

**ДИСЦИПЛИНА: Токсикологический контроль пищевых
продуктов**

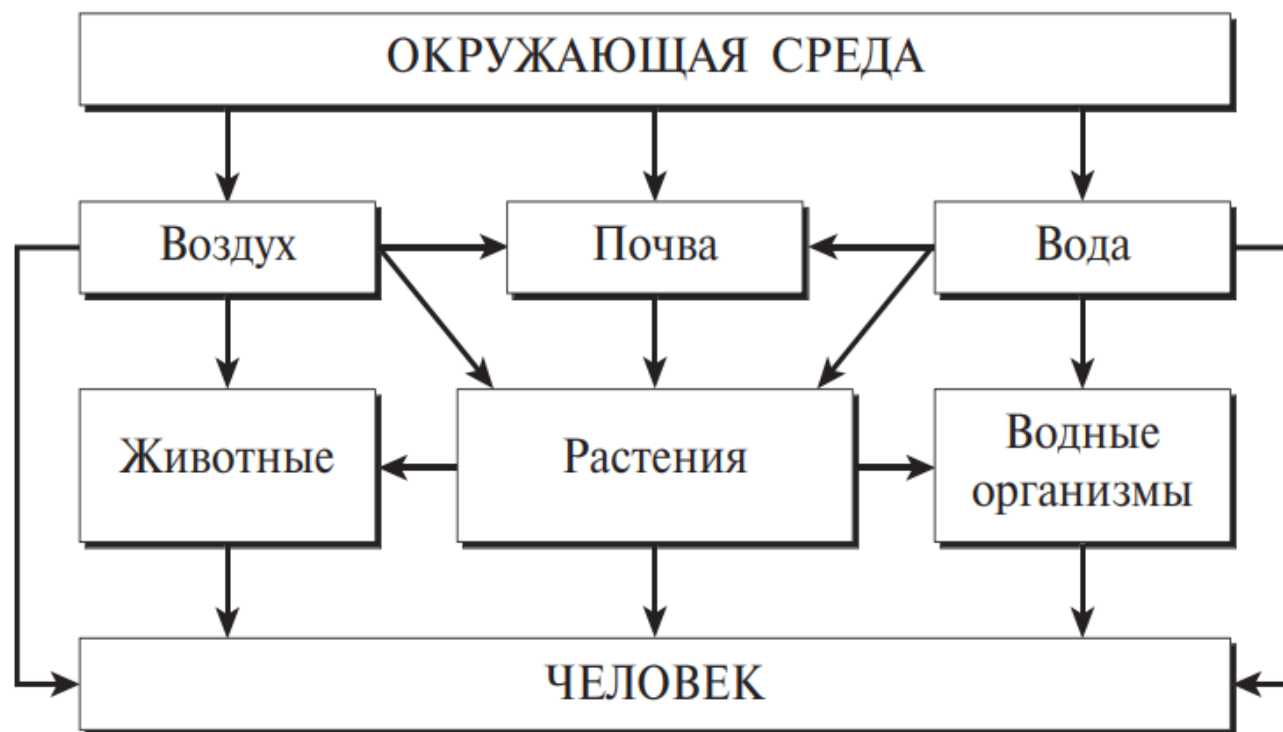
Лекция № 8

Тема: Естественные компоненты почвы и воды, которые аккумулируются в пищевых продуктах

Азимова Санавар Туглуковна
PhD доктор, ассоц. проф. кафедры БиКПП
Раб.тел.:8 (727) 396-71-33 (вн. 118)
эл.адрес: sanaazimova@mail.ru

План

- 1 Окружающая среда — основной источник загрязнения сырья и пищевых продуктов**
- 2 Меры токсичности веществ**
- 3 Современная концепция радиозащитного питания**
- 4 Полициклические ароматические углеводороды**
- 5 Антиалиментарные вещества**
- 6 Путь и воздействие ксенобиотика в организме человека**
- 7 Потенциальные опасности и риски ГМО**
- 8 Основные задачи и перспективы использования генно-модифицированных организмов**

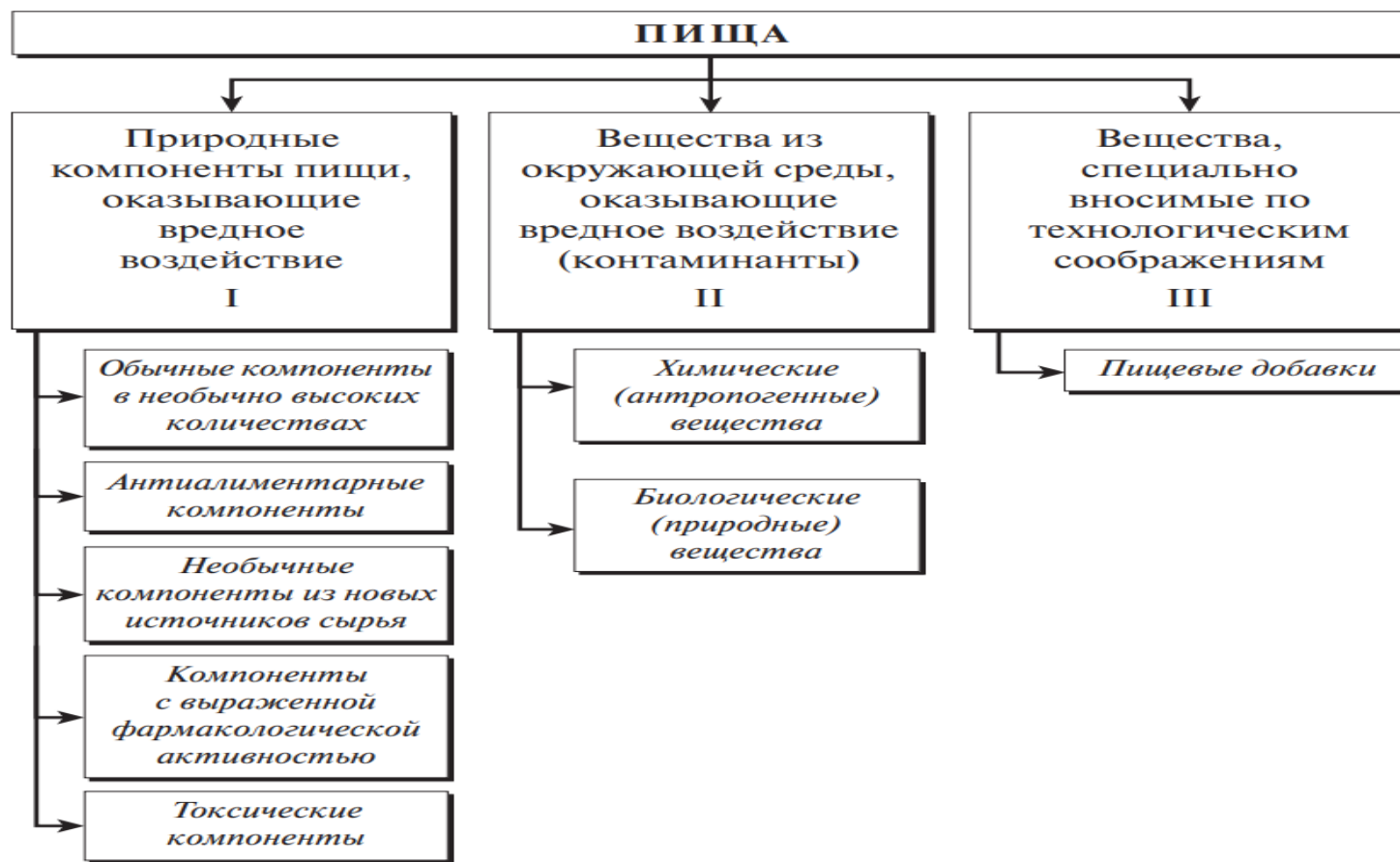


Окружающая среда — основной источник загрязнения сырья и пищевых продуктов

Загрязнение продовольственного сырья и пищевых продуктов чужеродными веществами, или ксенобиотиками, напрямую зависит от степени загрязнения окружающей среды.

В результате хозяйственной деятельности человека в биосфере циркулирует огромное количество различных ксенобиотиков как неорганической, так и органической природы, обладающих исключительной токсичностью. Антропогенная токсикация приобрела настолько значительные масштабы, что наносит ощутимый, реальный вред здоровью человека и грозит перерасти в экологическую катастрофу.

