

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ -
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА**

Н.И. Дунченко, С.В. Купцова, А.Г. Кручинин

**БЕЗОПАСНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО
СЫРЬЯ И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ**

Учебное пособие

Москва
2024

УДК 614.3 (075.8)
ББК 51.231 я 73
Д 836

Рецензент:

Врио директора ФГБНУ ВНИХИ филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им.
В.М. Горбатова» РАН, д.т.н. А.А. Творогова

Дунченко Н.И., Купцова С.В., Кручинин А.Г. Безопасность сельскохозяйственного сырья и продовольствия: учебное пособие / Н.И. Дунченко, С.В. Купцова, А.Г. Кручинин – М.: ООО «Сам Полиграфист», 2024, 148 с.

В учебном пособии изложены в обобщенном виде основные положения государственной политики в области здорового питания, критерии обеспечения продовольственной безопасности, приведена характеристика основных нормативно-правовых документов, регулирующих отношения в сфере обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов.

Приведены характеристики соединений природного происхождения, ксенобиотиков, представляющих опасность для человека при их употреблении с пищей, рассмотрены методы их определения. Предназначено для студентов, обучающихся по направлению 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции».

Рекомендовано к изданию учебно-методической комиссией технологического института (протокол № 5 от «26» июня 2024г.)

ISBN 978-5-00227-378-2

©Дунченко Н.И., Купцова С.В.,
Кручинин А.Г. 2024

ВВЕДЕНИЕ

Понятие безопасности является многогранным и включает в себя несколько аспектов. Различают ядерную, радиационную безопасность и безопасность излучений; промышленную, механическую, химическую, электрическую, термическую, пожарную безопасность, а также взрывобезопасность и биологическую безопасность. Безопасность – это состояние, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровью людей, имуществу, окружающей среде, а также жизни или здоровью животных и растений.

Применительно к человеку биологическую безопасность следует рассматривать, в первую очередь, с точки зрения продовольственной безопасности, как одной из важнейших составляющих условий его жизнедеятельности, а также с точки зрения санитарно – эпидемиологического благополучия. Исторически и практически проблема продовольственной безопасности для человека существовала всегда. Продовольствие совместно с воздухом, водой и климатом составляют базисный комплекс жизнеобеспечения человечества. Продовольственная безопасность – необходимое материальное условие жизни индивида, любой группы людей и общества в целом, которое обеспечивает функции и возможности развития – демографические, экономические, политические, культурные, интеллектуальные и другие. Поэтому проблема стабильного продовольственного обеспечения населения является одной из самых важных государственных задач, от решения которой зависит и национальная безопасность.

1. Государственная политика в области здорового питания

1.1. Проблема продовольственной безопасности на международном уровне

Проблема продовольственной безопасности имеет историю, измеряемую несколькими десятилетиями. Наиболее осознанно и целенаправленно мировое сообщество стало заниматься этим вопросом после второй мировой войны, когда возросла острота проблемы продовольственного обеспечения многих стран. Созданная в этот период Организация Объединенных Наций (ООН) отразила в своем Уставе среди других неотложных задач и преодоление дефицита в питании людей.

Проблематикой продовольственной безопасности систематически занимаются ООН и ее исполнительные органы, в том числе Комитет по всемирной продовольственной безопасности.

Продовольственная безопасность рассматривается ООН прежде всего на глобальном уровне. В этой связи в качестве главной цели ставится снижение вдвое к 2027г. числа голодающих по сравнению с нынешним уровнем. Сейчас более 1 млрд. человек по всему миру испытывают недостаток в продуктах питания. Среди причин этого на первое место ставятся низкие доходы, а также стихийные бедствия и антропогенные катастрофы. Сказывается и отрицательное воздействие ухудшающихся условий окружающей среды, а также прогрессирующий рост населения.

Всемирная встреча на высшем уровне одобрила обязательства и действия международного сообщества, основанные на пяти Римских принципах устойчивой глобальной продовольственной безопасности: которые включает пять принципов:

Принцип 1: Инвестирование средств в реализацию планов, принимаемых самими странами, с целью выделения ресурсов на должным образом проработанные и ориентированные на конкретные результаты планы и партнерские отношения.

Принцип 2: Усиление стратегической координации на национальном, региональном и глобальном уровнях в целях совершенствования

регулирования, достижения более эффективного распределения ресурсов, недопущения дублирования усилий и выявления недостающих ответных мер.

Принцип 3: Стремление к всеобъемлющему двуединому подходу к обеспечению продовольственной безопасности, который включает: 1) прямые меры по незамедлительному смягчению проблемы голода в интересах тех, кто наиболее уязвим, и 2) среднесрочные и долгосрочные программы в области устойчивого сельского хозяйства, продовольственной безопасности, питания и развития сельских районов для устранения коренных причин голода и бедности, в том числе на основе последовательной реализации права на достаточное питание.

Принцип 4: Обеспечение важной роли многосторонней системы посредством неуклонного повышения эффективности, расширения возможностей реагирования, усиления координации и наращивания результативности деятельности многосторонних учреждений.

Принцип 5: Обеспечение устойчивых и существенных обязательств со стороны всех партнеров по инвестированию в сектора сельского хозяйства, продовольственной безопасности и питания с выделением необходимых ресурсов на своевременной и надежной основе и с ориентацией на многолетние планы и программы.

Особо подчеркивается, что достижение всеобщей продовольственной безопасности зависит от создания мирной, стабильной и благоприятной политической, социальной и экономической обстановки. Это позволит государствам придать первоочередное значение продовольственной безопасности на основе искоренения бедности.

Проблемы продовольственной безопасности и пути их решения имеют определенную иерархию, соподчиненность. В табл. 1 приведено распределение ответственности за решение продовольственных проблем между различными организациями и структурами в зависимости от уровня и значимости решаемой проблемы.

Иерархия уровней проблемы продовольственной безопасности

Уровень проблемы	Субъекты, ответственные за решение проблемы
1. Глобальный	ООН и ее специализированные органы, международные форумы
2. Субрегиональный	Межрегиональные образования, их органы и форумы
3. Региональный	Региональные образования, их органы и форумы
4. Национальный	Правительства и законодательные органы государств
5. Местный	Территориальные власти и законодательные органы
6. Семейный	Сообщество совершеннолетних родственников
7. По группам населения	Национальные и территориальные власти

Разделение и группировка проблем продовольственной безопасности по иерархическому принципу позволяет выделить основные цели и определить план действий по их достижению в соответствии с уровнем реализации проблемы обеспечения населения качественными и безопасными продуктами питания.

В зависимости от уровня организации, занимающейся решением проблем продовольственной безопасности, разрабатываются программы достижения указанных целей, максимально приближенные и адаптированные к условиям отдельных регионов. В результате совместной работы организаций разных уровней вырабатывается общая политика по реализации программ продовольственной безопасности для человечества в целом.

Стимулируя развитие сельскохозяйственного производства в России, государство тем самым создает условия для повышения степени продовольственного самообеспечения населения планеты, субъектов Федерации, семей и низкообеспеченных групп населения, а также решает вопросы импортозамещения. Иными словами, повышение степени продовольственной безопасности конкретного государства за счет увеличения собственного производства продовольствия оказывает положительное воздействие на продовольственное обеспечение как вышестоящих, так и нижестоящих структур иерархии.

1.2. Принципы построения многоуровневой системы продовольственной безопасности государства

На сегодняшний день актуальна задача формирования и развития системы продовольственной безопасности государства. Для понимания сути системного подхода целесообразно рассмотреть теоретическое построение системы продовольственной безопасности для экономического региона.

В качестве системообразующего фактора для системы продовольственной безопасности региона принимают его агропромышленный комплекс (АПК). С АПК системно связаны другие подсистемы:

- сбыта и распределения;
- продовольственного резерва;
- потребления продовольствия;
- управления;
- кадрового обеспечения;
- информационного обеспечения;
- финансового обеспечения;
- материально-технического обеспечения;
- технологического обеспечения, исследований и разработок.

Объединение подсистем в систему происходит на следующих принципах:

1. Функциональный принцип: подсистемы обеспечивают выполнение главной цели системы (продовольственной безопасности региона).
2. Организационный принцип: подсистемы связаны между собой определенной соподчиненностью для выполнения главной цели системы.
3. Ресурсный принцип: подсистемы обеспечивают количественные и качественные характеристики всей системы.
4. Технологический принцип: для подсистем формируется способ связи, необходимый для реализации целей.

Таким образом, система продовольственной безопасности - это система взаимосвязанных подсистем, имеющая главной целью надежное (бесперебойное) и достаточное (по медицинским нормам) снабжение населения основными

продуктами питания, гарантирующее отсутствие опасности голода или недоедания, и структурированная по функциональному, организационному, ресурсному и технологическому принципам.

Распределение подсистем на функционально-целевые и обеспечивающие определяется тем, что подсистемы потребления АПК, сбыта и распределения продовольствия и продовольственного резерва реализуют главную цель системы продовольственной безопасности. Остальные подсистемы обеспечивают реализацию этой цели.

Представление продовольственной безопасности в форме системы дает возможность оценить состояние каждой из ее подсистем и на этом основании выявить многоуровневый характер системы продовольственной безопасности. Можно выделить следующие уровни:

1 - продовольственная сверхбезопасность региона (регион самообеспечен продовольствием на 100 % и имеет сверх этого производственные мощности и запасы для вывоза продовольствия на межрегиональные и мировые рынки);

2 - продовольственная устойчивая безопасность региона (регион самообеспечен основным продовольствием на 100 %);

3 - продовольственная безопасность региона (регион самообеспечен продовольствием на предельно допустимом уровне, сверх которого продовольствие ввозится из сопряженных регионов РФ и импортируется, т.е. регион находится в предкризисном состоянии);

4 - опасность (угроза) продовольственной безопасности (регион находится в кризисном состоянии, когда продовольственная безопасность отсутствует);

5 - продовольственная предкатастрофа (регион находится в состоянии, когда его население полностью зависит от внешних, экономически и административно регулируемых поставок продовольствия);

6 - продовольственная катастрофа (в регионе имеет место голод, происходит естественная и эмиграционная депопуляция населения).

Выделение уровней продовольственной безопасности носит практический характер. Такой подход позволяет четко определить фактический

уровень продовольственного обеспечения региона и увидеть, насколько он соответствует нормативному показателю. После этого можно приступить к решению следующих задач: установить совокупность причин и факторов (как внутренних, так и внешних), вызвавших такую ситуацию в сфере продовольственной безопасности региона; определить критерии оценки уровней продовольственной безопасности и их необходимые нормы; подобрать соответствующие методы и способы решения проблемы.

1.3. Критерии обеспечения продовольственной безопасности в России

Продовольственная безопасность Российской Федерации и ее регионов рассматривается, как способность государства гарантировать удовлетворение потребностей в продовольствии на уровне, при котором обеспечивается нормальная жизнедеятельность населения.

