во Вьетнаме вооруженные силы США активно применяли в числе других видов химического оружия гербицид «Оранж эйджмент», который содержал диоксин. Этот препарат вызывал искусственный листопад в джунглях, лишавший вьетнамских партизан их естественного и главного убежища.

Воздействие диоксинов на человека и биоту

В организм человека 98% диоксинов попадает с пищей и водой, а остальные 2% – с воздухом и пылью. Диоксины циркулируют в крови, откладываясь в жировой ткани и липидах всех клеток организма. Через плаценту и с грудным молоком они передаются плоду и ребенку.

Диоксины – это глобальные экотоксиканты, обладающие мощным мутагенным, иммунодепрессантным, канцерогенным, тератогенным и эмбриотоксическим действием. Они опаснее фосфорорганических и нервно-паралитических боевых отравляющих веществ. Расчетная средняя смертельная доза диоксина для человека при однократном поступлении в организм составляет 70 мкг на 1 кг массы тела, что существенно меньше аналогичного показателя для некоторых боевых отравляющих веществ, например зомана, зарина и табуна. Причина исключительной токсичности диоксинов – способность этих веществ удивительно точно вписываться в рецепторы живых организмов и подавлять или изменять их жизненные функции. Первое острое отравление диоксином было отмечено при аварии в 1957 году.

Еще больше, чем острой токсичностью, диоксины отличаются воздействием малых доз (минимально действующая доза составляет 1 мкг/кг) и очень высокой биологической активностью. Попадая в организм, диоксины подавляют иммунную систему, нарушают процессы деления клеток, быстро разрушают гормоны, витамины, лекарства, вторгаются в работу эндокринных желез и в то же время активируют мутагены, канцерогены и нейротоксические яды, а также превращают в высокотоксичные многие безопасные соединения. На клеточном уровне действие диоксинов можно сравнить с последствиями радиационного излучения. Диоксины провоцируют развитие онкологических заболеваний, поражают печень, раздражают кожу, резко замедляют половое созревание, что нередко приводит к бесплодию. Симптомы хронического отравления малыми дозами диоксинов: раздражительность, слабость, аллергия, авитаминозы, снижение иммунитета и уменьшение работоспособности.

Диоксины – тотальный яд, поскольку даже в относительно малых концентрациях он поражает практически все формы живой материи – от бактерий до теплокровных. Токсичность диоксина в случае простейших организмов обусловлена, по-видимому, нарушением функций металлоферментов, с которыми он образует прочные связи. Значительно сложнее происходит поражение диоксином высших организмов.

Например, в организме теплокровных диоксин первоначально попадает в жировые ткани, а затем перераспределяется, накапливаясь преимущественно в печени, затем в тимусе и других органах.

Надо отметить, что диоксин может вызывать специфические заболевания. У высокочувствительных особей происходит прежде всего заболевание кожи – *хлоракне* (поражение сальных желез, сопровождающееся дерматитами и образованием долго не заживающих язв), причем у людей хлоракне может проявляться снова и снова даже через многие годы после излечения. Более сильное поражение диоксином приводит к нарушению обмена порфиринов – важных предшественников гемоглобина и простетических групп цитохромов. *Порфирия* – так называется данное заболевание – проявляется в повышенной фоточувствительности кожи: она становится хрупкой, покрывается многочисленными микропузырьками.

В биосфере диоксин быстро поглощается растениями, сорбируется почвой и различными материалами, где практически не изменяется под влиянием физических, химических и биологических факторов среды. Благодаря способности к образованию комплексов, он прочно связывается с органическими веществами почвы, купируется в остатках погибших почвенных микроорганизмов и омертвевших частях растений. Период полураспада диоксина в природе превышает 10 лет. Таким образом, различные объекты окружающей среды являются надежными хранилищами этого яда. Попадая в почву, диоксин поглощается растениями (особенно подземной частью), почвенной фауной, через которую передается по цепи питания птицам и животным. Вынесенный из почв воздушными и водными потоками в акватории, диоксин через зоопланктон, рачков и рыб также попадает к птицам и млекопитающим. Иными словами, с растительной, мясной, молочной и

рыбной продукцией, полученной с зараженной территории, диоксин так или иначе попадает на стол к человеку.