Ксенобиотики, попадая в окружающую среду в результате антропогенной деятельности человека, способны накапливаться в почвах, водоемах, с атмосферными и водными потоками распространяться на тысячи километров. Передвигаясь по пищевым цепям, ксенобиотики попадают в организм человека и вызывают серьезные нарушения здоровья — от острых отравлений с летальным исходом до заболеваний, проявляющихся порой только через многие годы



Меры токсичности веществ

Количественная характеристика токсичности веществ достаточно сложна и требует многостороннего подхода. Судить о ней приходится по результатам воздействия вещества на живой организм, для которого характерна индивидуальная реакция, индивидуальная вариабельность, поскольку в группе испытуемых животных всегда присутствуют более или менее восприимчивые к действию изучаемого токсина индивидуумы.

Существуют две основные характеристики токсичности — ЛД₅₀ и ЛД₁₀₀. ЛД — аббревиатура летальной дозы, то есть дозы, вызывающей при однократном введении гибель 50 или 100 % экспериментальных животных.

Дозу обычно определяют в размерности концентрации. Токсичными считают все те вещества, для которых ЛД мала. Принята следующая классификация веществ по признаку острой токсичности (ЛД₅₀ для крысы при пероральном введении, в мг/кг):

Чрезвычайно токсичные — 5

Высокотоксичные 5–50

Умеренно токсичные 50–500

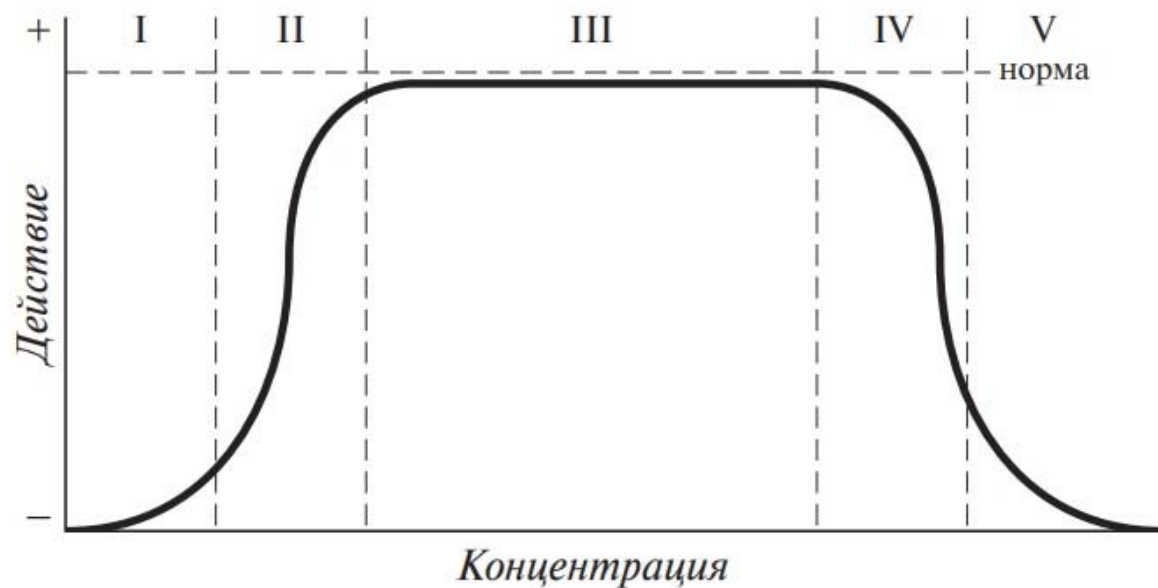
Малотоксичные 500–5000

Практически нетоксичные 5000–15000


Практически безвредные > 15 000

Величина $t_{0,5}$ характеризует время полувыведения токсина и продуктов его превращения из организма. Для разных токсинов оно может составлять от нескольких часов до нескольких десятков лет.

Кроме ЛД₅₀, ЛД₁₀₀ и $t_{0,5}$ в токсикологических экспериментах на животных принято указывать еще и время 100 или 50 % гибели объектов.



Зависимость влияния концентрации некоторых элементов на организм человека: I — угрожающее действие; II — дефицитное действие; III — физиологическое действие; IV — токсичное действие; V — летальное действие




При хронической интоксикации решающее значение приобретает способность вещества проявлять кумулятивные свойства, то есть накапливаться в организме и передаваться по пищевым цепям. Необходимо также учитывать комбинированное действие нескольких чужеродных веществ при одновременном и последовательном поступлении в организм и их взаимодействие с макро- и микронутриентами пищевых продуктов (так как человек может получать в течение всей жизни вместе с пищей целый комплекс чужеродных веществ либо в виде контаминантов-загрязнителей, либо в виде добавок к пищевым продуктам).

Комбинированный эффект является результатом физических или химических взаимодействий, индукции или ингибирования ферментных систем, других биологических процессов. Действие одного вещества может быть усилено или ослаблено под влиянием других веществ. Различают два основных эффекта:

антагонизм — эффект воздействия двух или нескольких веществ, при котором одно вещество ослабляет действие другого вещества (например, действие ртути и селена в организме животных и человека);

синергизм — эффект воздействия, превышающий сумму эффектов воздействия каждого фактора (например, комбинированное воздействие хлорсодержащих соединений, фосфорорганических пестицидов, комбинированное воздействие ксенобиотиков и некоторых медикаментов).



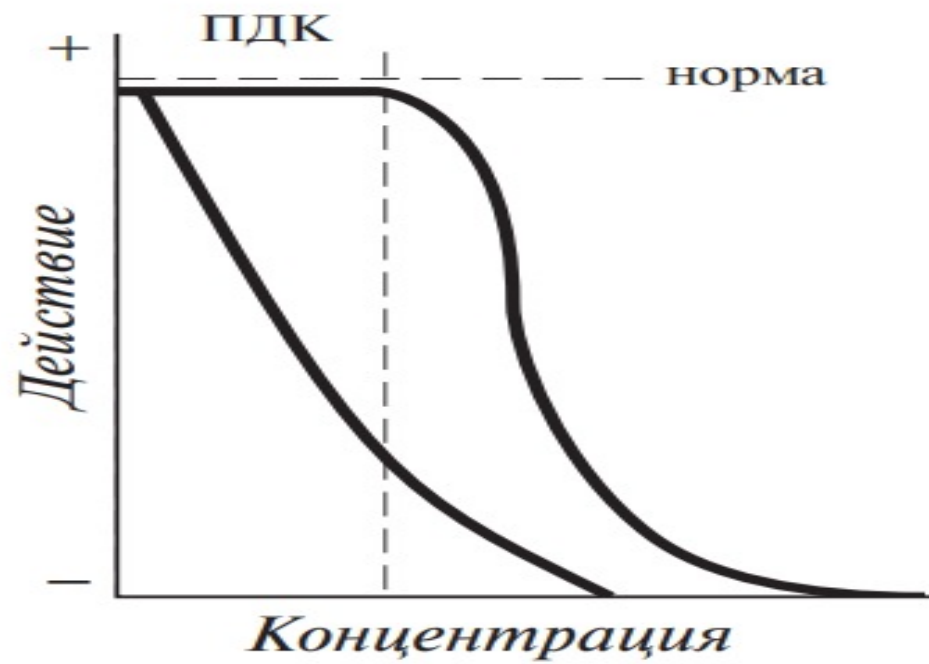
В связи с хроническим воздействием посторонних веществ на организм человека и возникающей опасностью отдаленных последствий важнейшее значение приобретают канцерогенные (возникновение раковых опухолей), мутагенные (качественные и количественные изменения в генетическом аппарате клетки) и тератогенные (аномалии в развитии плода, вызванные структурными, функциональными и биохимическими изменениями в организме матери и плода) действия ксенобиотиков.

На основе токсикологических критериев (с точки зрения гигиены питания) международными организациями ООН — ВОЗ, ФАО и другими, а также органами здравоохранения отдельных государств приняты базисные (основные) показатели: ПДК, ДСД и ДСП.

ПДК (предельно допустимая концентрация) — предельно допустимые количества чужеродных веществ в атмосфере, воде, продуктах питания с точки зрения безопасности их для здоровья человека. ПДК в продуктах питания — установленное законом предельно допустимое с точки зрения здоровья человека количество вредного (чужеродного) вещества. ПДК — это такие концентрации, которые при ежедневном воздействии в течение сколь угодно длительного времени не могут вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований, в жизни настоящего и последующих поколений.

ДСД (допустимая суточная доза) — ежедневное поступление вещества, которое не оказывает негативного влияния на здоровье человека в течение всей его жизни.

ДСП (допустимое суточное потребление) — величина, рассчитываемая как произведение ДСД на среднюю величину массы тела (60 кг).