Основными критериями обеспечения продовольственной безопасности страны являются:

- степень удовлетворения физиологических потребностей населения в питательных веществах и энергии, соответствие рациона питания человека требованиям минимизации в продуктах питания вредных для его здоровья веществ;
- уровень физической и экономической доступности продуктов питания различных групп населения; стабильность цен на российском продовольственном рынке;
- степень независимости обеспечения граждан продуктами питания и ресурсного обеспечения агропромышленного комплекса от импортных закупок;
- уровень и темпы развития отраслей отечественного агропромышленного комплекса, возможности обеспечения их расширенного воспроизводства;
- размеры стратегического продовольственного резерва государства и оперативных продовольственных резервов.

Министерство здравоохранения Российской Федерации утвердило рекомендации по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающим современным требованиям здорового питания (табл. 2), на основе которых составлена так называемая «продовольственная корзина» (табл. 3). Как и нормы физиологических потребностей в пищевых веществах и энергии, размеры потребления пищевых продуктов могут пересматриваться и уточняться, оставаясь вместе с тем научной основой здорового питания.

Таблица 2

Рекомендуемые Рациональные нормы потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания
(с изменениями на 1 декабря 2020 года)

№ п/п	Наименование продуктов	кг/год/ человек
1.	Хлебные продукты (хлеб и макаронные изделия в пересчете на муку, мука, крупы, бобовые), в том числе:	97
	мука для выпечки хлеба и кондитерских изделий из неё: (не менее 30% муки должно быть представлено сортами грубого помола)	64
	ржаная	20
	пшеничная, в том числе:	44
	мука пшеничная витаминизированная	24
	крупы, макаронные изделия и бобовые, в том числе:	33
	рис	7
	прочие крупы, в том числе:	12
	гречневая	4
	манная	2
	овсяная	2
	пшеничная	2
	прочие	2
	макаронные изделия	10
	бобовые (горох, фасоль, чечевица и др.)	4
2.	Картофель	90
3.	Овощи и бахчевые, в том числе:	140
	капуста белокочанная, краснокочанная, цветная и др.	40
	помидоры	10
	огурцы	10
	морковь	17
	свекла	18
	лук	10

	прочие овощи (перец сладкий, зелень, кабачки, баклажаны и др.)	20
	бахчевые (арбузы, тыква, дыни)	15
4.	Фрукты свежие, в том числе:	100
	виноград	6
	цитрусовые	6
	косточковые	8
	ягоды	7
	яблоки	50
	груши	8
	прочие фрукты	5
	сухофрукты в пересчете на свежие фрукты	10
5.	Сахар	24
6.	Мясопродукты, в том числе:	74
	говядина	14
	баранина	5
	свинина	10
	птица (цыплята, куры, индейка, утки, гуси и др.)	40
	мясо других животных (конина, оленина и др.)	5
7.	Рыбопродукты	28
8.	Молоко и молокопродукты всего в пересчете на молоко,	
	в том числе:	322
	молоко, кефир, йогурт с жирностью 1,5-3,2%	56
	молоко, кефир, йогурт с жирностью 0,5-1,5%	84
	в том числе витаминизированные	50
	сметана, сливки с жирностью 10-15%	3
	масло животное	2
	творог с жирностью 9-18%	7
	творог с жирностью 0-9%	9
	сыр	6
9.	Яйца (шгук)	260
10.	Масло растительное	12
11.	Соль поваренная, всего (в том числе йодированная)	1,8

В интересах сохранения и укрепления здоровья нации требуется полноценное питание со структурой, дифференцированной по регионам, с учетом природных и экономических условий, демографических особенностей, вида трудовой деятельности и национальных традиций.

Удовлетворяя физиологические потребности организма человека в питательных компонентах и энергии, потребление пищевых продуктов должно одновременно выполнять профилактические и лечебные функции. Предметом особой заботы должно стать рациональное питание работающих в экстремальных условиях, детей, людей пожилого возраста и страдающих хроническими заболеваниями.

Параметром, отражающим безопасность потребления продовольствия, является предельно допустимое содержание в продуктах питания вредных для здоровья веществ.

Решение задач удовлетворения физиологической потребности людей в пищевых веществах и энергии требует обеспечения физической и экономической доступности для потребителей продуктов питания в нужном количестве и ассортименте.

Физическая доступность продовольствия предполагает бесперебойное его поступление в места потребления в соответствующих платежеспособному спросу объемах и ассортименте.

Экономическая доступность -возможность для различных слоев населения приобретать в необходимом размере и ассортименте продукты питания путем покупки их по складывающимся ценам, а также за счет средств, выделяемых государством для оплаты поставок продовольствия спецпотребителям.

Необходимым условием продовольственной безопасности страны и регионов является их самообеспечение (продовольственная независимость), под которым понимается удовлетворение основной части потребностей населения в продуктах питания за счет внутреннего производства. Эту жизненно важную функцию осуществляет агропромышленный комплекс.

Важным параметром продовольственной безопасности является общий удельный вес отечественного и импортного продовольствия в потреблении страны и их соотношение по отдельным приоритетным видам продукции.

Продовольственную независимость Российской Федерации можно считать достаточной, если удельный вес отечественного производства по

наиболее важным продуктам питания в общем объеме их потребления составляет в течение 12 месяцев не менее 80 процентов. Допустимые доли импорта в ресурсах важнейших продовольственных товаров должны быть дифференцированы в зависимости от возможностей их производства в Российской Федерации. Необходимо рационализировать структуру внешней торговли продовольствием и сельскохозяйственным сырьем, использовать принятые в международной практике торговли защитные меры по отношению к отечественным товаропроизводителям.

Ключевой проблемой повышения уровня продовольственной безопасности является стабилизация производства продовольствия, возобновление его роста, изменение его структуры в соответствии с рыночным спросом, повышение качества продукции АПК. Для решения этих задач необходимо последовательное осуществление комплекса взаимосвязанных организационно-экономических и социальных мер.

В первую очередь, нужно обеспечить сбалансированное функционирование агропромышленного комплекса в режиме расширенного воспроизводства в сочетании с взаимовыгодным внешнеэкономическим сотрудничеством и международной кооперацией производства.

Государство должно регулировать производство, сбыт и использование продовольствия и сельскохозяйственного сырья таким образом, чтобы гарантировать нормальное функционирование отечественного продовольственного рынка, как в обычных, так и в экстремальных условиях. Для этого требуется создать необходимые правовые и организационно-экономические условия, исключающие криминализацию в системе производства и, особенно, сбыта продовольствия и сельскохозяйственного сырья.

Система обеспечения продовольственной безопасности определяется федеральными законами, указами и распоряжениями Президента, решениями Совета Безопасности Российской Федерации, региональными законодательными

ми актами. На их основе Правительство Российской Федерации осуществляет следующие полномочия:

- проведение единой государственной политики в интересах обеспечения продовольственной безопасности;
- разработку и реализацию федеральных целевых продовольственных программ;
- управление государственным продовольственным резервом, обеспечение его сохранности, рационального использования и своевременного возобновления;
- организацию разработки, сбора и анализа данных о снабжении населения основными продуктами питания, прогнозных оценок развития ситуации в области продовольственной безопасности.

Органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации:

- реализуют с учетом региональных условий единую государственную политику в области обеспечения продовольственной безопасности;
- разрабатывают целевые региональные программы продовольственной безопасности и финансируют их реализацию;
- координируют деятельность функционирующих на территории субъектов Российской Федерации государственных органов и служб, обеспечивающих продовольственную безопасность.

При снижении потребления продовольствия населением ниже установленного уровня и в случаях возникновения чрезвычайной продовольственной ситуации соответствующие государственные органы исполнительной власти вводят систему специальных мер по увеличению производства сельскохозяйственной продукции и продовольствия, а также могут временно устанавливать особые режимы обеспечения ими, включая нормированное распределение продуктов питания.

1.4. Основы государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации

Под государственной политикой в области здорового питания понимается комплекс мероприятий, направленных на создание условий, обеспечивающих удовлетворение в соответствии с требованиями медицинской науки потребностей различных групп населения в здоровом питании с учетом их традиций, привычек и экономического положения.

Во исполнение распоряжения N 1873-р создана современная нормативно-методическая база контроля качества и безопасности, включая биобезопасность пищевых продуктов, которая в целом гармонизирована с международным законодательством.

Важным моментом реализации Концепции явилось принятие большинством субъектов федерации программ, направленных на улучшение структуры питания населения региона, а также организация в 4 федеральных округах и 26 субъектах Российской Федерации центров оздоровительного питания.

За прошедшие годы отмечены улучшения в состоянии питания населения за счет изменения структуры потребления пищевых продуктов (увеличения доли мясных и молочных продуктов, фруктов и овощей, разработано свыше 4000 пищевых продуктов, обогащается биологически ценными компонентами до 40% продуктов детского питания, около 2% хлебобулочных изделий и молочных продуктов, а также безалкогольных напитков. Это привело к снижению распространенности дефицита ряда витаминов, однако проблема адекватной обеспеченности населения микронутриентами остается не решенной, о чем свидетельствуют результаты массовых обследований различных групп населения.

Вместе с тем питание у большинства взрослого населения не соответствует принципам здорового питания из-за высокого потребления жира животного происхождения и простых углеводов при недостатке в рационах

овощей и фруктов, рыбы и морепродукты, что приводит к распространению избыточной массы тела и ожирения, которое за последние 8-9 лет возросло с 19% до 23%, увеличивая риск развития диабета, заболеваний сердечно-сосудистой системы и др.

Значительная часть работающего населения лишена возможности правильно построить питание в рабочее время, особенно, это касается малых и средних предприятий, что неблагоприятно сказывается на здоровье работающих. Самостоятельной является проблема питания в семьях с наиболее низкими доходами – для этой категории населения требуется внедрение системы целевой адресной продовольственной помощи, в том числе по медицинским показаниям, с целью профилактики имеющихся нарушений питания.

Произошли положительные сдвиги в организации детского и лечебно-профилактического питания. Налажено производство отечественных продуктов для вскармливания детей раннего возраста, в том числе адаптированных и специального лечебного питания. С 2008 года в ряде субъектов Российской Федерации реализуются пилотные проекты, направленные на совершенствование системы организации школьного питания. Отмечаются позитивные тенденции в реализации образовательных программ.

Несмотря на позитивные тенденции в питании населения, смертность от хронических болезней, развитие которых в значительной степени связано с алиментарным фактором, остается значительно выше, чем в большинстве европейских стран. Это свидетельствует о необходимости развития программ, направленных на оптимизацию питания и оздоровление как населения Российской Федерации в целом, так и особенно групп риска. С 2009 года в рамках проекта Здоровая Россия развернута профилактическая программа, реализуемая через вновь созданные центры Здоровья и направленная на снижение заболеваемости и смертности от наиболее распространенных заболеваний путем пропаганды здорового образа жизни, увеличения физической активности, снижения табакокурения и улучшения питания.