Твердые бытовые отходы (ТБО), их состав. Способы сбора и утилизации

Состав и объем бытовых отходов чрезвычайно разнообразны и зависят не только от страны и местности, но и от времени года и многих других факторов. Бумага и картон составляют наиболее значительную часть ТБО (до 40% в развитых странах). Вторая по величине категория в России – это так называемые органические, в т.ч. пищевые отходы; металл, пластик, стекло составляют 7 – 9% от общего количества отходов. Примерно по 4% приходится на дерево, текстиль, резину и т.д. Количество муниципальных отходов в России увеличивается, а их состав, особенно в крупных городах, приближается к составу ТБО в западных странах с относительно большой долей бумажных отходов и пластика.

В настоящее время в развитых странах производится от 1 до 3 кг бытовых отходов на душу населения в день, что составляет десятки и сотни миллионов тонн в год, причем в США это количество увеличивается на 10% каждые 10 лет.

Состав ТБО сейчас резко усложняется, включая в себя все большее количество экологически опасных компонентов.

Сбор отходов является наиболее дорогостоящим компонентом всего процесса утилизации. Поэтому правильная организация сбора отходов может сэкономить значительные средства.

В многоквартирных домах предусмотрены мусоропроводы, на улицах устанавливаются мусорные контейнеры. Разделение мусора по категориям (бумага, пластик, металл, стекло, растительные отходы, деревянные отходы (листья, трава, ветки), покрышки, другие резиновые отходы, кожа, пищевые отходы, неорганика (камни, керамика), мелкие материалы, текстиль, строительный мусор, опасные бытовые отходы (растворители, ядохимикаты), вещи, выброшенные целиком (холодильники, телевизоры), остаточные материалы (зола, ил), позволило бы осуществлять более эффективную утилизацию отходов.

Существует несколько методов утилизации ТБО:

Вторичная переработка.

Довольно многие компоненты ТБО могут быть переработаны в полезные продукты.

Бумажные отходы различного типа уже многие десятилетия применяют наряду с обычной целлюлозой для изготовления пульпы – сырья для бумаги.

Из смешанных или низкокачественных бумажных отходов изготавливают туалетную, оберточную бумагу и картон. К сожалению, в России только в небольших масштабах присутствует технология производства высококачественной бумаги из высококачественных отходов (обрезков типографий, использованной бумаги для ксероксов и лазерных принтеров и др.). Бумажные отходы могут также использоваться в строительстве для производства теплоизоляционных материалов и в сельском хозяйстве – вместо соломы на фермах.

Стекло обычно перерабатывают путем измельчения и переплавки (желательно, чтобы стекло было одинакового цвета). Стекланный бой низкого качества после измельчения используется в качестве наполнителя для строительных материалов. Во многих российских городах существуют предприятия по отмыванию и повторному использованию стеклянной посуды.

Стальные и алюминиевые банки переплавляются с целью получения соответствующего металла. При этом выплавка алюминия из банок для прохладительных напитков требует только 5% от энергии, необходимой для изготовления того же алюминия из руды, и является одним из наиболее выгодных видов «ресайклинга».

Переработка *пластика* в целом – более дорогой и сложный процесс. Из некоторых видов пластика можно получать высококачественный пластик тех же свойств, другие (например, ПВХ) могут быть использованы только как строительные материалы. В России переработка пластика не производится.

Основной проблемой в переработке вторсырья является не отсутствие технологий переработки, а отделение вторсырья от остального мусора, а также разделение различных компонентов вторсырья. Самая дорогая и сложная из них – извлечение вторсырья из уже сформировавшегося общего потока отходов на специальных предприятиях.

Компостирование.

Компостирование – это технология переработки отходов, основанная на их естественном биоразложении. Наиболее широко компостирование применяется для переработки отходов органического, прежде всего растительного, происхождения, таких как листья, ветки, скошенная трава. Существуют технологии компостирования пищевых отходов, а также неразделенного потока ТБО.

В России компостирование с помощью компостных ям применяется населением в индивидуальных домах или на садовых участках. Конечным продуктом компостирования является компост, который может найти различное применение в городском и сельском хозяйстве: на садовых участках, в питомниках, теплицах, в ландшафтном устройстве, для рекультивации земель, покрытия свалок и др.

Компостирование, применяемое в России на так называемых механизированных мусороперерабатывающих заводах, например, в Санкт-Петербурге, представляет процесс сбраживания в биореакторах всего объема ТБО, а не только его органической составляющей. Хотя характеристики конечного продукта могут быть значительно улучшены путем извлечения из отходов металлов, пластика и др., все же он представляет из себя достаточно опасный продукт и находит очень ограниченное применение.