Действие токсичных элементов




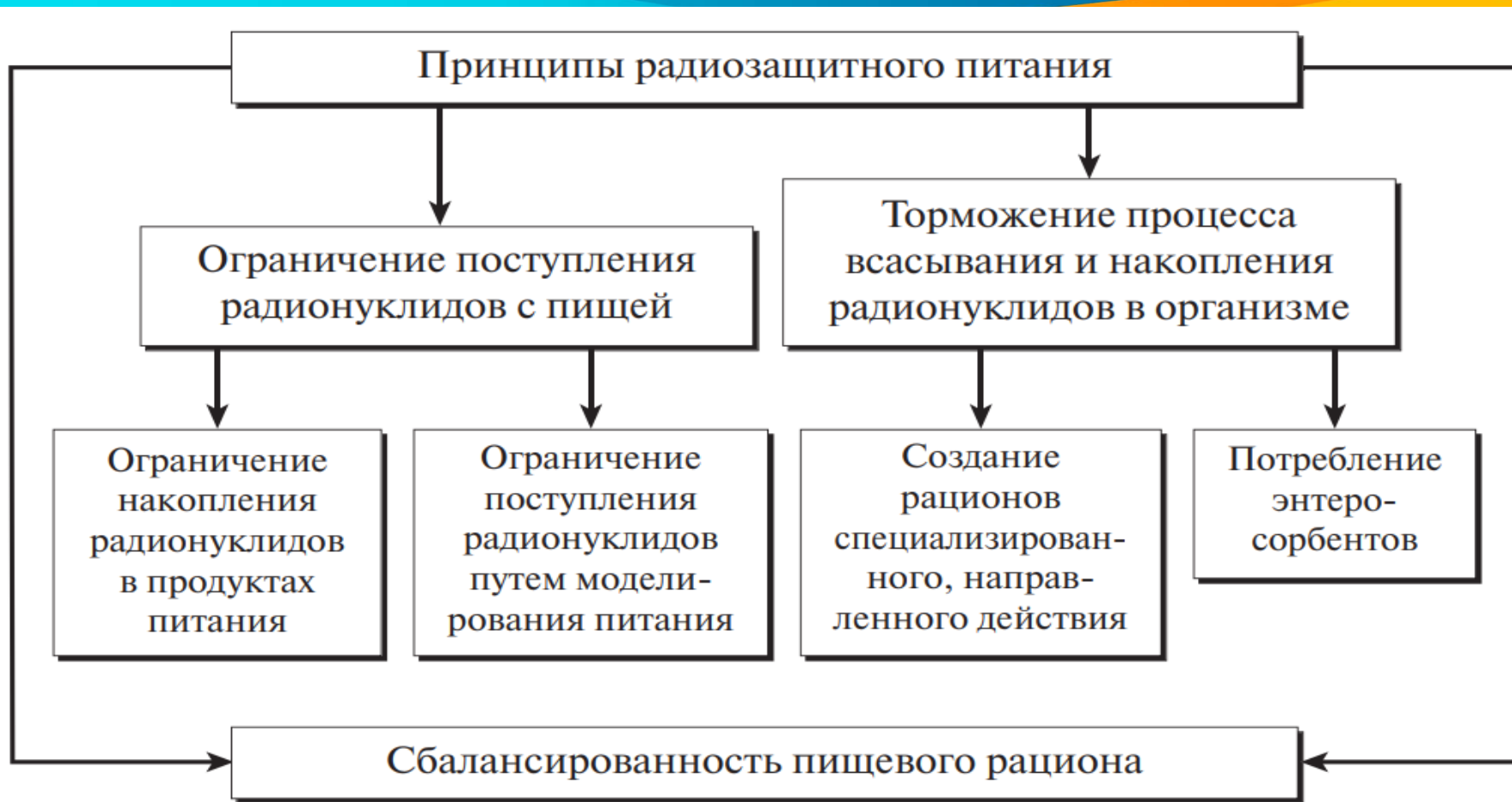
Загрязнение водоемов, атмосферы, почвы, сельскохозяйственных растений и пищевых продуктов токсичными металлами происходит за счет:

- выбросов промышленных предприятий (особенно угольной, металлургической и химической промышленности);
- выбросов городского транспорта (имеется в виду загрязнение свинцом от сгорания этилированного бензина);
- применения в консервном производстве некачественных внутренних покрытий и при нарушении технологии припоев;
- контакта с оборудованием (для пищевых целей допускается весьма ограниченное число сталей и других сплавов).

Для большинства продуктов установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) токсичных элементов, к детским и диетическим продуктам предъявляются более жесткие требования.

Наибольшую опасность из вышеназванных элементов представляют ртуть (Hg), свинец (Pb), кадмий (Cd), в рыбе и мясе — с серосодержащими аминокислотами.





Современная концепция радиозащитного питания

По характеру распределения в организме человека радиоактивные вещества можно условно разделить на следующие три группы.

Отлагающиеся преимущественно в скелете (так называемые остеотропные изотопы — стронций, барий, радий)
Концентрирующиеся в печени (церий, лантан, плутоний и др.).

Равномерно распределяющиеся по системам (водород, углерод, инертные газы, железо и др.). Причем одни имеют тенденцию к накоплению в мышцах (калий, рубидий, цезий), а другие — в селезенке, лимфатических узлах, надпочечниках (ниобий, рутений).

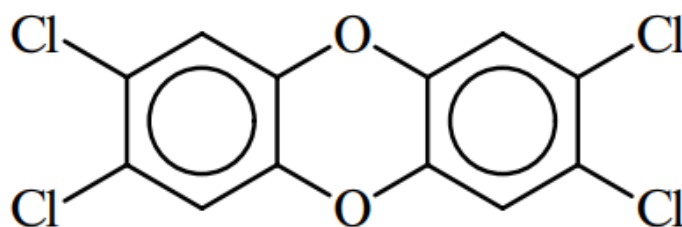
Особое место занимает радиоактивный йод — он селективно аккумулируется щитовидной железой.

Если принять в качестве критерия чувствительности к ионизирующему излучению морфологические изменения, то клетки и ткани организма человека по степени возрастания чувствительности можно расположить в следующем порядке: нервная ткань, хрящевая и костная ткани, мышечная ткань, соединительная ткань, щитовидная железа, пищеварительные органы, легкие, кожа, слизистые оболочки, половые железы, лимфоидная ткань, костный мозг.

Из вышесказанного вытекают следующие направления по профилактике радиоактивного загрязнения окружающей среды: охрана атмосферы Земли как природного экрана, предохраняющего от губительного космического воздействия радиоактивных частиц; соблюдение глобальной техники безопасности при добыче, использовании и хранении радиоактивных элементов, применяемых человеком в процессе его жизнедеятельности.

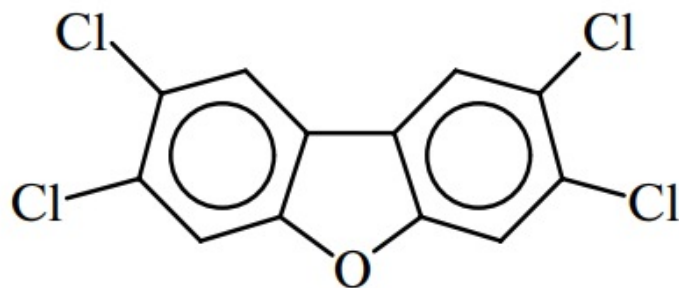
Дефолианты — химические вещества и препараты, вызывающие опадение листьев у растений; применяются для предуборочного удаления листьев, с целью облегчения механизированной уборки урожая.