Цель государственной политики в области здорового питания - сохранение и укрепление здоровья населения, профилактика заболеваний, которые обусловлены отклонениями от правильного питания детей и взрослых.

Основной задачей государственной политики в области здорового питания и исполнительных органов власти в центре и регионах является создание экономической, правовой и материальной базы, обеспечивающей:

- производство внутри страны основных видов продовольственного сырья и пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям качества и безопасности, создающих продовольственную безопасность страны;
- развитие отечественного производства пищевых ингредиентов, необходимых для современного производства пищевых продуктов, обогащенных незаменимыми компонентами, специализированных продуктов детского питания, продуктов функционального назначения, диетических (лечебных и профилактических) пищевых продуктов и биологически активных добавок к пище, в том числе для питания в организованных коллективах, воссоздание производства витаминных субстанций для развития устойчивого животноводства;
- разработку и внедрение в сельское хозяйство и пищевую промышленность инновационных технологий, включая био- и нанотехнологии;
- совершенствование организации питания в организованных коллективах; совершенствование порядка обеспечения полноценным питанием беременных и кормящих женщин, а также детей в возрасте до трех лет, в том числе через специальные пункты питания и магазины;
- совершенствование организации диетического (лечебного и профилактического) питания в лечебно-профилактических учреждениях как составной части лечебного процесса;
- совершенствование рационов лечебного и профилактического питания и внедрение порядка диетологической помощи в лечебно-профилактических учреждениях;

- организацию питания работающего населения независимо от форм собственности предприятий и организаций;
- разработку образовательных программ для различных групп населения по вопросам здорового питания;
- мониторинг состояния питания населения.

В основу государственной политики в области здорового питания положены следующие принципы:

- развитие агропромышленного комплекса, обеспечивающего 80-95% ресурса внутреннего рынка продовольственного сырья и пищевых продуктов за счет отечественного производства (т.е. продовольственную безопасность);
- обеспечение безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов на всех этапах производства, хранения, транспортировки и их реализации;
- ликвидация дефицита микронутриентов путем развития отечественного производства пищевых ингредиентов для развития производства обогащенных пищевых продуктов, продуктов функционального назначения, диетических (лечебных и профилактических) продуктов и биологически активных добавок к пище;
- опережающее развитие новейших наукоемких био- и нанотехнологий производства продовольственного сырья, пищевых продуктов и ингредиентов;
- мониторинг состояния питания населения на федеральном и региональном уровнях;
- научное обеспечение вышеперечисленных приоритетных направлений;
- разработка и реализация образовательных программ для специалистов и населения по вопросам здорового питания;
- развитие отечественного производства специализированных продуктов для детского питания, в том числе лечебного и профилактического назначения;
- совершенствование организации питания в организованных коллективах;
- увеличение производства продуктов массового потребления (хлеб, молоко), обогащенных витаминами и минеральными веществами (требуется принятие

законодательных и нормативных актов, обеспечивающих заинтересованность в производстве такой продукции);

- увеличение потребления свежих овощей, фруктов и ягод, в том числе дикорастущих, за счет их местного производства, что будет способствовать уменьшению стоимости и повышению качества продукции из-за отсутствия длительного хранения и транспортировки;
- совершенствование организации питания работающего населения, лиц пожилого возраста, лечебного и профилактического питания;
- расширение пропаганды здорового питания через средства массовой информации.
- разработка, организация и развития отечественной индустрии производства специализированных продуктов для питания здоровых и больных детей, в том числе обогащенных витаминами и минеральными веществами, для детских организованных коллективов, беременных и кормящих женщин, различных категорий больных (продукты лечебного и профилактического назначения), а также для людей пожилого возраста.

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ		РЕГИОНАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БАЗА	РАЗВИТИЕ ПРОИЗВОДСТВА	ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ЗНАНИЙ
НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ СОБРАНИЕ	СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО; ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ	ПРОГРАММЫ ДЛЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ШКОЛ
ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ АДМИНИСТРАЦИЯ СУБЪЕКТОВ ФЕДЕРАЦИИ	ХИМИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ; ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЕ СЫРЬЕ; ПИЩЕВЫЕ ПРОДУКТЫ; ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ	ПРОГРАММЫ ДЛЯ ВУЗОВ; ПРОГРАММЫ ДЛЯ СРЕДНИХ И ВЫСШИХ МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ; ПРОГРАММЫ ДЛЯ СРЕДСТВ МАССОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

Схема. 1. Схема реализации концепции здорового питания

На схеме 1 представлен механизм реализации Концепции здорового питания на федеральном и региональном уровнях. Основными блоками данной программы являются социально-экономическая база, развитие производства и повышение уровня знаний.

Основными элементами механизма реализации государственной политики обеспечения продовольственной безопасности являются:

- обеспечение приоритета безопасности пищевых продуктов на всех этапах производства, хранения, транспортировки и реализации, включающего: совершенствование законодательной, нормативной и методической базы контроля за загрязнителями химической и биологической природы;
- разработка и принятие технических регламентов, направленных на обеспечение качества и безопасности продовольственного сырья, пищевых продуктов, продукции общественного питания;
- разработка национальных стандартов, обеспечивающих качество сырья и пищевых продуктов, а также обеспечение разработки национальных стандартов, которые могут на добровольной основе применяться для соблюдения требований технических регламентов;
- утверждение и публикация указанных национальных стандартов в печати и в информационной системе общего пользования;
- законодательное закрепление повышения ответственности производителя за выпуск недоброкачественной и фальсифицированной продукции;
- совершенствование механизмов контроля качества, производимого на территории Российской Федерации и поставляемого из-за рубежа продовольственного сырья и пищевых продуктов;
- разработка комплекса мероприятий, направленных на снижение распространенности заболеваний с пищевым путем передачи;
- развитие отечественной сырьевой базы для производства высококачественных пищевых продуктов, включая продукты органического производства;
- законодательное обеспечение условий для инвестиций в производство витаминов, ферментных препаратов для пищевой промышленности, пробиотиков и других пищевых ингредиентов, продуктов массового потребления, обогащенных витаминами и минеральными веществами, продуктов функционального назначения, диетических (лечебных и

профилактических) продуктов, продуктов для питания здоровых и больных детей;

- обеспечение приоритетного развития фундаментальных исследований в области современных биотехнологических и нанотехнологических способов получения и медико-биологической оценки качества и безопасности новых источников пищи;

- совершенствование организации диетического питания в лечебно-профилактических учреждениях, а также больных, страдающих социально-значимыми заболеваниями;

- совершенствование организации питания в организованных коллективах; разработка и внедрение единых государственных статистических форм отчетности по заболеваемости, связанной с нарушением питания, в том числе с анемией, недостаточностью питания, ожирением болезнями органов пищеварения и охватом детей грудным вскармливанием;

- разработка и внедрение программ государственного мониторинга состояния питания, в том числе социального, и здоровья населения на основе проведения специальных исследований индивидуального питания, в том числе групп риска (дети раннего возраста, беременные и кормящие женщины, малоимущее население), включая вопросы безопасности и оценки риска контаминации пищевых продуктов на здоровье населения и развитие распространенных алиментарно-зависимых состояний;

- разработка и реализация региональных программ по вопросам здорового питания, направленных на реализацию конкретных задач (поддержка грудного вскармливания, профилактика микронутриентной недостаточности, избыточной массы тела и ожирения, профилактика нарушения питания среди малоимущих групп населения, улучшение питания детей в школах, организации здорового питания работающего населения;

- разработка и реализация мер, направленных на снижение масштабов алкоголизма);

- выделение эфирного времени на радио и телевидении для освещения вопросов правильного питания.

Ожидаемые результаты реализации государственной политики в области здорового питания.

В результате реализации государственной политики в области здорового питания должны улучшиться основные социально-демографические показатели населения.

Целевые индикаторы:

В области производства пищевых продуктов и продовольственного сырья:

- обеспечение 80-95% ресурсов внутреннего рынка основных видов продовольственного сырья и пищевых продуктов за счет продуктов отечественного производства;
- увеличение производства продуктов массового потребления, обогащенных витаминами и минеральными веществами массовых сортов хлебобулочных изделий и молочных продуктов (молоко, кисломолочные продукты) – до 40-50% от общего объема;
- увеличение производства молочных и мясных продуктов со сниженным содержанием жира до 20-30% от общего объема производства;
- увеличение производства отечественного мясного сырья и продуктов его переработки на 45-50% (в том числе мяса птицы в 2 раза);
- увеличение производства пищевой рыбной продукции, включая консервы, на 7-8 %;
- увеличение отечественного производства овощей и фруктов, а также продуктов их переработки на 40-50%, в том числе продуктов органического производства;
- достижение уровня охвата сбалансированным горячим питанием в организованных коллективах – не менее 80 %;
- обеспечение 80% рынка специализированных продуктов для детского питания, в том числе лечебного и профилактического назначения, за счет

совершенствования отечественного производства и продуктов российского производства.

Показатели здоровья:

- повышение числа детей, находящихся на грудном вскармливании в возрасте 6 месяцев до 50%;
- снижение числа первично выявленных заболеваний среди детей и подростков, связанных с питанием (анемии, недостаточность питания, ожирение, болезни органов пищеварения) на 10%;
- повышение числа детей и подростков с первой группой здоровья на 1% и второй группой здоровья на 2%;
- повышение числа адекватно обеспеченных витаминами детей и взрослых до 70-100%;
- снижение среди населения на 30% распространенности ожирения, гипертонической болезни, на 7% - сахарного диабета.

Правительством РФ разработана Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года, которая ориентирована на обеспечение полноценного питания, профилактику заболеваний, увеличение продолжительности и повышение качества жизни населения, стимулирование развития производства и обращения на рынке пищевой продукции надлежащего качества. Стратегия является основой для формирования национальной системы управления качеством пищевой продукции. Потребительский рынок пищевой продукции представляет собой важнейшую часть современной экономики Российской Федерации и требует комплексного и системного развития. Сложившаяся в Российской Федерации система нормативно-правового регулирования отношений в области обеспечения качества и безопасности пищевой продукции была связана с унификацией и гармонизацией национальных норм безопасности пищевой продукции с международными стандартами и выполнением обязательств Российской Федерации как члена Всемирной торговой организации и Евразийского экономического союза.

Однако несовершенство правовых и организационных механизмов в отношении качества пищевой продукции приводит к тому, что на российском рынке имеет место оборот продуктов, не отвечающих потребностям большинства населения, а также фальсифицированной пищевой продукции. Потребление пищевой продукции с низкими потребительскими свойствами является причиной снижения качества жизни и развития ряда заболеваний населения, в том числе за счет необоснованно высокой калорийности пищевой продукции, сниженной пищевой ценности, избыточного потребления насыщенных жиров, дефицита микронутриентов и пищевых волокон. В целях продвижения принципов здорового питания как важнейшего компонента здорового образа жизни необходимо обеспечить: организацию эпидемиологических исследований здоровья населения во взаимосвязи со структурой питания и качеством пищевой продукции; широкое освещение мероприятий по продвижению принципов здорового питания в средствах массовой информации.