Мусоросжигание.

Мусоросжигание – это наиболее сложный и «высокотехнологичный» вариант утилизации отходов. Сжигание требует предварительной обработки ТБО. При разделении из ТБО стараются удалить крупные объекты, металлы и дополнительно его измельчить. Для того чтобы уменьшить вредные выбросы из отходов, также извлекают батарейки и аккумуляторы, пластик, листья. **Сжигание неразделенного потока отходов в настоящее время считается чрезвычайно опасным.** Таким образом, мусоросжигание может быть только одним из компонентов комплексной программы утилизации отходов.

Сжигание позволяет примерно в 3 раза уменьшить вес отходов, устранить некоторые неприятные свойства: запах, выделение токсичных жидкостей, бактерий, привлекательность для птиц и

грызунов, а также получить дополнительную энергию, которую можно использовать для получения электричества или отопления.

Экологические последствия МСЗ в основном связаны с загрязнением воздуха, в первую очередь – мелкодисперсной пылью, оксидами серы и азота, фуранами и диоксинами. Серьезные проблемы возникают также с захоронением золы от мусоросжигания, которая по весу составляет до 30% от исходного веса отходов и которая в силу своих физических и химических свойств не может быть захоронена на обычных свалках. Для безопасного захоронения золы применяются специальные хранилища с контролем и очисткой стоков. В России мусоросжигательные заводы серийно не производятся.

Захоронение.

В 1950-х годах впервые начали внедряться так называемые «санитарные полигоны», на которых отходы каждый день пересыпаются почвой.

Свалка, или полигон по захоронению отходов, представляет собой сложнейшую систему, подробное исследование которой началось только недавно. Ученые обнаружили удивительную вещь: за 15 лет 80% органического вещества, попавшего на полигон, не разложилось. Иногда удавалось прочесть откопанную на свалке газету 30-летней давности. Современные полигоны оборудованы всеми типами систем, чтобы не допустить контактов отходов с окружающей средой.

При недостатке кислорода органические отходы подвергаются анаэробному брожению, что приводит к формированию смеси метана и углекислого газа. В недрах свалки также формируется весьма токсичная жидкость. Она должна собираться системой дренажных труб и очищаться перед попаданием в канализацию или природные водоемы.

Брикетирование.

Брикетирование ТБО – сравнительно новый метод. Уплотнение, присущее этому процессу, способствует уменьшению занимаемого объема и, как следствие, приводит к экономии при хранении и транспортировке.

Промышленные отходы и пути их использования

В России ежегодно образуется более 7 млрд тонн промышленных отходов, в том числе более 3 млрд тонн отходов горнодобывающей промышленности, сотни миллионов тонн шлаков и золы тепловых электростанций и металлургических предприятий.

В промышленной экологии термин «отходы» относят прежде всего к веществам, находящимся в твердой фазе, а образующиеся в процессе производства и потребления жидкие и газообразные отходы рассматривают как вредные выбросы (сбросы), загрязняющие воздух, воду или почвы.

По составу все твердые промышленные отходы (ТПО) можно подразделить на следующие группы:

- 1) отходы металлоперерабатывающих производств;
- 2) отходы металлургических производственных подразделений;
- 3) отходы стекольных и керамических производств;
- 4) отходы при производстве полимерных материалов синтетической химии (в том числе отходы резины и резинотехнических изделий);
- 5) отходы из природных полимерных материалов (древесины, картона, целлюлозно-бумажные отходы, отходы фиброина, казеина, коллагена);
- 6) отходы отопительных систем;
- 7) волокнистые отходы;
- 8) радиоактивные отходы.

Промышленные отходы по способу использования (утилизации) делятся на 3 группы:

- 1) отходы, которые складываются на свалках, сжигаются на открытых площадках, сбрасываются в водоемы, тем самым загрязняя окружающую среду, а также захороненные;
 - 2) отходы, которые применяют в народном хозяйстве;
 - 3) отходы, которые используются на самом предприятии.
- Так, на Днепродзержинском коксохимическом заводе на основе отходов нефтепродуктов и кокса налажено производство бензина.

В связи с недостаточным количеством полигонов для складирования и захоронения промышленных отходов широко распространена практика размещения их на несанкционированных свалках.