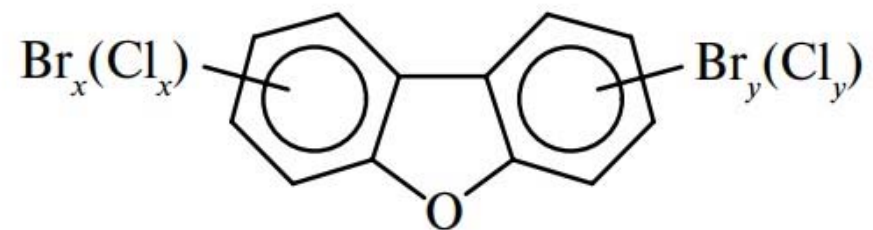
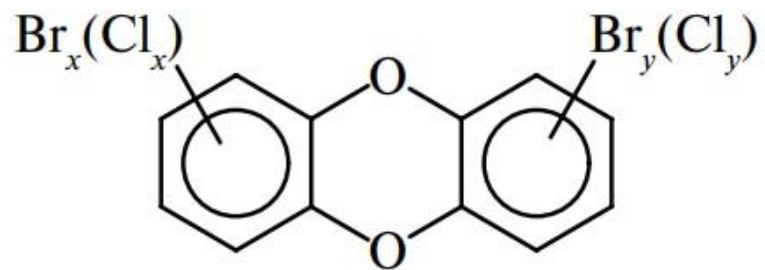
Группа диоксинов объединяет сотни веществ, каждое из которых содержит специфическую гетероциклическую структуру с атомами хлора (брома) в качестве заместителей. Структура 2,3,7,8-тетрахлордибензо- пара-диоксина (ТХДД) включает два ароматических кольца, связанных между собой двумя кислородными мостиками:



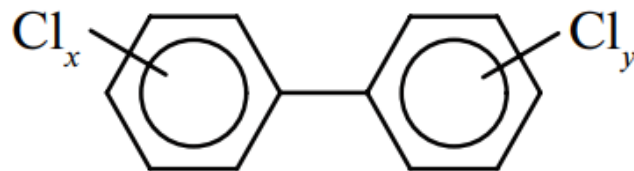
ТХДД — так называемый классический диоксин; действие его сильнее цианидов, стрихнина, зомана, зарина, VX-газа. ТХДД выбран за эталон онкотоксичности, отличается высокой стабильностью, не поддается гидролизу и окислению, устойчив к высокой температуре (разлагается лишь при 750 °С), устойчив к действию кислот и щелочей, не воспламеняем, хорошо растворим в органических растворителях.

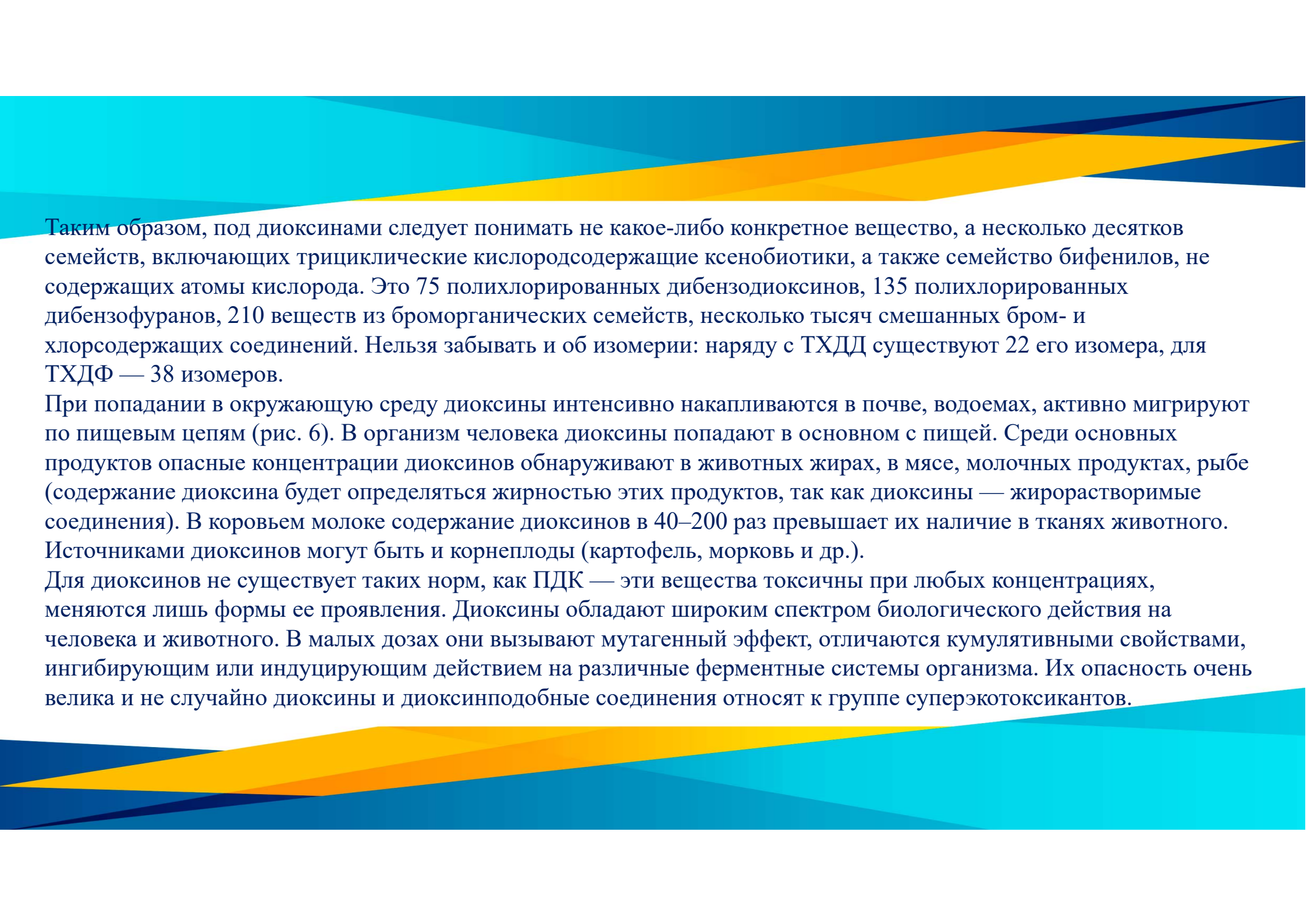
Структура 2,3,7,8-тетрахлордибензофурана (ТХДФ) также содержит два ароматических кольца, но связаны они одним кислородным мостиком:





В родственных полихлорированных бифенилах два ароматических кольца связаны обычной химической связью:





Таким образом, под диоксинами следует понимать не какое-либо конкретное вещество, а несколько десятков семейств, включающих трициклические кислородсодержащие ксенобиотики, а также семейство бифенилов, не содержащих атомы кислорода. Это 75 полихлорированных дибензодиоксинов, 135 полихлорированных дибензофуранов, 210 веществ из броморганических семейств, несколько тысяч смешанных бром- и хлорсодержащих соединений. Нельзя забывать и об изомерии: наряду с ТХДД существуют 22 его изомера, для ТХДФ — 38 изомеров.

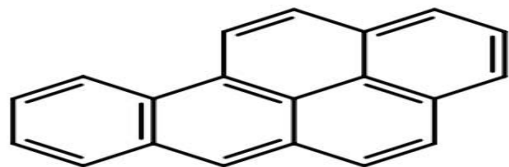
При попадании в окружающую среду диоксины интенсивно накапливаются в почве, водоемах, активно мигрируют по пищевым цепям (рис. 6). В организм человека диоксины попадают в основном с пищей. Среди основных продуктов опасные концентрации диоксинов обнаруживают в животных жирах, в мясе, молочных продуктах, рыбе (содержание диоксина будет определяться жирностью этих продуктов, так как диоксины — жирорастворимые соединения). В коровьем молоке содержание диоксинов в 40–200 раз превышает их наличие в тканях животного. Источниками диоксинов могут быть и корнеплоды (картофель, морковь и др.).

Для диоксинов не существует таких норм, как ПДК — эти вещества токсичны при любых концентрациях, меняются лишь формы ее проявления. Диоксины обладают широким спектром биологического действия на человека и животного. В малых дозах они вызывают мутагенный эффект, отличаются кумулятивными свойствами, ингибирующим или индуцирующим действием на различные ферментные системы организма. Их опасность очень велика и не случайно диоксины и диоксинподобные соединения относят к группе суперэкоотоксикантов.

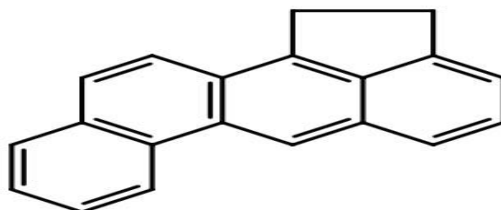
Полициклические ароматические углеводороды

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) насчитывают более 200 представителей, которые являются сильными канцерогенами. К наиболее активным канцерогенам относят 3,4-бенз(а)пирен, который был идентифицирован в 1933 г. как канцерогенный компонент сажи и смолы, а также холантрен, перилен и дибенз(а)пирен.