В целях реализации Стратегии применяются правовые, организационно-управленческие, кадровые, научно-методические, финансово-экономические механизмы.

Правовые механизмы предусматривают развитие и совершенствование законодательства Российской Федерации, и внесение предложений по совершенствованию права Евразийского экономического союза. Организационно-управленческими механизмами являются: создание единой информационной системы прослеживаемости пищевой продукции; формирование общедоступной информационной системы мониторинга качества пищевой продукции; создание системы управления качеством пищевой продукции.

Кадровые механизмы предусматривают: повышение престижа профессий, связанных с сельскохозяйственным производством, хранением и переработкой сельскохозяйственного сырья, технологиями пищевых производств; подготовку, переподготовку и повышение квалификации работников сферы

общественного питания, производства пищевой продукции, здравоохранения, образования и других социальных сфер деятельности.

Научно-методические механизмы предусматривают: формирование системы организации научных исследований в области создания критериев и показателей качества пищевой продукции, разработки технологий производства пищевой продукции, обеспечивающих сохранение ее качества от производства до конечного потребителя; проведение проблемно-ориентированных и прикладных исследований в области разработки методов определения показателей качества пищевой продукции и оценки рисков новых загрязнителей природного, технологического и антропогенного происхождения; проведение фундаментальных, поисковых и проблемно-ориентированных прикладных научных исследований, направленных на изучение роли питания, профилактики наиболее распространенных неинфекционных заболеваний; создание и изучение влияния на организм человека продуктов нового поколения с заданными характеристиками качества.

Финансово-экономические механизмы предусматривают: создание необходимых организационно-финансовых механизмов для реализации Стратегии; создание гибкой системы стимулирования производителей продукции с заданными характеристиками качества; поддержку отечественных производителей пищевых ингредиентов и биологически активных веществ.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается смысл понятий «биологическая безопасность», «продовольственная безопасность»?
2. Какие цели ставит ООН перед международным сообществом для улучшения продовольственной ситуации? Какие мероприятия запланированы для достижения этих целей?
3. Каковы основные принципы построения многоуровневой системы продовольственной безопасности государства?
4. Перечислите критерии обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации.

5. Какие параметры отражают безопасность потребления продукции?
6. Какова роль государства в обеспечении продовольственной безопасности страны?
7. Каковы основные принципы контроля над состоянием продовольственной безопасности в стране?
8. Перечислите цели и задачи государственной политики России в области здорового питания. Укажите основные направления ее реализации.
9. Какие нормативные документы лежат в основе нормативно-правового обеспечения государственной политики в сфере здорового питания населения?
10. Перечислите критерии, на основании которых пищевая продукция может быть отнесена к некачественной и опасной. Каков порядок действия с такой продукцией?
11. Какие основные задачи по повышению качества продуктов питания заложены в Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации?

2. КЛАССИФИКАЦИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ ПИЩИ И ОСНОВНЫЕ ПУТИ ЕЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Пищевые продукты представляют собой сложные многокомпонентные системы, состоящие из сотен химических соединений. Все химические вещества пищи могут быть условно разделены на три основные группы (рис. 2).

Как видно из рис. 2, пища, наряду с источником энергии, пластическими материалами, витаминами, минеральными веществами и микроэлементами может содержать значительное число различных по химической структуре соединений, представляющих потенциальную опасность для здоровья человека. При этом вредное воздействие могут оказывать как вещества, являющиеся собственно компонентами продовольственного сырья, так и пищевые добавки и контаминанты из окружающей среды.

Контаминация пищевых продуктов может происходить на любом этапе их производства, хранения и реализации. Выделяют два основных пути контаминации: антропогенный и естественный.

Антропогенный путь предполагает контаминацию пищевых продуктов, в первую очередь, химическими соединениями, используемыми в хозяйственной деятельности человека.

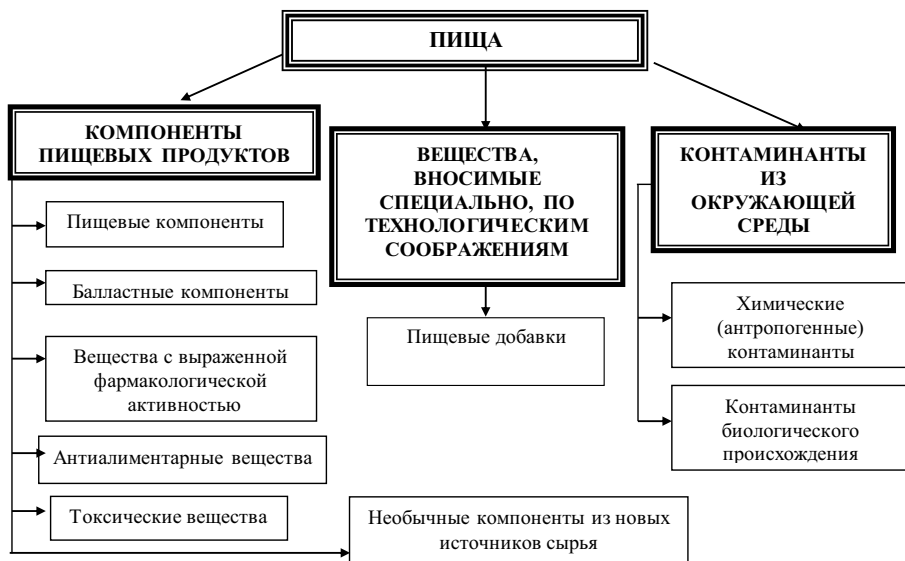


Рис. 2. Химический состав пищи

Общее загрязнение окружающей среды в результате работы промышленных предприятий металлургической, нефтехимической, целлюлозно-бумажной и других отраслей; применение в растениеводстве минеральных удобрений, пестицидов, гербицидов, а в животноводстве - гормонов, антибиотиков и ветеринарных препаратов приводит к накоплению указанных веществ в продуктах питания.

Естественный путь контаминации заключается в бактериальной обсемененности и поражении пищевых продуктов плесневыми грибами, что, в свою очередь, может приводить к образованию различных токсинов, а также к

аккумуляции в тканях животных различных чужеродных веществ при употреблении контаминированных кормов.

Учитывая, что большая часть загрязнений – антропогенного происхождения, необходимо проводить мероприятия, препятствующие или в значительной степени снижающие уровень контаминации пищевых продуктов. Такими мероприятиями являются регламентация применения минеральных удобрений, пестицидов, обезвреживание сточных вод промышленных предприятий, совершенствование приемов хранения и технологической обработки продуктов и т.п.

2.1 Характеристика природных компонентов пищи и их действия на организм человека

2.1.1. Потенциальная опасность пищевых компонентов

Данные о собственных компонентах пищевых продуктов и их действии на организм человека приведены в табл. 3.

Пищевая ценность продуктов растительного и животного происхождения зависит от питательных свойств и усваиваемости его составных частей. Оптимальным считается соотношение между белками, жирами и углеводами 1:1:4, между растительными и животными жирами – 1:3, между кальцием и фосфором – 1:0,5-1,8, между кальцием и магнием – 1:0,6 и т.д.

Таблица 3

Природные компоненты пищевых продуктов и их действие на организм

Группа веществ	Источник	Действие на организм
<i>Пищевые компоненты</i>		
Белки животные	Мясо, рыба, птица, молоко, яйца	Пластический материал
Белки растительные	Хлеб, крупы, бобовые	Пластический материал
Жиры животные	Сливочное масло, сало	Пластический материал
Жиры растительные	Подсолнечное, хлопковое, оливковое, кукурузное и др. масла	Пластический материал
Углеводы	Продукты животного и растительного происхождения	Источник энергии
Витамины, минеральные вещества и микроэлементы	Продукты животного и растительного происхождения	Выполнение физиологических функций
<i>Балластные компоненты</i>		
Целлюлоза, пектин	Фрукты, овощи	Регуляция деятельности

		пищеварительного тракта
Коллаген	Мясо, птица	Регуляция деятельности пищеварительного тракта
<i>Вещества с выраженной фармакологической активностью</i>		
Этанол	Алкогольные напитки	Наркотическое действие, источник энергии
Кофеин, теобромин	Кофе, чай, какао	Стимулирующий эффект
Биогенные амины	Сыры, маринованная сельдь, некоторые фрукты	Гипертензивное действие
<i>Антиалиментарные вещества</i>		
Ингибиторы протеиназ	Соя, горох, фасоль, яйца домашней птицы	Снижение усвояемости белковых продуктов
Антивитамины	Продукты животного и растительного происхождения	Развитие гиповитаминозов
Деминерализующие факторы (фитин, щавелевая кислота)	Пшеница, кукуруза, фасоль, горох и др.; щавель, шпинат, ревень, чай, красная свекла и др.	Снижение всасывания кальция и др. металлов в кишечнике
<i>Токсические вещества</i>		
Цианогенные гликозиды	Маниока	Нарушение дыхательной цепи
Гликоалкалоиды	Картофель, помидоры, баклажаны	Желудочно-кишечные и неврологические нарушения
Дивицин	Бобы	Фавизм
β -цианоаланин	Некоторые виды гороха	Нейролатиризм
Лектины	Фасоль и другие бобовые	Агглютинация эритроцитов
Аматоксины	Некоторые шляпочные грибы	Нейротоксикоз
Сакситоксин и другие морские токсины	Динофлагелляты, моллюски, рыба	Паралич дыхания, желудочно-кишечные и неврологические нарушения
<i>Необычные компоненты из новых источников сырья</i>		
Генно-модифицированные организмы (ГМО)	Продукты животного и растительного происхождения, в т.ч. промышленного производства	Действие на организм изучается

Собственно **пищевые компоненты** (макро- и микронутриенты) могут становиться потенциально опасными и оказывать вредное побочное действие лишь в определенных условиях – при врожденных нарушениях метаболических

процессов либо при резких нарушениях количественного и качественного соотношения их в рационе.

Белки имеются во всех живых клетках и состоят из сложных комбинаций аминокислот; доставляют организму незаменимые аминокислоты, которые необходимы для роста и восстановления тканей. Белок является также основным компонентом ферментов, которые требуются в реакциях обмена, и служит в качестве источника энергии в дополнение к жирам и углеводам. Обычно проблемы безопасности питания не ассоциируются с избыточным приемом естественных источников белка и отдельных аминокислот, кроме случаев повышенной чувствительности или аллергических реакций. При чрезмерном употреблении белка наблюдается повышенное выделение кальция из организма, а излишнее применение некоторых белковых препаратов для снижения массы тела приводит к тошноте, рвоте, сердечной аритмии, инфаркту миокарда, кровотечению и даже наступлению смерти.

К серьезным последствиям для здоровья может приводить нарушение пропорций между отдельными аминокислотами – аминокислотный дисбаланс. Например, дисбаланс между изолейцином и лейцином, связанный с употреблением в качестве основного источника белка кукурузы и сорго, явился причиной развития эндемической пеллагры – заболевания, свойственного определенной местности. Описан так называемый синдром китайских ресторанов (слабость, сердцебиение, потеря чувствительности в области затылка и спины), связанный с употреблением в качестве приправы к некоторым блюдам больших доз глутамата натрия.