Вместе с тем, использование крупнотоннажных промышленных отходов возможно для

- рекультивации ландшафтов, планировки территорий, отсыпки дорог, дамб (скальные породы, гравий, песок и др.);

- применения в производстве строительных материалов (пустая горная порода, галечник, глины, зола и шлаки ТЭС и металлургии;

- вторичного использования в качестве исходного сырья (черный и цветной металлолом);

- использования в сельском хозяйстве для удобрения и мелиорации (мартеновские шлаки, зола ТЭС, отходы цементных заводов, доменные, конверторные и электросталеплавильные шлаки);

- использования в качестве топлива в промышленности и быту (отходы лесной и деревообрабатывающей промышленности, некоторые отходы сельского хозяйства).

Промышленные отходы также условно разделяются на четыре класса, каждый из которых характеризует их с точки зрения потенциальной опасности для человека, животного и растительного мира в целом. Опасность отходов убывает с увеличением порядкового номера класса.

I класс опасности: отходы гальванических производств, ртуть, хлорорганика, шестивалентный хром и др.

II класс опасности: кубовые остатки, нефтепродукты, мышьяк, серная кислота и др.

III класс опасности: нефтешламы, медь, свинец, цинк и др.

IV класс опасности: прочие промышленные отходы, представляющие незначительную экологическую угрозу.

Способы утилизации токсичных отходов

В России накоплено более 1,1 млрд тонн токсичных, экологически опасных отходов, которые хранятся в принадлежащих

предприятиям хранилищах, накопителях, на складах, могильниках, на полигонах, свалках и других объектах.

1. Способы утилизации токсичных отходов:

Наиболее перспективным считается термический способ утилизации токсичных отходов. Методы высокотемпературной обработки позволяют восстанавливать активированный уголь, известь, соду и другие продукты.

2. Более широкие возможности у технологической схемы, в которой предусмотрено совместное термическое обезвреживание во вращающихся печах твердых и жидких отходов. Так, на Московском заводе «Каучук» работает итальянская установка «Пиромак» для сжигания токсичных отходов резины.

3. Биодegradация (разложение с помощью микроорганизмов). Передовые технологии позволяют превратить отходы агропромышленного производства в удобрения и другие ценные продукты.

4. Наиболее дешевый способ избавиться от своих токсичных отходов – это экспорт в развивающиеся страны. Если переработка химических отходов в Европе стоит от 160 до 200 долларов за тонну, то экспорт в Африку 1 тонны отходов обходится от 2,5 до 40 долларов.

Итак, практически все виды отходов содержат полезные вещества. Как писал Д.И. Менделеев, «главной целью прогрессивной технологии является нахождение способа производства полезного из отходов». Вместе с тем, новый подход к развитию производства получил название «безотходная технология» – это организация промышленного производства, приближающегося к биогеохимическому круговороту веществ в экосистемах. Термин был предложен академиком Н.Н. Семеновым, а основные принципы и конкретные методы реализации безотходных технологий разработал академик И.В. Петрянов-Соколов. Безотходная технология основана на полном комплексном использовании сырья, извлекаемого человеком из природы. Она должна исключать образование губительных, чуждых природе отходов. Конечно, полностью безотходное производство – это идеал, но общество должно стремиться к нему.

Вопросы к семинару № 1 «Химические загрязнения воздушной среды»

1. Перечислите основные первичные загрязнители воздушной среды и охарактеризуйте источники их поступления в атмосферу.
2. Пыль, аэрозоли (взвеси). Источники поступления, влияние на биоту.
3. Тяжелые металлы в атмосфере, их влияние на человека.
4. Угарный и углекислый газы – загрязнители воздуха. Источники поступления, влияние на биоту.
5. Источники поступления SO_2 в атмосферу и его воздействие на биоту.
6. Источники поступления $(\text{NO})_x$ и их влияние на биоту.
7. Что является вторичными загрязнителями воздушной среды? Охарактеризуйте их.
8. Механизм образования, влияние на биоту.
9. Кислотные осадки. Источники поступления, влияние на биоту.
10. Смоги. Их влияние на человека.
11. Основные загрязнители воздуха в помещении.
12. Стратегии борьбы с загрязнителями воздуха в помещении.
13. Загрязнение воздушной среды в Ярославской области, меры борьбы.