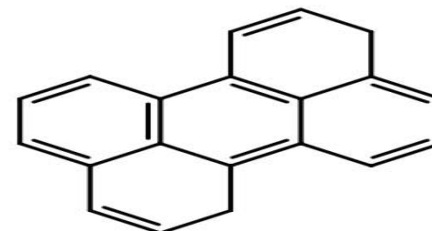
Ниже приведены структурные формулы наиболее канцерогенных ПАУ:



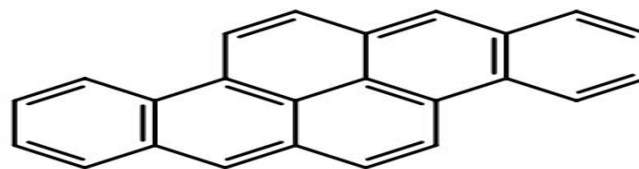
бенз(а)пирен



холантрен



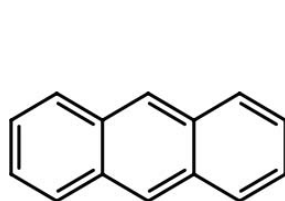
перилен



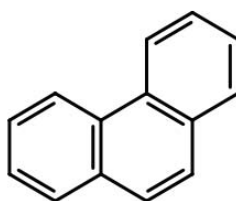
дибенз(а)пирен

К малотоксичным ПАУ относят антрацен, фенантрен, пирен, флуорантен, структурные формулы которых представлены ниже:

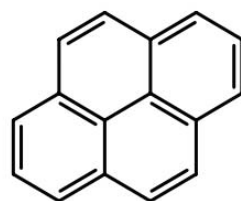
Канцерогенная активность реальных сочетаний полициклических ароматических углеводородов на 70–80 % обусловлена бенз(а)пиреном. Поэтому по присутствию бенз(а)пирена в пищевых продуктах и других объектах можно судить об уровне их загрязнения ПАУ и степени онкогенной опасности для человека.



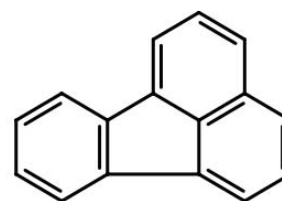
антрацен



фенантрен



пирен



флуорантен

- **Загрязнение веществами, применяемыми в животноводстве**

- С целью повышения продуктивности сельскохозяйственных животных, профилактики заболеваний, сохранения качества кормов в животноводстве широко применяются различные лекарственные и химические препараты. Это антибактериальные вещества (антибиотики, сульфаниламиды, нитрофураны), гормональные препараты, транквилизаторы, антиоксиданты и др.

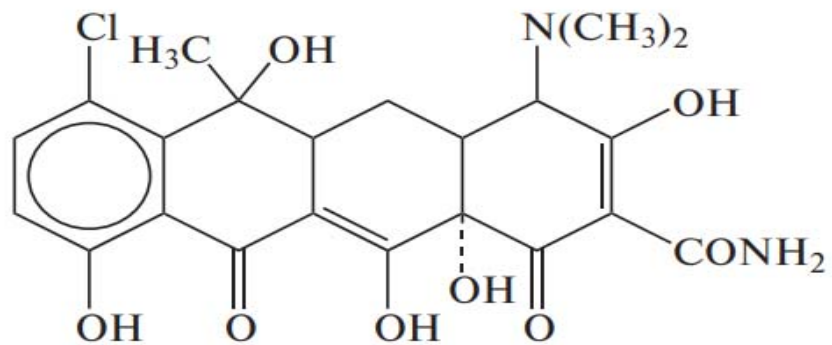
- **Антибиотики.** Встречающиеся в пищевых продуктах антибиотики могут иметь следующее происхождение:

- естественные антибиотики;
- образующиеся в результате производства пищевых продуктов;
- попадающие в пищевые продукты в результате лечебно-ветеринарных мероприятий;
- попадающие в пищевые продукты при использовании их в качестве биостимуляторов;
- применяемые в качестве консервирующих веществ.

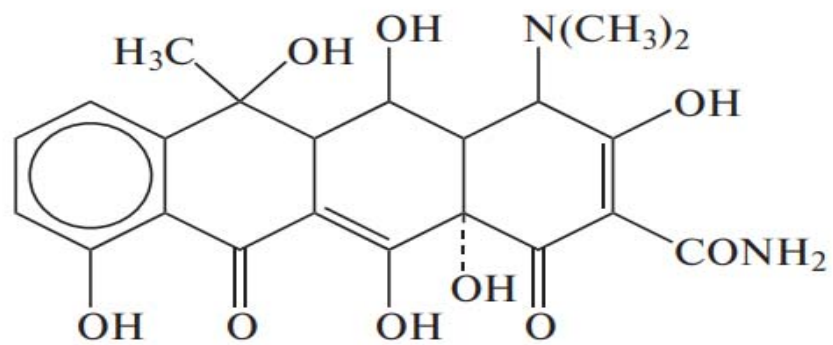
- К первой группе относятся природные компоненты некоторых пищевых продуктов с выраженным антибиотическим действием. Например, яичный белок, молоко, мед, лук, чеснок, фрукты, пряности содержат естественные антибиотики. Эти вещества могут быть выделены, очищены и использованы для консервирования пищевых продуктов и для лечебных целей.

- Ко второй группе относятся вещества с антибиотическим действием, возникающие при микробно-ферментативных процессах. Например, при ферментации некоторых видов сыров.

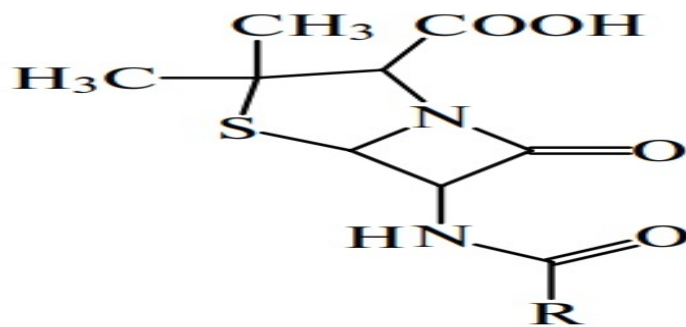
- Третья группа — антибиотики, попадающие в пищевые продукты в результате лечебно-ветеринарных мероприятий. В настоящее время около половины производимых в мире антибиотиков применяются в животноводстве. Антибиотики способны переходить в мясо животных, яйца птиц, другие продукты и оказывать токсическое действие на организм человека. Особое значение имеет загрязнение молока пенициллином, который очень широко используется для терапевтических целей в борьбе со стафилококковой инфекцией.



хлортетрациклин



окситетрациклин

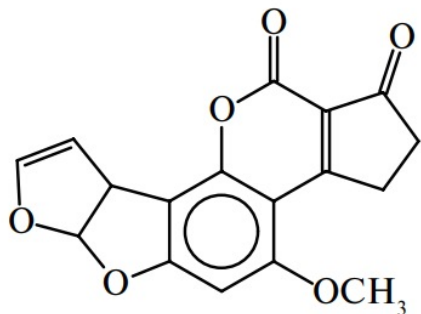


пенициллин

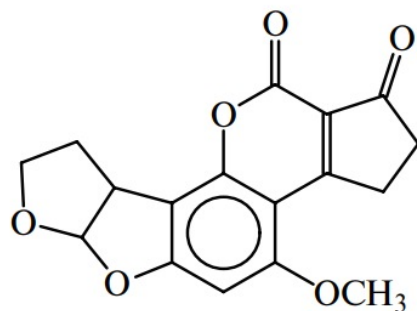
Четвертая группа — антибиотики-биостимуляторы, которые добавляют в корм для улучшения усвояемости кормов и стимуляции роста. При этом улучшается баланс азота и выравнивается дефицит витаминов группы В. В качестве биостимуляторов чаще всего используют хлортетрациклин и окситетрациклин: Действие антибиотиков заключается не в прямой стимуляции роста, а в снижении различных факторов, препятствующих росту, например в подавлении бактерий, мешающих усвоению кормов.

- Действие антибиотиков заключается не в прямой стимуляции роста, а в снижении различных факторов, препятствующих росту, например в подавлении бактерий, мешающих усвоению кормов.
- К пятой группе относятся антибиотики-консерванты, которые добавляют в пищевые продукты с целью предупреждения порчи последних. Для этой цели, как показали многочисленные исследования, наиболее приемлемы антибиотики из группы тетрациклинов (хлортетрациклин, тетрациклин). Кроме того, предлагается использовать пенициллин, стрептомицин, левомицетин, грамицидин при следующих видах обработки:
- орошение или погружение мяса в раствор антибиотика (так называемая акронизация);
- инъекции (внутривенно и внутримышечно);
- использование льда, содержащего антибиотик, — при транспортировке и хранении (используется в основном для рыбной продукции);
- добавка растворов антибиотиков к различным пищевым продуктам (молоку, сыру, овощным консервам, сокам, пиву);
- опрыскивание свежих овощей.
- В некоторых странах применение антибиотиков в качестве консервантов запрещено.