Жиры и другие липиды являются не только непосредственными источниками энергии, но и выполняют в питании разнообразные важные и сложные функции. Одна из основных ролей жира заключается в придании вкуса пищевым продуктам. Жиры замедляют процесс пищеварения, замедляя тем самым возвращение чувства голода.

Потенциальная токсичность липидов связана с их химическим строением. Токсический эффект могут оказывать длинноцепочечные жирные кислоты, в

частности, эруковая кислота, характерная для рапсового и горчичного масел, а также трансизомеры жирных кислот и фураноидные жирные кислоты, описанные у некоторых видов рыб. Избыточное потребление жиров, в частности, насыщенных жирных кислот, может способствовать развитию атеросклероза и ожирения. Не до конца выяснена роль пищевого холестерина и жиров в возникновении болезней сердца. Очевидно, что лица с высоким содержанием холестерина в крови более предрасположены к развитию сердечного приступа. Однако у разных людей имеется различная взаимосвязь между приемом насыщенных жиров и холестерина с пищей и содержанием холестерина в крови. Некоторые лица могут поглощать пищу с высоким содержанием жира и холестерина и все же сохранять нормальный уровень холестерина в крови, а у других наблюдается высокий уровень холестерина в крови даже при незначительном его приеме. Тем не менее, диетологи считают обоснованным уменьшение приема с пищей жира и холестерина, особенно для лиц с высоким уровнем риска, обусловленным возрастом, полом, наследственностью, курением, избыточной массой, высоким артериальным давлением, диабетом и другими факторами.

Углеводы являются незаменимыми питательными веществами для человека. Они особенно важны в качестве источника энергии для мышечной деятельности и для поддержания температуры тела. Печени, выполняющей в организме важнейшую функцию детоксикации вредных веществ, требуется достаточное содержание гликогена, которое возмещается и поддерживается на требуемом уровне потреблением углеводов. Другой важнейшей функцией углеводов является регулирование обмена белков и жира.

Отрицательные последствия при употреблении углеводов наблюдаются относительно редко, исключение составляет индивидуальная непереносимость. Наиболее распространенной является непереносимость лактозы, связанная с отсутствием в слизистой тонкого кишечника фермента, расщепляющего лактозу. Встречаются заболевания, связанные с избыточным потреблением

углеводов, в частности, сахарозы (сахарный диабет, ожирение, сердечно-сосудистые заболевания).

Некоторые олигосахариды, такие как раффиноза и стахиоза, являющиеся природными компонентами бобовых, проходя через пищеварительный тракт в нерасщепленном виде, становятся объектом атаки ферментов анаэробных микроорганизмов. Газы, образующиеся в процессе этих ферментативных реакций, вызывают серьезные диспептические расстройства и диарею.

Микроэлементы все токсичны; степень их токсичности зависит от разных факторов. Существуют безопасные и токсичные уровни каждого микроэлемента. Однако разность между требуемым уровнем потребления микроэлементов и минимальной дозой, вызывающей хроническую интоксикацию, равна нескольким порядкам. Тем не менее, легко сохраняющийся микроэлемент с течением времени накапливается в тканях настолько, что величина минимального приема, необходимая для возникновения токсического эффекта, уменьшается.

Следует учитывать и то обстоятельство, что в процессе приготовления любого продукта, его хранения и реализации показатели его безвредности могут меняться.

2.1.2. Роль пищевых волокон в питании

К группе балластных компонентов пищи относятся так называемые пищевые волокна – вещества, практически не претерпевающие изменений в желудочно-кишечном тракте, отличающиеся инертностью к действию пищеварительных ферментов. Пищевыми волокнами являются не усваиваемые углеводы, такие как целлюлоза, гемицеллюлоза, пектин, лигнин. Последние исследования позволяют причислить к этой группе веществ и коллаген – белок соединительной ткани.

В настоящее время считается бесспорным, что пищевые волокна выполняют важную физиологическую роль в регуляции деятельности желудочно-кишечного тракта. Доказано, что на них адсорбируются также многие контаминанты, включая канцерогены, что способствует их быстрому

выведению из организма. Резкое повышение доли рафинированных продуктов в питании современного человека, уменьшение количества пищевых волокон в них является, как полагают, причиной нарушения деятельности кишечника и увеличения частоты заболеванием раком толстого кишечника у населения развитых стран.

2.1.3. Опасность веществ с выраженной фармакологической активностью, входящих в состав продуктов питания

Вещества с выраженной фармакологической активностью, или биологически активные вещества пищи, не обладают какой-либо энергетической ценностью и не выполняют определенных пластических функций, как, например, витамины и микроэлементы, являющиеся предшественниками структурных компонентов ферментов, но, тем не менее, обладают исключительно высокой функциональной активностью. Представителями этой группы веществ можно назвать алкоголь, производные ксантина, биогенные амины.

Строго говоря, алкоголь нельзя считать только биологически активным веществом, поскольку он является источником энергии. Однако его фармакологическое, в частности, наркотическое действие проявляется в значительно большей степени, и именно поэтому он может и должен рассматриваться как агент, представляющий опасность для здоровья человека.

К социальным токсикантам относят стимуляторы нервной деятельности – производные ксантина, составляющие группу пуриновых алкалоидов – кофеин, теобромин, теофиллин, являющиеся специфическими компонентами кофе и чая.

Значительную по числу представителей группу биологически активных компонентов пищевых продуктов представляют биогенные амины – тирамин, ДОФА, норадреналин и серотонин, обладающие сосудосуживающим эффектом и обнаруживаемые во многих продуктах животного и растительного происхождения.

Серотонин содержится главным образом в овощах и фруктах, например, в томатах 12 мг/кг серотонина, в сливе до 10 мг/кг, а в шоколаде до 27 мг/кг. При большом потреблении томатов в организм может поступать серотонин в количествах, сравнимых с фармакологическими дозами.

Тирамин чаще всего обнаруживается в ферментированных продуктах, а также в некоторых рыбных продуктах. Так, в сыре содержание тирамина может достигать 1100 мг/кг, а в маринованной сельди до 3000 мг/кг.

Гистамин вызывает нарушение сосудистых реакций, например, головную боль, а также аллергические реакции: отеки, покраснение лица и шеи, головокружение и тахикардию. Гистамин может образовываться путем декарбок্সилирования аминокислоты гистидина, которая в значительных количествах содержится в мясе рыб, в частности, тунца. Содержание гистамина в большинстве случаев коррелирует с тирамином. В сырье гистамина от 10 до 2500 мг/кг, в рыбных консервах, вяленой рыбе – до 2000 мг/кг.

Из других биогенных аминов, обладающих более слабым действием на организм, следует отметить путресцин (до 680 мг/кг в некоторых сырах и до 120 мг/кг в консервированной сельди), кадаверин (до 370 мг/кг в некоторых сырах и до 100 мг/кг в консервированном тунце). При этом содержание путресцина и кадаверина, а также спермидина увеличивается при хранении рыбной продукции.

Содержание гистамина в количествах более 100 мг/кг может представлять опасность для здоровья, поэтому реализовывать продукты с таким количеством гистамина запрещено.

Важно иметь в виду, что поступление с пищей перечисленных веществ не только соизмеримо, но и в ряде случаев значительно превышает фармакопейные дозы. Например, чашка черного кофе содержит 100-150 мг кофеина, маринованная сельдь содержит в среднем 300 мг тирамина на 100 г, бананы содержат около 3 мг/100 г серотонина. Поэтому избыточное потребление продуктов, содержащих высокие концентрации этих веществ,

может вызвать неблагоприятные последствия, особенно у людей, страдающих некоторыми заболеваниями, например, гипертонией.

2.1.4. Влияние антиалиментарных веществ на безопасность пищевых продуктов

Антиалиментарные вещества не оказывают какого-либо общетоксического действия на организм, но специфическим образом избирательно ухудшают или блокируют усвоение отдельных нутриентов.

К наиболее изученным веществам этой группы относятся ингибиторы протеиназ, обнаруженные во многих видах продуктов растительного и животного происхождения. Они выделены из сои, фасоли, гороха, пшеницы, риса и некоторых других злаковых, а также из овощей.

Ингибиторы протеиназ называют также антиферментами, потому что они являются веществами белковой природы и блокируют активность ферментов. Эти белки образуют стойкие энзимингибиторные комплексы с протеолитическими ферментами поджелудочной железы – трипсином, химотрипсином и эластазой, что является причиной выраженного снижения их активности. В результате такой блокады протеолитических ферментов происходит неполное переваривание белков рациона питания, т.е. снижается их усвоение организмом.

В настоящее время изучены несколько десятков природных ингибиторов протеиназ, их первичная структура и механизм действия. Трипсиновые ингибиторы в зависимости от природы, содержащейся в них диаминомонокарбоновой кислоты, подразделяются на два типа: аргининовый и лизиновый. К аргининовому типу относят соевый ингибитор Кунитца, ингибиторы пшеницы, кукурузы, ржи, ячменя, картофеля, овомукоид куриного яйца и др.; к лизиновому – соевый ингибитор Баумана – Бирка, овомукоиды яиц индейки, пингуина, утки, а также ингибиторы, выделенные из молозива коровы.

Следует подчеркнуть, что антиферменты растительного происхождения отличаются относительно высокой термостабильностью, что нехарактерно для

белковых веществ. Например, кипячение соевых бобов в течение 30 мин не приводит к существенному снижению ингибиторной активности. Полное разрушение соевого ингибитора трипсина достигается 20-минутным автоклавированием при 115°C или кипячением соевых бобов в течение 2-3 ч. Ингибиторы протеиназ, содержащиеся в белках яиц, достаточно термолабильны, и при тепловой обработке их ингибирующее действие полностью снимается. Существенное влияние на усвоение белка организмом может оказать потребление только сырых яиц.

Другую группу антиалиментарных факторов составляют вещества, обладающие способностью блокировать специфическое биологическое действие природных витаминов и названные, поэтому авитаминами. Авитамины являются либо структурными аналогами витаминов, либо специфическими модификаторами витаминов, снижающими их биологическую активность.

В состав многих овощей, фруктов и ягод входит аскорбатоксидаза – фермент, катализирующий реакцию окисления аскорбиновой кислоты в дегидроаскорбиновую кислоту, которая отличается термолабильностью и быстро разрушается при нагревании. Важно подчеркнуть, что аскорбатоксидаза проявляет свою антиалиментарную активность, главным образом, вне организма и вызывает потерю витаминной активности пищи. Наибольшее количество аскорбатоксидазы обнаружено в огурцах, кабачках и брюссельской капусте, наименьшее – в моркови, свекле, помидорах, черной смородине и др.