Литература

1. Орлов, В.Ю. Химические основы экологии: учеб. пособие / В.Ю. Орлов, В.Н. Казин, А.Д. Котов. – Ярославль, ЯрГУ, 1998.
2. Гусакова, Н.В. Химия окружающей среды / Н.В. Гусакова. – Серия «Высшее образование». – Ростов н/Д: Феникс, 2004.
3. Орлов, Д.С. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении: учеб. пособие для хим., хим.-технол., и биол. спец. вузов / Д.С. Орлов, Л.К. Садовникова, И.Н. Лозановская. – М.: Высшая школа, 2002.
4. Буторина, М.В. Инженерная экология и экологический менеджмент / М.В. Буторина, П.В. Воробьев, А.П. Дмитриева и др. // под ред. Н.И. Иванова, И.М. Фадиной. – М.: Логос, 2002.

5. Небел, Б. Наука об окружающей среде: как устроен мир: в 2 т. / Б. Небел. – М.: Мир, 1993.

Вопросы к семинару № 2 «Пестициды и их влияние на окружающую среду»

1. Что такое пестициды? Классификация пестицидов.
2. Инсектициды, их классификация.
3. Персистентность, биоаккумуляция и биоконцентрирование хлорорганических пестицидов.
4. ДДТ, его история.
5. Механизмы действия пестицидов на человека и биоту.
6. Проблемы применения синтетических легкоразлагаемых пестицидов.
7. Биологические методы борьбы с насекомыми и другими вредителями.

Литература

1. Орлов, В.Ю. Химические основы экологии: учеб. пособие / В.Ю. Орлов, В.Н. Казин, А.Д. Котов. – Ярославль, ЯрГУ, 1998.
2. Орлов, Д.С. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении: учеб. пособие для хим., хим.-технол., и биол. спец. вузов / Д.С. Орлов, Л.К. Садовникова, И.Н. Лозановская. – М.: Высшая школа, 2002.
3. Астафьева, Л.С. Экологическая химия: учебник для студ. сред. проф. учеб. заведений / Л.С. Астафьева. – М.: Академия, 2006.
4. Небел, Б. Наука об окружающей среде: как устроен мир: в 2 т. / Б. Небел. – М.: Мир, 1993.
5. Лужков, Е.А. Клиническая токсикология: учеб. пособие / Е.А. Лужков. – М.: Медицина, 1982.
6. Сидоренко, Е.Н. Отравление пестицидами / Е.Н. Сидоренко. – Киев, Вища школа, 1978.
7. Семерной, В.П. Санитарная гидробиология: учеб. пособие / В.П. Семерной. – Ярославль: ЯрГУ, 2001.
8. Остаточное содержание пестицидов в продуктах питания / под ред. А.И. Штенберга. – М.: Медицина, 1973.

Вопросы к семинару № 3 «Токсиканты пищи»

1. Химические загрязнители пищи неорганической природы.
2. Химические загрязнители пищи органической природы.
3. Ядовитые вещества природного происхождения.
4. Пищевые добавки. Их обозначения и классификация.
5. Зависимость токсических свойств органических соединений от химического состава и строения.

Литература

1. Орлов, В.Ю. Химические основы экологии: учеб. пособие / В.Ю. Орлов, В.Н. Казин, А.Д. Котов. – Ярославль, ЯрГУ, 1998.
2. Эйхлер, В. Яды в нашей пище / В. Эйхлер. – М.: Мир, 1993.
3. Тутельян, В.А. Микотоксины / В.А. Тутельян, Л.М. Кравченко. – М.: Медицина, 1985.
4. Голубев, В.Н. Пищевые и биологически активные добавки: учеб. для вузов / В.Н. Голубев. – М.: Академия, 2003.
5. Люк, Э. Консерванты в пищевой промышленности / Э. Люк, М. Яир. – СПб.: Гиорд, 1998.
6. Орешенко, А.В. О пищевых добавках и продуктах питания / А.В. Орешенко, А.В. Берестень. – М.: Пищевая промышленность. – 1996. – № 96. – С. 4.
7. Скуркин, И.М. Все о пище с точки зрения химика / И.М. Скуркин, А.П. Нечаев. – М.: Знание, 1986.
8. Мартинчик, А.Н. Физиология питания, санитария и гигиена: учеб. пособие для студентов вузов / А.Н. Мартинчик. – М., 2000.