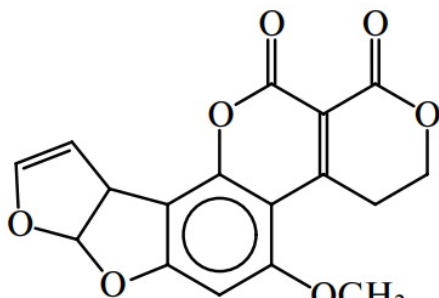
По химической структуре афлатоксины являются фурукумаринами. Это видно из приведенных ниже структурных формул:



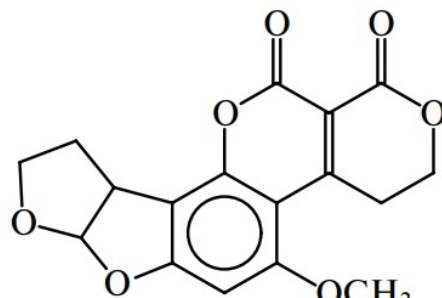
афлатоксин В₁



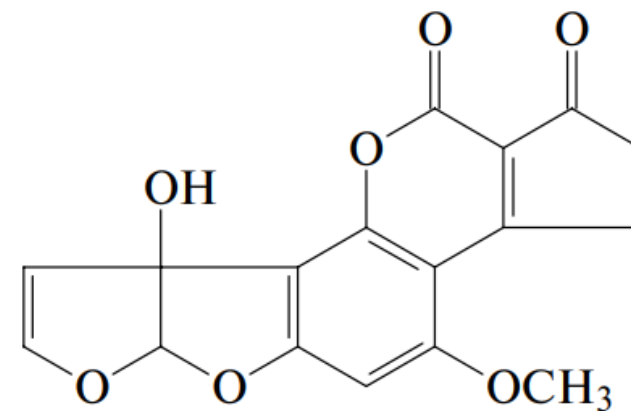
афлатоксин В₂



афлатоксин G₁



афлатоксин G₂

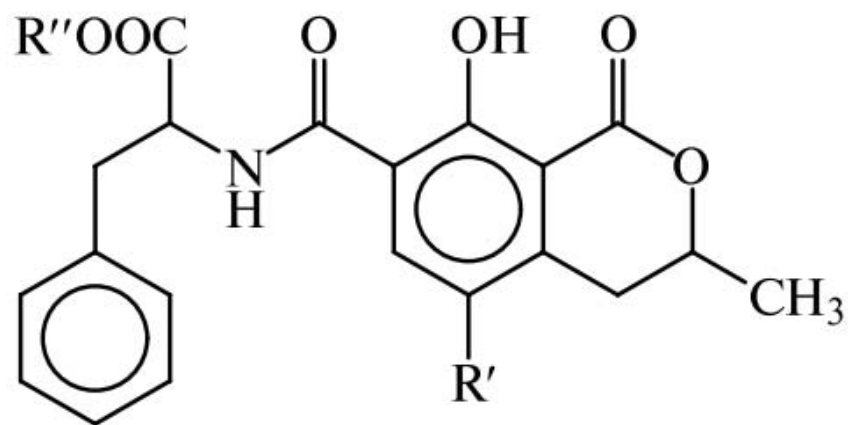


афлатоксин M₁

- **Афлатоксины.** Афлатоксины представляют собой одну из наиболее опасных групп микотоксинов, обладающих сильными канцерогенными свойствами.
- Структура и продуценты афлатоксинов. В настоящее время семейство афлатоксинов включает четыре основных представителя (афлатоксины B1, B2, G1, G2) и еще более 10 соединений, являющихся производными или метаболитами основной группы (M1, M2, B2a, G2a, GM1, P1, Q1 и др.).
- Продуцентами афлатоксинов являются некоторые штаммы двух видов микроскопических грибов: *Aspergillus flavus* (Link.) и *Aspergillus parasiticus* (Spreng.).
- Физико-химические свойства афлатоксинов. Афлатоксины обладают способностью сильно флуоресцировать при воздействии длинноволнового ультрафиолетового излучения. Афлатоксины B1 и B2 обладают сине-голубой флуоресценцией, G1 и G2 — зеленой флуоресценцией, M1 и M2 — сине-фиолетовой. Это свойство лежит в основе практически всех физико-химических методов их обнаружения и количественного определения.
- Афлатоксины слаборастворимы в воде (10–20 мкг/мл), нерастворимы в неполярных растворителях, но легко растворяются в растворителях средней полярности, таких как хлороформ, метанол и др. В химически чистом виде они относительно нестабильны и чувствительны к действию воздуха и света, особенно к ультрафиолетовому облучению. Растворы афлатоксинов стабильны в хлороформе и бензоле в течение нескольких лет при хранении в темноте и на холоде.
- Следует обратить особое внимание на то, что афлатоксины практически не разрушаются в процессе обычной кулинарной и технологической обработки загрязненных пищевых продуктов.
- Факторы, влияющие на токсикообразование. Продуценты афлатоксинов — микроскопические грибы рода *Aspergillus* могут достаточно хорошо развиваться и образовывать токсины на различных естественных субстратах (продовольственное сырье, пищевые продукты, корма), причем не только в странах с тропическим и субтропическим климатом, как полагали ранее, но практически повсеместно, за исключением, быть может, наиболее холодных районов Северной Европы и Канады.

Охратоксины. Охратоксины — соединения высокой токсичности, с ярко выраженным тератогенным эффектом.

Структура и продуценты охратоксино в. Охратоксины А, В, С представляют собой группу близких по структуре соединений, являющихся изокумаринами, связанными с L-фенилаланином пептидной связью.



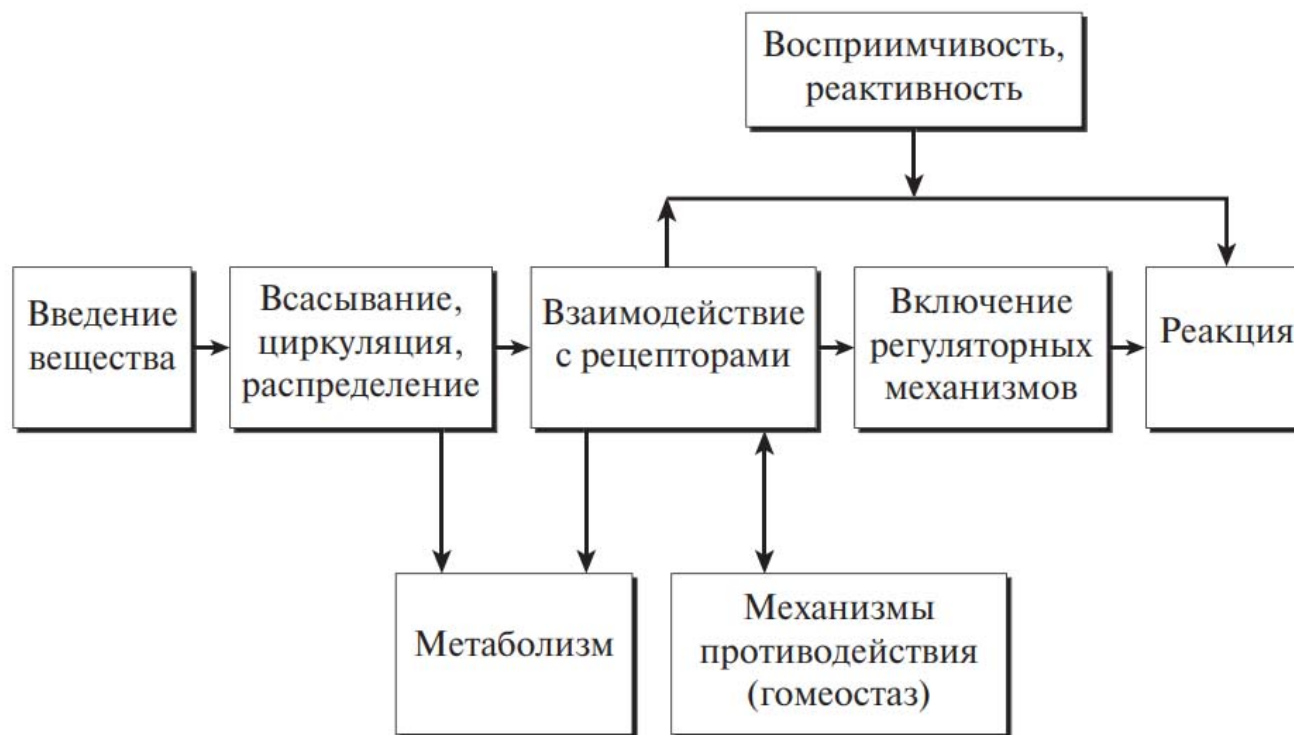
охратоксин

Физико-химические свойства охратоксин А — бесцветное кристаллическое вещество, слабо растворимое в воде, умеренно растворимое в полярных органических растворителях (метанол), а также в водном растворе гидрокарбоната натрия. В химически чистом виде он нестабилен и очень чувствителен к воздействию света и воздуха, однако в растворе этанола может сохраняться без изменений в течение длительного времени. В ультрафиолетовом свете обладает зеленой флуоресценцией. Охратоксин В — кристаллическое вещество, аналог охратоксина А, не содержащий атом хлора. Он примерно в 50 раз менее токсичен, чем охратоксин А. В ультрафиолетовом свете обладает голубой флуоресценцией. Охратоксин С — аморфное вещество, этиловый эфир охратоксина А близок к нему по токсичности, но в качестве природного загрязнителя пищевых продуктов и кормов не обнаружен. В ультрафиолетовом свете обладает бледно-зеленой флуоресценцией.