Разложение аскорбиновой кислоты под воздействием аскорбатоксидазы и хлорофилла происходит наиболее активно при измельчении растительного сырья, когда нарушается целостность клетки и возникают благоприятные условия для взаимодействия фермента и субстрата. Смесь сырых размельченных овощей в процессе 6 ч хранения теряет более половины аскорбиновой кислоты. Достаточно 15 мин для окисления половины аскорбиновой кислоты после приготовления тыквенного сока, 35 мин – сока капусты, 45 мин – сока кресс-салата и т.д. Поэтому рекомендуют пить соки

непосредственно после их изготовления или потреблять овощи, фрукты и ягоды в натуральном виде, избегая их измельчения или приготовления различных салатов.

Активность аскорбатоксидазы подавляется под влиянием флавоноидов, 1-3-минутного прогревания сырья при 100°C, что необходимо учитывать в технологии приготовления пищевых продуктов.

Во многих видах пресноводных рыб, в частности, карповых, сельдевых, корюшковых содержится фермент, катализирующий гидролитическое расщепление тиамин (витамина В₁) – тиаминазы. Тиаминазы, в отличие от аскорбатоксидазы, «работают» внутри организма человека, создавая при определенных условиях дефицит тиамин. Имеются сообщения, что у некоторых жителей Таиланда, употребляющих в пищу сырую рыбу, наблюдаются явления тиаминовой недостаточности, несмотря на высокое содержание тиамин в рационе. У трески, наваги, бычков и некоторых других морских рыб тиаминазы полностью отсутствуют.

Следует отметить, что тиаминазы, содержащиеся в продуктах растительного и животного происхождения, могут расщеплять часть тиамин в пищевых продуктах в процессе их изготовления и хранения.

Разрушающее действие на витамин В₁ оказывают вещества с Р-витаминным действием – ортодифенолы, биофлавоноиды, основными источниками которых служат чай и кофе, а также окситиамин, образующийся при длительном кипячении кислых ягод и фруктов.

В сырых яйцах содержится белок авидин, который может образовывать в пищеварительном тракте комплекс с биотином (витамином Н), что приводит к развитию биотиновой недостаточности. Антагонистом пиридоксина (витамина В₆) является линатин, выделенный из семян льна. Из кукурузы выделены низкомолекулярные соединения – ниацитин и ниациноген, обладающие антиниациновой активностью.

Ретинол (витамин А) разрушается под воздействием перегретых или гидрогенизированных жиров. Этот факт свидетельствует о необходимости щадящей тепловой обработки жироемких продуктов, содержащих ретинол.

Недостаточность токоферолов (витаминов Е) возникает под влиянием неизученных компонентов фасоли и сои при тепловой обработке или при повышенном потреблении полиненасыщенных жирных кислот, хотя последний фактор можно рассматривать с позиции веществ, повышающих потребность организма в витаминах.

Отдельную группу антиалиментарных веществ составляют деминерализующие факторы, подавляющие утилизацию кальция, железа, цинка и ряда других минеральных элементов, образуя с ними трудно растворимые комплексы. К этим факторам относятся фитин (инозитолгексафосфорная кислота) и щавелевая кислота.

Щавелевая кислота и ее соли (оксалаты) широко распространены в продуктах растительного происхождения. Значительные количества щавелевой кислоты содержат некоторые овощи и в меньшей степени фрукты.

Щавелевая кислота в растительном сырье содержится в свободном и связанном состоянии. В процессе метаболизма свободная щавелевая кислота связывает кальций, обедняя им организм. Деминерализующий эффект щавелевой кислоты обусловлен образованием практически не растворимых в воде соединений с солями кальция (1 часть по массе кальция связывается 2,2 частями щавелевой кислоты). Поэтому продукты, содержащие значительное количество щавелевой кислоты, способны резко снизить усвоение кальция в тонком кишечнике и даже послужить причиной тяжелых отравлений.

Влияние щавелевой кислоты на усвоение кальция в значительной степени зависит от содержания в каждом из продуктов кальция и оксалатов. С этой точки зрения наиболее неблагоприятным эффектом обладают шпинат, портулак, листья свеклы, щавель, ревень, в которых содержание щавелевой кислоты примерно в 10 раз выше, чем кальция. Действие щавелевой кислоты на обмен кальция столь сильно, что она может обладать выявленной токсичнос-

тью: введение ее в количестве 2 % в корм кур, например, часто приводит к их гибели. Описаны случаи смертельных отравлений людей от избыточного потребления продуктов, содержащих щавелевую кислоту в больших количествах. Смертельная доза щавелевой кислоты для взрослых людей колеблется от 5 до 15 г. Следует отметить, что щавелевая кислота препятствует поступлению кальция в организм из молока и молочных продуктов, служащих основным источником легкоусваиваемого кальция. Несмотря на значительное содержание оксалатов в чае и какао, сравнительно небольшое их количество, которое потребляет население, позволяет отрицать сколько-нибудь существенную опасность их декальцинирующего эффекта.

Острая токсичность оксалатов проявляется в появлении разъедающего действия во рту и желудочно-кишечном тракте, которое иногда вызывает серьезное кровотечение. Отравление оксалатами сопровождается также поражением почек и судорогами.

Фитин, благодаря своему химическому строению, легко образует труднорастворимые комплексы с ионами кальция, магния, железа, цинка и меди. Этим объясняется его деминерализующий эффект, способность уменьшать абсорбцию металлов в кишечнике.

Фитин обнаружен в злаковых и бобовых (пшеница, кукуруза, фасоль, горох и др.), а также в орехах в некоторых овощах (картофель, артишоки и др.). Содержание фитина в злаковых и бобовых достигает 400 мг/100 г, причем основная часть локализуется в наружном слое зерна. Высокий уровень содержания фитина в злаках не представляет особой опасности, так как содержащийся в зерне фермент способен расщеплять фитин. Полнота расщепления зависит от активности фермента, качества муки и технологии производства хлеба. Хлеб, выпеченный из рафинированной муки, в отличие от хлеба из обычной муки практически не содержит фитина. В хлебе из ржаной муки его мало, благодаря высокой активности фитазы.

Отмечено, что декальцинирующий эффект фитина тем выше, чем меньше величина соотношения кальция и фосфора в продукте и ниже обеспеченность организма витамином D.

Установлено, что усвояемость железа снижается в присутствии дубильных веществ чая, поскольку они образуют с ним хелатные соединения, которые не всасываются в тонком кишечнике. Такое воздействие дубильных веществ не распространяется на гемовое железо мяса, рыбы и яичного желтка. Неблагоприятное влияние дубильных и балластных соединений на усваиваемость железа тормозится аскорбиновой кислотой, цистеином, кальцием, фосфором, что указывает на необходимость их совместного использования в рационе. Кофеин, содержащийся в кофе, активизирует выведение из организма кальция, магния, натрия и ряда других элементов, увеличивая тем самым потребность в них. Показано ингибирующее действие серосодержащих соединений на усвоение йода.

2.1.5. Характеристика токсических компонентов пищевых продуктов

В продовольственном сырье и пищевых продуктах содержатся природные соединения, избыточное поступление которых может отрицательно влиять на здоровье человека.

Цианогенные гликозиды. Токсическим компонентом цианогенных гликозидов является цианид, присутствующий в них в форме цианогидрина, где связан с альдегидом или кетоном. Цианогидрин находится в соединении с сахаром, отсюда название: «цианогенные гликозиды». Высвобождение расщепляющих гликозидную связь ферментов в растительном продукте, которое происходит при приготовлении пищи, длительном хранении или при повреждении растительной ткани вызывает отделение молекулы сахаров и последующий распад цианогидрина с получением альдегида или кетона и высвобождением высокотоксичной синильной кислоты (HCN).

Цианогенные гликозиды в растениях – это **линамарин** и **лотаустралин**, которые являются компонентами семян льна, белой фасоли, листьев и клубней маниоки; **амигдалин**, который находится в ядре косточковых плодов и горького миндаля; **дхурин**, входящий в состав зерна сорго.

Синильная кислота, освобождающаяся под влиянием ферментов из гликозидов, - это легкая летучая жидкость с характерным запахом горького миндаля. В количестве 0,05 г она вызывает у человека смертельное отравление, так как является ингибитором цитохромоксидазы – фермента конечного звена дыхательной цепи аэробных организмов. Наряду с цианидом токсическое действие может оказывать и главный продукт его биотрансформации в организме – тиоцианат.

Известны случаи применения цианидов для массового поражения людей. Например, французская армия использовала во время первой мировой войны синильную кислоту в качестве отравляющего вещества; в гитлеровских лагерях уничтожения применяли ядовитые эфиры цианмуравьиной кислоты - газы циклоны; американские войска во Вьетнаме использовали против населения токсичные органические цианиды.

Отравление цианидами происходит вследствие употребления в пищу большого количества ядер косточек персика, абрикоса, вишни, сливы, а также других растений семейства розоцветных или настоек из них, кассавы, клубней маниоки.

В 1981 г. в одной из северных провинций Мозамбика более 1 000 женщин и детей были поражены эпидемией спастического парализа, которая возникла в результате употребления ими кассавы, служащей основной пищей в этом регионе и накопившей в результате засухи необычайно высокий уровень цианидов (327 мг/кг). Ежедневное поступление в организм синильной кислоты достигало 15,0-31,5 мг, тогда как летальная доза цианидов для взрослого составляет 50 мг.

Наибольшее количество цианогенного гликозида - амигдалина содержится в косточках абрикоса и горького миндаля. Установлено, что в 100 г

горького миндаля содержится 0,25 г синильной кислоты, т.е. около 5 смертельных доз для взрослого человека. В 5-10 ядрах содержится смертельная доза для маленького ребенка.

Употребление даже небольшого количества очищенных горьких ядер абрикосов (примерно 60-80 г) может вызвать смертельное отравление. Применение горького миндаля в кондитерском производстве ограничивается.

Клиническая картина отравления цианидами: в легких случаях отравления возникают головная боль и тошнота; в тяжелых - поражение дыхательного центра, которое приводит к параличу дыхания и смерти.

Гликоалкалоиды. Основные гликоалкалоиды - *соланин* и его разновидность *чаконин*.

Соланин входит в состав картофеля. Количество его в органах растения различно (мг %): в цветках до 3 540, листьях - 620, стеблях - 55, ростках, проросших на свету - 4 070, кожуре - 270, мякоти клубня - 40. При хранении зрелых и здоровых клубней к весне количество соланина в них увеличивается втрое. Особенно много его в зеленых, проросших и прогнивших клубнях. Свет, попадающий на картофель, способствует образованию в нем ядовитого гликоалкалоида, а освещенные участки кожуры и мякоти приобретают зеленый цвет. Термическая обработка и силосование разрушают соланин, и растение теряет ядовитость. Действие соланина на организм человека и животного сложное. В больших дозах он вызывает отравление, в малых - полезен. Известны случаи отравления животных, которым скармливали ботву и очистки проросших и позеленевших клубней, и людей, питающихся недоброкачественным картофелем. Чаще отравления возникают у детей, которые поедают картофельные ягоды. Клиника отравления развивается быстро: появляется першение в горле, боль в животе, тошнота, рвота, понос, дрожание рук, сердцебиение, снижение артериального давления, одышка, а в тяжелых случаях - судороги и потеря сознания. Такие симптомы проявляются при концентрации соланина, равной приблизительно 2,8 мг на 1 кг массы тела.