Вопросы к семинару № 4 «Бытовые, промышленные и токсичные отходы»

1. Диоксины – глобальные экотоксиканты. Источники их поступления в биосферу.
2. Воздействие диоксинов на человека и биоту.
3. Твердые бытовые отходы (ТБО), их состав.
4. Способы сбора и утилизации ТБО.
5. Какая схема сбора и переработки ТБО является наиболее перспективной и почему?
6. Промышленные отходы и пути их использования.

7. Способы утилизации токсичных промышленных отходов.

Литература

1. Мартинчик, А.Н. Экология, окружающая среда и человек: учеб. пособие для вузов / А.Н. Мартинчик. – М.: Агентство Фаир, 1998.
2. Мазур, И.И. Курс инженерной экологии / И.И. Мазур, О.И. Молдаванов. – М.: Высшая школа, 1999.
3. Мяков, М.И. Твердые бытовые отходы / М.И. Мяков, Г.И. Алексеев, В.А. Олышанецкий. – Л.: Стройиздат, 1978.
4. Фрит, С.С. Яды вокруг нас / С.С. Фрит. – М., 2002.
5. Семерной, В.П. Санитарная гидробиология: учеб. пособие / В.П. Семерной. – Ярославль: ЯрГУ, 2001.
6. Тремасов, М.Я. Диоксины / М.Я. Тремасов, В.А. Новиков // Ветеринария. – № 5. – 2004.
7. Ульянов, В. О существующих методах обезвреживания ТБО / В. Ульянов // Экологический бюллетень «Чистая земля». – Владимир. – Спецвыпуск № 1. – 1997.
8. Сапожникова, Г.П. Генеральная уборка / Г.П. Сапожникова // Химия и жизнь. – № 11. – 2003.
9. Экология, охрана природы и экологическая безопасность / под ред. В.И. Данилова-Данильяна. – М.: Наука, 1993.
10. Федоров, Л.А. Диоксины как экологическая опасность: ретроспектива и перспективы / Л.А. Федоров. – М.: Наука, 1993.
11. Ресурсы интернет: www.ecoline.ru

Вопросы к семинару № 5 «Трансформация ксенобиотиков, экологический мониторинг»

1. Абиотические превращения токсикантов в окружающей среде.
2. Что такое ксенобиотики? Какие реакции и ферменты обеспечивают их биотрансформацию?
3. Какие ферменты обеспечивают реакции окисления ксенобиотиков в клетке? Приведите примеры.
4. Какие ферменты участвуют в реакциях восстановления ксенобиотиков в клетке?

5. Каковы процессы деградации ксенобиотиков в живых организмах? Приведите примеры.

6. Что такое реакции конъюгации? Какие ферменты катализируют их? Приведите примеры.

7. Ферменты как защитные приспособления (антиоксидантная защита) в аэробных и анаэробных клетках.

8. Токсификация в процессах биотрансформации у животных и растений.

9. Что такое мониторинг окружающей среды? Основные типы мониторинга.

10. Организация ЕГСЭМ (единой государственной системы экологического мониторинга).

11. Организация экологического мониторинга в Ярославской области.

Литература

1. Орлов, В.Ю. Химические основы экологии: учеб. пособие / В.Ю. Орлов, В.Н. Казин, А.Д. Котов. – Ярославль, ЯрГУ, 1998.

2. Голиков, С.Н. Общие механизмы токсического действия / С.Н. Голиков и др. – М.: Медицина, 1986.

3. Охрана окружающей среды: учебник для вузов / автор-составитель А.С. Степановских. – М.: Юнити, 2000.

4. Экологическая биохимия: живые организмы и антропогенное загрязнение биосферы // Биология в школе. – 1993. – № 3.

5. Богдановский, Г.А. Химическая экология: учебное пособие / Г.А. Богдановский. – М.: МГУ, 1994.

6. Экологический мониторинг: метод. указания / сост. В.Ю. Орлов, Н.С. Швыркова, А.Д. Котов. – Ярославль: ЯрГУ, 2004.

7. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Ярославской области в 2002 г. Главное управление природных ресурсов и охраны окр. среды МПР России по Ярославской области, 2003.