Биологическое действие. Охратоксины входят в группу микотоксинов, преимущественно поражающих почки. При остром токсикозе, вызванном охратоксинами, патологические изменения выявляются и в печени, и в лимфоидной ткани, и в желудочно-кишечном тракте. В настоящее время уже доказано, что охратоксин А обладает сильным тератогенным действием. Вопрос о канцерогенности охратоксинов для человека остается нерешенным. Синтез белка и матричной РНК (токсин действует как конкурентный ингибитор), но не действует на синтез ДНК.

Ингибируемое вещество	Природный антипищевой фактор	Источники и условия действия	Пути устранения влияния
<i>Ферменты</i> Трипсин, химотрипсин, -амилаза	Соответствующие белковые ингибиторы	Бобовые, злаковые, белок куриного яйца в сыром виде	Тепловая обработка
<i>Аминокислоты</i> Лизин, триптофан и др. Триптофан	Редуцирующие сахара Лейцин	Продукты, содержащие оба вида нутриентов Пшеница при его избыточном потреблении	Рациональное сочетание продуктов, легкая тепловая обработка Умеренное потребление пшеницы
<i>Витамины</i> Аскорбиновая кислота Ниацин Биотин Ретинол Кальциферол	Аскорбатоксидаза, полифенолоксидаза, пероксидазы, хлорофилл	Фрукты и овощи при их нарезании и хранении	Использование в целом виде, бланшировка
	Биофлавоноиды, ортодифенолы	Чай, кофе при избыточном потреблении	Ограниченное потребление
	Индолилуксусная кислота, ацетилпиримидин	Кукуруза при одностороннем питании	Рациональное питание
	Авидин	Яичный белок в сыром виде	Тепловая обработка
Токоферол	Длительно нагревавшиеся жиры, гидрогенизированные жиры	Пищевые жиры	Легкая тепловая обработка, дозированное потребление маргарина
	Недостаточно идентифицированные вещества	Соя при недостаточной тепловой обработке	Тепловая обработка
	Полиненасыщенные жирные кислоты	Растительные масла при избыточном потреблении	Потребление в пределах рекомендуемых норм

Антиалиментарные вещества (Л. Ф. Павлоцкая и др., 1989)



Метаболизм чужеродных соединений в организме будет зависеть от множества различных факторов. Путь ксенобиотика, его воздействие и ответную реакцию организма можно представить в виде схемы

Путь и воздействие ксенобиотика в организме человека

- Попадая в организм, определенная доза вещества всасывается в месте контакта, разносится и распределяется в крови и органах. Вследствие метаболических изменений и ритмического протекания процессов детоксикации уровень его содержания падает. В тканях и клетках ксенобиотик проходит через одну или несколько мембран, взаимодействуя с рецепторами. В результате возникает ответная реакция, включаются механизмы противодействия с целью поддержания постоянства внутренней среды — гомеостаза.
- Метаболизм ксенобиотиков протекает в виде двухфазного процесса: 1-я фаза — метаболические превращения; 2-я фаза — реакции конъюгации.
- *1-я фаза (метаболические превращения)*. Связана с реакциями окисления, восстановления, гидролиза и протекает при участии ферментов главным образом в эндоплазматическом ретикулуме печени и реже — других органов (надпочечниках, почках, кишечнике, легких и т. д.).
- *Окислени е*. В осуществлении реакций окисления решающее значение имеют микросомальные ферменты печени. Окислительная система состоит из системы цитохрома Р-450, а также НАДФН- и НАДН-зависимых редуктаз. Система цитохрома Р-450 представляет собой электрон-транспортную цепь, организованную в белково-липидный комплекс, катализирующий окислительно-восстановительную реакцию включения атома кислорода в молекулу гидрофобных соединений RH. Эта реакция протекает с использованием электронов, поступающих от доноров НАДФН и НАДН к цитохромам Р-450 и b5 при участии редуктаз.

Потенциальная опасность применения трансгенных культур



Потенциальная опасность применения трансгенных культур



Потенциальные опасности и риски ГМО

- В настоящее время мнения ученых по этому вопросу разделились. Сторонники употребления генетически модифицированных продуктов считают, что они безвредны для человека и даже имеют преимущества. Главный аргумент, который приводят эксперты, гласит: «ДНК из генетически модифицированных организмов так же безвредна, как и любая ДНК, присутствующая в пище».
- Противники создания генетически модифицированных организмов приводят свои достаточно убедительные доводы. В связи с этим ниже даны выдержки из Декларации общественной организации «Врачи и ученые против генетически модифицированных продуктов питания»:
- Генная инженерия в корне отличается от выведения новых сортов и пород. Искусственное добавление чужеродных генов сильно нарушает точно отрегулированный генетический контроль нормальной клетки. Манипулирование генами коренным образом отличается от комбинирования материнских и отцовских хромосом, которое происходит при естественном скрещивании.
- В настоящее время генная инженерия технически несовершенна, т. к. она не в состоянии управлять процессом встраивания нового гена. Поэтому невозможно предвидеть место встраивания и эффекты добавленного гена. Даже в том случае, если место расположения гена окажется возможным установить после его встраивания в геном, имеющиеся сведения о ДНК очень неполны для того, чтобы предсказать результаты.
- В результате искусственного добавления чужеродного гена непредвиденно могут образовываться опасные вещества — токсичные вещества, аллергены и др.

Биобезопасность ГМО. Потенциальную опасность трансгенных организмов для окружающей среды связывают со следующими отрицательными воздействиями:

вытеснение природных организмов из их экологических ниш с последующим нарушением экологического равновесия;

уменьшение биоразнообразия;

бесконтрольный перенос чужеродных генов из трансгенных организмов в природные, что предположительно может привести к активации ранее известных или образованию новых патогенов

молекулярно-генетические исследования ГМО (идентификация последовательности встроенных генов, описание вектора, изменения организма-реципиента, перенос генов в обычные культуры, в дикорастущие культуры);

экотоксикологические исследования (острое и (или) хроническое воздействие на лабораторных животных, исследования, полевые агротехнические возможности переноса генов, влияние на почвенную микрофлору);

токсикологические исследования (острая пероральная токсичность, усвояемость *in vitro*, аллергенность).

Следует отметить, что порядок проведения исследований на биобезопасность в разных странах различен. В США, например, активные ингредиенты генно-модифицированных растений должны быть охарактеризованы по следующим позициям:

• Критерии безопасности ГМО

- Безопасность генетически модифицированных продуктов питания остается все еще под вопросом. Нет и не может быть однозначного ответа на вопрос о возможной опасности отдаленных последствий от таких продуктов. Очевидно одно — трансгенная продукция должна проходить тщательную многофакторную проверку на безопасность и иметь специальную маркировку, что закреплено в соответствующих федеральных законах и постановлениях. Однако и в этом пока больше вопросов, чем ответов.
- В разных странах существуют свои правила контроля за распространением трансгенных организмов. При этом оценка ГМО по критериям безопасности складывается из двух основных направлений:
- исследование биобезопасности ГМО;
- определение пищевой безопасности ГМО и продуктов питания из них.
- **Пищевая безопасность ГМО.** В большинстве стран считают необходимым проводить оценку безопасности композиционной или реальной эквивалентности, которая заключается в сравнении ГМО с традиционными аналогами. Для этого изучаются содержание основных нутриентов, антиалиментарных факторов и токсических веществ и аллергенов, характерных для данного вида продукта или определяемых свойствами переносимых генов.
- Если в результате такой оценки не обнаруживается отличий от традиционных аналогов, такой трансгенный продукт причисляют к «первому классу безопасности» и предлагают считать его полностью безвредным для здоровья потребителей. При обнаружении отличий — «второй класс безопасности»; при полном несоответствии традиционным аналогам — «третий класс безопасности». Оценка безопасности генно-модифицированных пищевых продуктов предусматривает оценку пищевых свойств и токсикологических характеристик продукта. Оценка пищевых свойств включает изучение пищевой ценности нового продукта, нормы потребления, способов использования в питании, биодоступности, влияния на микрофлору кишечника и некоторых других параметров