В небольших концентрациях соланин обладает противовоспалительным, антиаллергическим, обезболивающим и спазмолитическим действием. При попадании его на воспаленную кожу или слизистую оболочку отмечается быстрое уменьшение боли, зуда, отечности и воспаления тканей. Соланин в малых количествах снижает возбудимость нервной системы, уменьшает частоту сердечных сокращений и уровень артериального давления, угнетает выработку соляной кислоты в желудке, улучшает моторную функцию кишечника, увеличивает содержание калия и уменьшает концентрацию натрия в крови. Хороший эффект достигается при лечении им болезней сердца и почек, сопровождающихся отеками; язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки; гастритов с повышенной кислотностью желудочного сока, запоров и бессонницы.

Некоторые другие плоды растений семейства пасленовых также характеризуются известной или предполагаемой токсичностью. К этим продуктам относятся баклажаны и томаты.

В ряде стран Средиземноморья (Египет, Греция, Италия и др.) достаточно часто встречается заболевание, характеризующееся развитием гемолитической желтухи, увеличением печени и селезенки. В Иране оно встречается у 2-9 человек из 10000 жителей. Доказано, что это заболевание связано с употреблением в пищу конских бобов (*Vicia faba*), продуцирующих глюкозиды – **вицин** (2,6-диамино-4,5-дигидроксипиримидин-5-β-D-глюкопиранозид) и **конвицин** (2,4,5-тригидрокси-6-аминопиримидин-5-β-D-глюкопиранозид). В желудочно-кишечном тракте эти глюкозиды под действием β-глюкозидазы гидролизуются до соответствующих агликонов - дивицина и изоурамила, которые обладают способностью окислять SH-глутатион. У людей с наследственной недостаточностью эритроцитарного фермента глюкозо-6-фосфат-дгидрогеназы, ответственного за образование восстановленного SH-глутатиона, употребление в пищу конских бобов сопровождается развитием гемолитического синдрома, названного **фавизмом**.

В Индии и некоторых других странах известно заболевание, характеризующееся поражением скелета и нервной системы и связанное с употреблением в пищу некоторых видов гороха (*Lathyrus*). Заболевание получило название **латиризм**. Известно два типа латиризма – остеолатиризм и нейролатиризм. Токсином, ответственным за развитие остеолатиризма, является **γ -глутамил- β -аминопропионитрил**, нейролатиризма - **β -салиламиноаланин** и **α,γ -диаминомасляная кислота**. При остеолатиризме, как полагают, токсин блокирует аминокислотные остатки лизина, тем самым препятствуя образованию перекрестных связей в молекулах коллагена. Результатом нарушения метаболизма коллагена является развитие генерализованного остеопороза и повреждений трубчатых костей скелета. Нейролатиризм встречается обычно у людей в возрасте от 15 до 30 лет и характеризуется сильными мышечными болями, мышечной слабостью и параличами.

Большую группу токсичных веществ пищи составляют фитотоксины пептидной природы. К их числу относятся **фитогемагглютинины**, или **лектины**. Лектины обладают способностью повышать проницаемость стенок кишечника для чужеродных веществ, нарушают всасывание нутриентов, вызывают склеивание (агломинацию) эритроцитов, оказывают ряд других неблагоприятных воздействий.

Высокое содержание лектинов обнаружено в фасоли, соевых бобах, в некоторых других бобовых. Лектины являются термолабильными соединениями и при обычной кулинарной обработке продуктов полностью разрушаются. Однако при употреблении сырой или не полностью сваренной фасоли или других бобовых могут наблюдаться случаи острых пищевых отравлений. Клиническая картина отравления развивается через 2 ч после приема пищи и характеризуется тошнотой, рвотой, диареей. Красная фасоль содержит лектины в концентрации от 37000 до 53000 гемагглютининовых единиц на 1 г массы, а белая фасоль – 17000 – 43500. Замачивание фасоли в воде в течение 18 ч приводит к удалению 20-65 % лектинов. Важно

подчеркнуть, что в некоторых случаях при термической обработке фасоли ее гемагглютинирующая активность значительно возрастает. Это явление объясняют возможностью образования при нагревании более токсичных субъединиц лектинов с меньшей молекулярной массой.

Высокоактивный лектин – вискумин выделен из омелы белой. Вискумин состоит из двух полипептидных цепей, связанных дисульфидными связями. В основе механизма токсического действия вискумина лежит блокирование биосинтеза белка путем снижения каталитической активности рибосом. Близкие по механизму действия и токсичные белки абрин и рицин, выделенные из растений (из кротона слабительного и клещевины).

К токсинам пептидной природы относятся отличающиеся исключительно высокой токсичностью циклопептиды шляпочных грибов. Около 100 видов шляпочных грибов вызывают пищевое отравление, а около 12 видов содержат летальные токсины: поганка бледная *Amanita phalloides* и ложные сморчки *Gyrometra esculenta*. Шляпочные грибы вида *Amanita* содержат **аматоксины**, являющиеся представителями группы циклических октапептидов и **фаллотоксины**, относящиеся к группе циклических гептапептидов. Аматаоксины значительно более токсичны, чем фаллотоксины, однако их токсическое действие проявляется значительно позднее после поступления в организм, чем у фаллотоксинов. Человек может не знать об отравлении в течение 10 ч. Следует иметь в виду, что одного ядовитого гриба массой около 50 г вполне достаточно, чтобы вызвать у человека отравление с летальным исходом.

2.1.6. Характеристика морских токсинов

В продуктах животного происхождения наиболее распространенными являются морские токсины.

Давно признано, что океан - это обильный и относительно недорогой источник питания. Непрерывный рост населения Земли требует максимального использования рыбы и водных животных, моллюсков и ракообразных, в

качестве источников белка. Однако многие виды рыб и морских животных могут быть вредными или даже смертельными для человека. Отравления, связанные с употреблением в пищу этих продуктов, отмечались во всей истории человечества.

Основное количество отравлений можно разделить на следующие категории:

- паралитическое отравление токсинами мяса моллюсков и ракообразных;
- отравление тетродоксином;
- отравление галлюциногенами;
- отравление ихтиотоксинами, ихтиокринотоксинами, ихтиохемотоксинами;
- интоксикация сигуатера;
- скомброидное отравление;
- отравление альготоксинами.

Каждый из этих типов отравления известен в течение многих лет и продолжает представлять серьезную проблему для здоровья человека.

Паралитическое отравление токсинами мяса моллюсков и ракообразных. В течение нескольких веков известно, что моллюски и ракообразные становятся иногда токсичными. В начале XVII века было отмечено, что индейцы Порт-Ройяла, Нова-Скотиа поедали своих собак или кору деревьев вместо имевшихся в обилии мидий - основного компонента их пищевого рациона. В определенный период года - с конца весны до осени - когда в океане появлялась биолуминесценция, индейцы моллюсков не ели. Индейцы Северной Америки связывали токсичность моллюсков с "красным приливом". В истории отмечено много случаев серьезного заболевания и смерти из-за потребления токсичных в этот период моллюсков. Позже было установлено, что моллюски и ракообразные становятся токсичными, когда они питаются бентосом, в частности панцирными жгутиковыми - динофлагеллятами. Эти организмы, а также другой фитопланктон, составляют основу морской пищевой цепи. При определенных условиях развития эти организмы проходят период быстрого роста (цветения), давая феномен, образно называемый "красным

приливом". Большое количество организмов в воде (около 1 000 000 на 1 мл) окрашивают воду в различные оттенки красного цвета. При сравнительно низкой концентрации в дневное время "цветение" морской воды может быть не обнаружено. Однако ночью в результате люминесценции, присущей этим организмам, их скопления отчетливо видны в виде огоньков, вспыхивающих на гребнях волн. Паралитический яд концентрируется в любом морском организме, который питается динофлагеллятами, содержащими токсины. Токсины не действуют на моллюсков и ракообразных, но их действие проявляется на других морских организмах. Поэтому, если на берегу обнаруживается большое количество мертвой рыбы, крабов и подобных организмов, можно предполагать наличие "красного прилива". Установлено также, что при концентрации динофлагеллят в воде до 200 клеток на 1 мл двустворчатые моллюски становятся очень токсичными для человека. Причиной токсичности являются сильнодействующие нейротоксины - *сакситоксин и сакситоксиновые аналоги (гонаутоксины)*, выделенные из динофлагеллят. При отравлении средней тяжести паралитический яд вызывает ощущение покалывания или онемения вокруг губ, лица и шеи, головную боль, головокружение и тошноту. В тяжелых случаях отравление проявляется в скованности или онемении конечностей и одновременно общей слабости, учащении пульса и затруднении дыхания. При тяжелых формах мышечного паралича и выраженном затрудненном дыхании возможна смерть в течение 24 ч. Болезнь часто диагностируется неправильно, так как симптомы иногда расценивают как признаки тяжелого опьянения. Существует мнение, что человек может выработать ограниченный иммунитет к этому яду; противоядие неизвестно.

Для стран, где моллюски входят в традиционный пищевой рацион, эта проблема имеет серьезное эпидемиологическое значение.

Отравление тетродотоксином. Отравление токсином иглобрюхих рыб - тетродотоксином – это еще один вид отравления, связанного с употреблением токсичной рыбы.

На островах Океании сведения о ядовитости иглобрюхих рыб восходят к глубокой древности (примерно 2 500 лет до н.э.). Среди европейцев одно из первых описаний дал известный мореплаватель Т. Кук, который вместе со своими 16 товарищами отравился иглобрюхими рыбами во время второго кругосветного путешествия в 1774 г. Иглобрюхие рыбы- фугу считаются деликатесом в Японии, вследствие чего тетродонное отравление представляет там постоянную проблему. Начиная с 60-х годов прошлого столетия, в Японии ежегодно официально регистрируется до 50-100 случаев отравления фугу, смертность по этой причине достигает 60-70 % от всех пищевых отравлений. Наиболее ядовиты у фуги молоки, икра, печень, в меньшей степени - кожа и кишечник. Поэтому органы здравоохранения Японии пытались установить контроль над этой проблемой посредством выдачи лицензий лицам, обученным методам удаления из рыбы этих наиболее токсичных частей.

Действующим началом, вызывающим тетродонное отравление, является тетродотоксин. Это нерастворимое в воде термостабильное вещество, вызывающее судороги и смерть людей в течение 1,5-8 ч в результате паралича дыхания. Токсин не инактивируется при кипячении. Противоядие неизвестно.