Приложения

Приложение 1

Темы рефератов

1. Загрязнения атмосферного воздуха и воды химическими веществами неорганической природы.
2. Загрязнения атмосферного воздуха г. _____ и меры борьбы.
3. Основные первичные загрязнители воздушной среды и их влияние на биоту.
4. Вторичные продукты загрязнения атмосферного воздуха. Их характеристика, влияние на биоту.
5. Тяжелые металлы в окружающей среде. Влияние на биоту.
6. Химтоксиканты окружающей среды и состояние здоровья населения.
7. Загрязнение воздушной среды в Ярославской области, меры борьбы.
8. Пестициды в окружающей среде, их влияние на человека и биоту.
9. Биологические методы борьбы с насекомыми и другими вредителями.
10. Инсектициды, их классификация. Воздействие на здоровье человека.
11. Химтоксиканты пищи.
12. Химические загрязнители пищи неорганической природы.
13. Химические загрязнители пищи органической природы.
14. Микотоксины и другие токсиканты природного происхождения.
15. Пищевые добавки.
16. Зависимость токсических свойств от структуры химических веществ.
17. Диоксины, их свойства. Источники поступления в окружающую среду.

18. Влияние диоксинов на биоту.
19. ТБО (твердые бытовые отходы). Их влияние на окружающую среду.
20. Твердые бытовые отходы (ТБО). Способы сбора и утилизации ТБО.
21. Промышленные отходы, их состав, способы утилизации.
22. Способы утилизации токсичных промышленных отходов.
23. Биогены, удобрения, эвтрофикация водоемов.
24. Абиотические превращения химтоксикантов в окружающей среде.
25. Ксенобиотики. Механизмы их биотрансформации.
26. Биотрасформация химтоксикантов.
27. Структура и роль цитохромов Р 450.
28. Токсификация в процессах биотрансформации ксенобиотиков у животных и растений.
29. Антиоксидантная защита в аэробных и анаэробных клетках.
30. Экологический мониторинг окружающей среды.
31. Организация ЕГСЭМ (единой государственной системы экологического мониторинга).
32. Организация экологического мониторинга в Ярославской области.

Приложение 2

Словарь терминов

Абиотическая среда – совокупность условий неорганической среды, влияющих на живые организмы.

Абиотические процессы – процессы, протекающие в абиотической среде.

Антропогенная деятельность – деятельность человека во всем ее многообразии.

Антропогенный агент – физический, химический или любой другой антропогенный источник воздействия на рассматриваемый объект живой или неживой природы.

Атмосфера – это газовая оболочка Земли. Делится на слои: тропосфера, стратосфера, мезосфера, термосфера и экзосфера. Плотность воздуха постепенно убывает, и атмосфера без резких границ переходит в межпланетное пространство.

Биосфера – особая оболочка планеты, включающая все формы жизни.

Биота – живое вещество планеты.

Гидросфера – составная часть биосферы, состоящая из соленой воды (моря, океаны), пресной воды (реки, озера, водохранилища), твердой воды (снежный покров, ледники), а также пронизанной водой или парами воды литосферы и атмосферы.

Живая природа – совокупность живых систем, включая человека, животных, растения.

Живые организмы – живые объекты (клетки, организмы), способные к обмену веществ и воспроизведению с передачей генетической информации.

Загрязнители – любые природные или антропогенные агенты, присутствующие в окружающей среде или возникающие в ней в количествах, превышающих их естественное содержание.

Загрязняющие вещества – химические вещества, присутствующие в окружающей среде в количествах, превышающих их

естественное содержание, или новые химические соединения, ранее не встречающиеся в природе.

Ксенобиотик – чужеродное для данного организма или сообщества вещество, способное вызвать нарушение нормального протекания биологических процессов.

Литосфера – верхняя твердая оболочка Земли, состоящая из земной коры и верхней мантии, подстилающей земную кору. Верхняя часть литосферы (та, где существует жизнь) – составная часть биосферы.

Окружающая среда – внешняя среда существования живых организмов: атмосфера, гидросфера, литосфера.

Поллютанты (загрязняющие вещества) – химические соединения, повышенное содержание которых в биосфере и ее компонентах вызывают негативную токсико-экологическую ситуацию.

Почва – верхний слой литосферы. Обладает специфическим свойством – плодородием.

Смог – видимое загрязнение воздуха любого характера.

Тератогены – вещества, воздействие которых на организм приводят к аномалиям его развития.

Токсичность – свойства веществ вызывать отравления организма. Характеризуется дозой (концентрацией) вещества, вызывающей ту или иную степень отравления.