Основные задачи генной инженерии в создании трансгенных растений довольно многообразны:

Основные задачи генной инженерии в создании трансгенных растений довольно многообразны:

получение новых сортов — с более высокой урожайностью, культур, дающих несколько урожаев в год;

изменение габитуса растения — высоты, формы листьев и корневой системы, строения и окраски цветков, времени цветения и др.;

питание растений — фиксация атмосферного азота неазотфиксирующими растениями, повышение эффективности фотосинтеза, улучшение поглощения минеральных веществ и т. п.;

качество продукции — изменение состава и (или) количества сахаров, крахмала, жиров; вкуса и запаха пищевых продуктов; получение новых видов лекарственного сырья; изменение сроков созревания плодов;

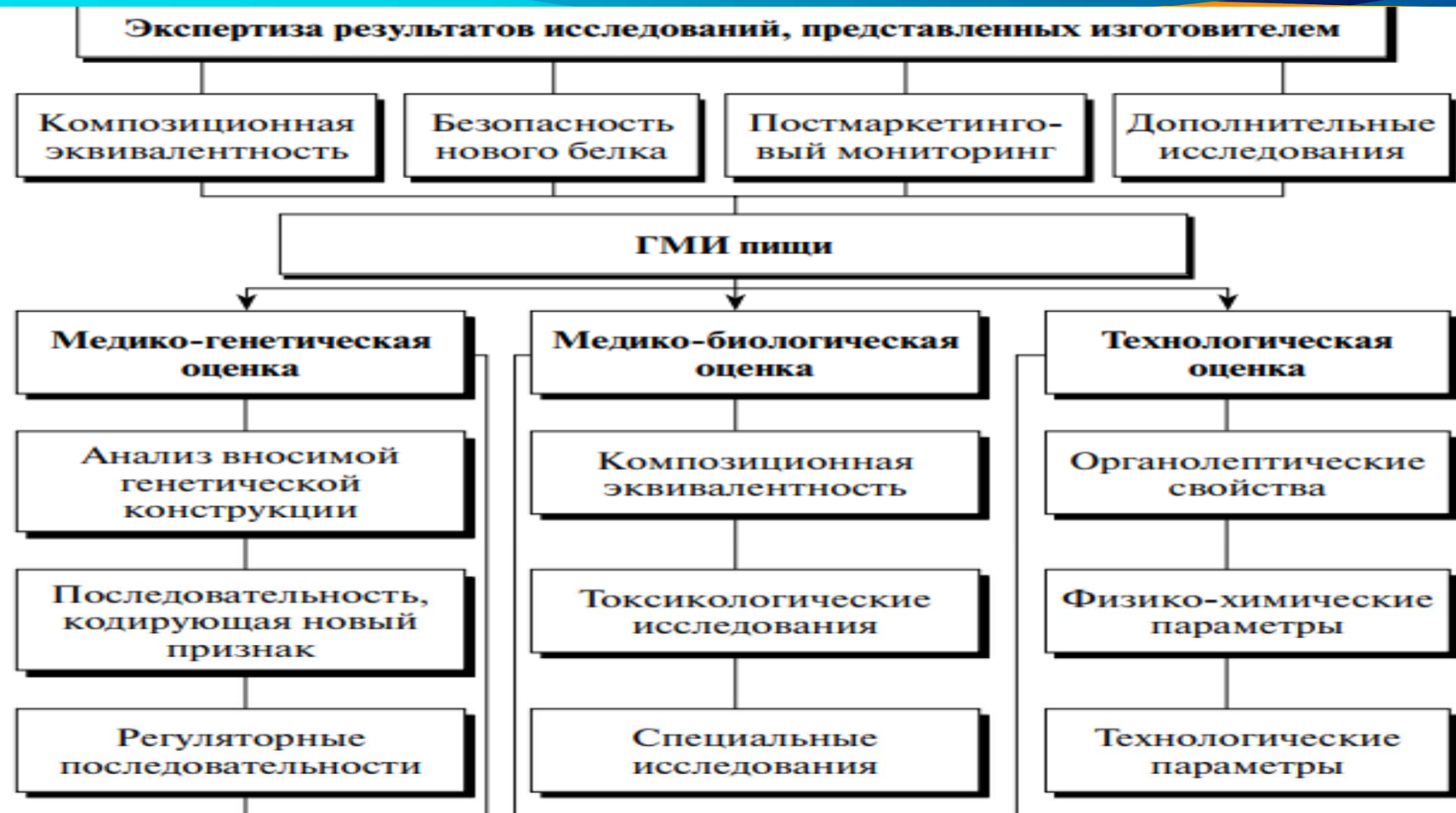
устойчивость к абиотическим факторам — засухе, засолению, а также адаптация к холоду, жароустойчивость, устойчивость к гербицидам, кислотности почв, тяжелым металлам и др.;

устойчивость к биотическим факторам — к вредителям, бактериальным, вирусным и грибным инфекциям.

Основные задачи и перспективы использования генно-модифицированных организмов

- С точки зрения мировых перспектив многие специалисты предсказывают хорошее будущее коммерческому использованию трансгенных культур. Они считают, что трансгенные растения помогут снять остроту проблемы продовольствия и сократить затраты на химические средства защиты растений.
- Как отмечалось выше, по прогнозам к 2015 г. посевные площади трансгенных культур будут составлять 14 % от общего количества и в процесс их промышленного производства будет вовлечено 40 стран на всех континентах.
- Причинами столь беспрецедентных объемов освоения трансгенных культур является в первую очередь огромный прогресс биотехнологической науки, а также бесспорные технологические и экономические преимущества трансгенных растений в сельскохозяйственном производстве

Основные способы создания генно-инженерномодифицированных организмов. Создание генетически измененного растения на данном этапе развития науки не представляет большой сложности. Существуют несколько достаточно широко распространенных методов для внедрения чужеродных ДНК в геном растения. Одной из основ этих методов явилось открытие ферментов — *рестриктаз*. Эти ферменты способны распознавать определенную последовательность своей ДНК и расщеплять «чужую» ДНК на фрагменты. Причем одни из них узнают тетра nukлеотид, а другие — последовательность из 6 нуклеотидных пар. Кроме того, следует отметить, что рестриктазы поразному расщепляют ДНК. Одни вносят разрывы по оси симметрии узнаваемой последовательности, тогда как другие — со сдвигом, с образованием «ступеньки». В первом случае образуются так называемые «тупые» концы, а во втором — «липкие», то есть фрагменты, которые имеют на своих концах односторонние комплементарные участки длиной в четыре нуклеотида. Такие фрагменты удобны для создания рекомбинантных ДНК. После того как ДНК сшита *in vitro*, ее надо ввести в живые клетки и обеспечить стабильное поддержание генетической информации. Это достигается при помощи так называемых *векторных молекул* (векторов). Векторы — это молекулы ДНК, способные акцептировать чужеродную ДНК и обеспечивающие ее репликацию и, возможно, экспрессию. В составе векторной молекулы должен быть *маркерный ген* (как правило, это гены устойчивости к антибиотикам). В качестве векторов используют плазмиды, бактериофаги, вирусы животных. Один из методов создания трансгенных растений основан на использовании природного вектора из почвенных бактерий — *Agrobacterium tumefaciens* и *Agrobacterium rhizogenes*.



Система оценки безопасности генетически модифицированных источников пищи в РФ [Генетически модифицированные источники пищи, 2007]

Контрольные вопросы:

1. Сколько основных характеристик токсичности?
2. Классификация веществ по признаку острой токсичности
3. Что такое синергизм?
4. Эффект воздействия двух или нескольких веществ, при котором одно вещество ослабляет действие другого вещества
5. Какие базисные (основные) показатели приняли органы здравоохранения отдельных государств?
6. Что такое охратоксины?
7. Современная концепция радиозащитного питания
8. Что такое дефолианты ?
9. Основные задачи генной инженерии в создании трансгенных растений
10. Основное направление оценки ГМО по критериям безопасности
11. Потенциальные опасности и риски ГМО

Ссылки

1. https://www.youtube.com/watch?v=cV_d5gHkbcU
2. <https://youtu.be/L8YpIDZgS3M>
3. <https://youtu.be/tecYrS5DgAA>



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!