Химическое загрязнение – изменение естественного химического состава окружающей среды, вызванное повышением средних многолетних концентраций химических веществ, постоянно присутствующих в окружающей среде или привнесенных в окружающую среду новых, чужеродных ей веществ.

Химия окружающей среды – раздел химии, в котором рассматриваются химический состав и процессы, происходящие в окружающей среде, а также результаты этих процессов.

Экологическая химия – наука о веществах и процессах, определяющих химический состав и свойства объектов окружающей среды, их влияние на живую природу.

Литература

Основная литература

1. Орлов, В.Ю. Химические основы экологии: учеб. пособие / В.Ю. Орлов, В.Н. Казин, А.Д. Котов. – Ярославль: ЯрГУ, 1998.
2. Гусакова, Н.В. Химия окружающей среды / Н.В. Гусакова. – Серия «Высшее образование». – Ростов н/Д: Феникс, 2004.

Дополнительная литература

3. Небел, Б. Наука об окружающей среде: как устроен мир: в 2 т. – Пер. с англ. / Б. Небел. – М.: Мир, 1993.
4. Орлов, Д.С. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении: учеб. пособие для хим., хим.-технол., и биол. спец. вузов / Д.С. Орлов, Л.К. Садовникова, И.Н. Лозановская. – М.: Высшая школа, 2002.
5. Астафьева, Л.С. Экологическая химия: учебник для студ. сред. проф. учеб. заведений / Л.С. Астафьева. – М.: Академия, 2006.
6. Бондман, А.Л. Вредные химические вещества: справ. изд. / А.Л. Бондман, Г.А. Гудзовский, Л.С. Дубейковская и др. // под ред. В.А. Филова. – Л.: Химия, 1988.
7. Охрана окружающей среды: учебник для вузов / автор-сост. А.С. Степановских. – М.: Юнити, 2000.
8. Богдановский, Г.А. Химическая экология: учеб. пособие / Г.А. Богдановский. – М.: МГУ, 1994.
9. Шустов, С.Б. Химические основы экологии: учеб. пособие / С.Б. Шустов, Л.Б. Шустова. – М.: Просвещение, 1994.
10. Эйхлер, В. Яды в нашей пище / В. Эйхлер. – М.: Мир, 1973.
11. Экологическая химия: пер. с нем. / под ред. Ф. Корте. – М.: Мир, 1997.
12. Фелленберг, Г. Загрязнение природной среды. Введение в экологическую химию / Г. Фелленберг. – М.: Мир, 1977.
13. Алексеенко, В.А. Биосфера и жизнедеятельность: учеб. пособие / В.А. Алексеенко, Л.П. Алексеенко. – М.: Логос, 2002.

14. Андруз, Дж. Введение в химию окружающей среды: пер. с англ. / Дж. Андруз, П. Бримблекумб, Т. Джикелз, П. Лисс. – М.: Мир, 1999.

15. Буторина, М.В. Инженерная экология и экологический менеджмент / М.В. Буторина, П.В. Воробьев, А.П. Дмитриева и др. // под ред. Н.И. Иванова, И.М. Фаина. – М.: Логос, 2002.

16. Новиков, Ю.В. Экология, окружающая среда и человек: учеб. пособие для вузов / Ю.В. Новиков. – М.: Агентство ФАИР, 1998.

17. Мазур, И.И. Курс инженерной экологии: учеб. вузов / И.И. Мазур, О.И. Молдаванов. – М.: Высшая школа, 2001.

Оглавление

Тема 1. Химическое загрязнение воздушной среды	4
Тема 2. Пестициды и их влияние на окружающую среду	15
Тема 3. Токсиканты пищи	24
Тема 4. Бытовые, промышленные и токсичные отходы	32
Приложения	49
Литература	53

Учебное издание

Химтоксиканты в окружающей среде

Методические указания

Составитель **Урванцева** Галина Александровна

Редактор, корректор И.В. Бунакова
Компьютерная верстка Е.Л. Шелеховой

Подписано в печать 05.03.2008 г. Формат 60×84/16.
Бумага тип. Усл. печ. л. 3,25. Уч.-изд. л. 2,36.
Тираж 150 экз. Заказ .

Оригинал-макет подготовлен
в редакционно-издательском отделе Ярославского
государственного университета.

Отпечатано на ризографе.

Ярославский государственный университет.
150000 Ярославль, ул. Советская, 14.

**Химтоксиканты
в окружающей среде**