Отравление галлюциногенами. Некоторые виды рыб - кефаль, султанка, "сонная рыба" - вызывают отравления, сопровождающиеся галлюцинациями. Первая вспышка отравления токсинами-галлюциногенами была зарегистрирована в 1927 г. в Японии. Основными симптомами были галлюцинации и кошмары, которые особенно обострялись у больных во время сна. Установлено, что галлюцинизирующий токсин локализуется в голове рыбы. При меньшей степени отравления возникает зуд, и чувство жжения в горле сразу же после приема пищи, мышечная слабость, частичный паралич ног. Симптомы проявляются через 0,5-2 ч. Выздоровление наступает через 12-24 ч в зависимости от степени интоксикации. Следует отметить, что отравление этим токсином возможно при употреблении в пищу и сырой, и вареной рыбы.

Отравление ихтиотоксинами, ихтиокринотоксинами и ихтиохемотоксинами. В особую группу выделяют несколько видов

отравлений, вызываемых токсинами, содержащимися в различных частях некоторых видов рыб.

Различают ихтиотоксины, ихтиокринотоксины и ихтиохемотоксины.

Ихтиотоксины - это токсины, содержащиеся в органах воспроизводства рыб - икре и молоках. Таких рыб известно более 50 видов. Симптомами отравления ихтиотоксинами являются боли в желудке и диарея. В качестве яркого примера такого отравления можно привести так называемую "барбусовую холеру", вспышки которой наблюдались в Европе. Яд, содержащийся в икре рыб - маринок, усачей и османов - ципринидин - вызывает падение артериального давления, снижение температуры тела и паралич дыхательной системы. В токсичных дозах яда возможна остановка сердца.

Ихтиокринотоксины - это токсины, вырабатываемые кожными железами или отдельными клетками некоторых видов рыб. Как правило, эти токсины имеют горький вкус, токсичны для других рыб и обладают гемолитическим действием. К таким рыбам относят каменных окуней, мурен и т.д.

Ихтиохемотоксины - это токсины, содержащиеся в сыворотке крови рыб - большеголовца атлантического, сельдевых рыб, анчоусов, тунцов, морского и пресноводного угря. Отравление наступает, как правило, при приеме с пищей больших количеств свежей крови этих рыб. Симптомы отравления выражаются в возникновении рвоты, нерегулярном пульсе, параличе мышц и дыхательной системы; в тяжелых случаях отравления наступает смерть.

Интоксикация сигуатера. Сигуатера - это название обычно нелетального пищевого отравления, вызываемого рифовыми рыбами в тропических и субтропических странах. Однако этот термин неточен. Ранние испанские поселенцы на Кубе знали, что пресноводная улитка - сигуатера при употреблении в пищу часто вызывала нарушения пищеварения и нервной системы. Термин "сигуатера" появился в научной литературе в 1787 г. В настоящее время известно более 400 видов сигуатоксичных рыб. Ежегодно множество людей заболевает после отравления такой рыбой. Было

зарегистрировано, что из 4497 случаев отравления сигуатоксической рыбой 542 случая привели к смертельному исходу. Действительное число случаев таких отравлений неизвестно, так как сигуатера не подлежит учету, и многие врачи неправильно диагностируют это заболевание. По симптомам оно сходно с отравлением фосфорорганическими веществами. На Виргинских островах, например, регистрируется только 10-15 % случаев отравления. Между тем, органы здравоохранения считают, что происходит как минимум 30 случаев отравления еженедельно. Более 20 зарегистрированных смертельных случаев является результатом употребления в пищу мяса барракуды.

Типичные симптомы этого отравления включают начальный период желудочно-кишечного расстройства - боли в животе, тошнота, рвота и понос, а затем наступает растянутый период неврологических нарушений - покалывание и онемение губ, языка и конечностей, головная боль, судороги. В большинстве случаев эти симптомы продолжаются от нескольких часов до нескольких недель и затем проходят. В случаях тяжелой интоксикации симптомы могут продолжаться в течение 20-25 лет.

Заболевание вызывается токсином, происхождение которого до настоящего времени точно неизвестно. Предполагают, что его вырабатывают придонные синезеленые водоросли. Косвенным подтверждением этого предположения является то, что большинство сигуатоксичных рыб обитают вблизи дна или, если они хищные, питаются придонной рыбой. Установлено, что сигуатера вызывается не одним соединением. Выделено несколько токсичных веществ, включая растворимый в липидах токсин (сигуатерин), водорастворимый токсин (сигуатоксин) и токсин с высокой молекулярной массой (мейтотоксин). Структура этих токсинов неизвестна. Разработаны методы идентификации сигуатоксичной рыбы, такие как биологическая проба на мышах или биологическая проба на жаброногих ракообразных. Однако эти методы не могут быть использованы для контроля качества, так как не всегда дают удовлетворительные результаты. В связи с тем, что токсины стабильны при замораживании и кипячении, разработаны правила для предупреждения

отравления: рекомендуется не употреблять те виды рыб, которые опасны в определенной местности; не употреблять внутренние органы, особенно печень; не употреблять крупную и старую рыбу, которая с возрастом становится сигуатоксичной.

Скомброидное отравление. Самое большое количество отравлений продуктами моря вызывается токсинами, образуемыми при бактериальном разложении из-за неправильного хранения рыбы. Этот тип отравления называется скомброидным. Симптомы скомброидного отравления напоминают аллергическую реакцию на гистамин и включают покраснение лица, сильную головную боль, рвоту и боли в животе. Эта болезнь редко приводит к смертельному исходу.

Бактериальное разложение тканей тунца, макрели, сардин, анчоусов и других рыб создает высокий уровень концентрации гистамина (2 000...5 000 мкг/г) до появления первых внешних признаков ее порчи. Однако причину скомброидного отравления нельзя объяснить только лишь избыточной концентрацией гистамина. Некоторые люди выдерживают большие количества чистого гистамина (около 180 нг) без вредных последствий. По всей вероятности, причина скомброидного отравления другая, до настоящего времени неизвестная.

Отравление альготоксинами. Альготоксины - это токсины синезеленых водорослей *Cyanophyta*. Они обитают во внутренних пресноводных водоемах нашей страны. Массовое размножение синезеленых водорослей, известное как "цветение воды", - явление экологического характера, однако оно имеет важное биологическое и медицинское значение. Развитие синезеленых водорослей приводит к накоплению в теле многих гидробионтов и окружающей водной среде сильнодействующих токсических веществ, продуцируемых водорослями. Альготоксины аккумулируются в водной экосистеме, иногда подвергаясь трансформации и сохраняя при этом токсичность. Вторым звеном в цепи аккумуляции и передачи альготоксинов являются моллюски и рыбы, далее присоединяются теплокровные наземные животные и человек. Известны также

отравления травоядных (домашний скот) на водопое при попадании в пищеварительный тракт, как фитопланктона, так и самой воды. Определенную опасность представляет загрязнение альготоксинами водоснабжения и водозаборов. Отравление может произойти при купании во время цветения воды. Масштабы этих явлений могут быть достаточно большими, так как во время цветения воды развивается значительная биомасса (более 100...200 г/л) и численность (миллионы клеток на 1 л) синезеленых водорослей.

Токсичные свойства синезеленые водоросли приобретают из-за присутствия в них таких токсичных соединений, как анатоксин, неосакситоксин, сакситоксин, микроцистин, L-лейцин и R-аргинин (так называемый токсин LR). Последние токсины особенно опасны, иногда в литературе их называют фактором быстрой смерти.

Отравление синезелеными водорослями может протекать в нескольких клинических формах, в том числе желудочно-кишечной, кожно-аллергической, мышечной и смешанной.

При попадании токсинов синезеленых водорослей в водопроводную сеть возможны вспышки эпидемического токсического гастроэнтерита, протекающего по типу дизентерии- или холероподобного заболевания. Основные симптомы: тошнота, боли в желудке, спазмы кишечника, рвота, понос, головная боль, боли в мышцах и суставах.

При кожно-аллергической форме характерен дерматит, зуд, набухание и гиперемия слизистых глаз (конъюнктивиты), реакции со стороны дыхательных путей по типу бронхиальной астмы.

В особую форму выделяют "юксовско-сартланскую болезнь", обычно развивающуюся после употребления в пищу инфицированной синезелеными водорослями рыбы (щуки, судака, налима, окуня и др.). К факторам, провоцирующим общее начало заболевания, относят физическое напряжение и охлаждение. Интоксикация развивается через 10-72 ч после употребления в пищу рыбы, причем термическая обработка не снижает токсичности. Молниеносно возникают очень резкие боли в мышцах ног, рук, поясницы,

грудной клетки, усиливающиеся при малейшем движении. Наблюдаются цианоз кожи, сухость во рту, иногда рвота. Опасность представляет асфиксия вследствие паралича дыхательной мускулатуры. Болевой приступ длится от 3 до 4 суток. Возможны рецидивы.

Для профилактики отравлений рекомендуется длительное кипячение воды, фильтрация ее через активированный уголь, на водопроводных станциях - озонирование. Следует отметить, что основным показателем загрязнения воды альготоксинами - сильный рыбный запах. Следовательно, употреблять рыбу из такого водоема небезопасно. В системе профилактических мероприятий ведущее место занимает также постоянный гидробиологический контроль качества воды.

2.2. Безопасность генетически модифицированных источников пищи

В настоящее время с целью увеличения мировых продовольственных ресурсов широко применяются достижения биотехнологии и генной инженерии. Растения, животные и микроорганизмы, полученные с помощью генно-инженерной биотехнологии, называются генетически измененными, а продукты их переработки – трансгенными пищевыми продуктами, или генетически модифицированными источниками (ГМИ).

Генетическая модификация традиционных сельскохозяйственных растений, животных и птицы придает им новые, заданные человеком свойства. В то же время широкое внедрение ГМИ требует решения определенных проблем, связанных с оценкой возможных незадаанных эффектов, таких как изменение пищевой ценности отдельных видов продовольствия, аллергические и токсические реакции, отдаленные последствия и т.д.

Методы генной инженерии основаны на переносе генов одних организмов в клетки других организмов – реципиентов, на получении рекомбинантных рибонуклеиновых или дезоксирибонуклеиновых кислот, т.е. нуклеиновых кислот с частично измененной последовательностью нуклеотидов.

В результате трансгенной модификации растения становятся устойчивыми к гербицидам, инсектицидам, вирусам, приобретают новые потребительские достоинства. При этом уменьшается количество применяемых гербицидов и инсектицидов, снижается их остаточное содержание в продукции, сокращается количество технологических операций при переработке, уменьшаются потери, повышается качество продукции, экономятся средства и материальные ресурсы.

Важное значение приобретают новые технологии получения трансгенных сельскохозяйственных животных и птицы, направленные на повышение продуктивности и оптимизацию выхода отдельных частей и тканей туши (тушек), что оказывает положительное влияние на качество и физико-химические свойства мяса, его функционально-технологические свойства, промышленную пригодность, особенно в условиях дефицита отечественного мясного сырья.

Возможность использования специфичности и направленности интегрированных генов позволяет менять структуру и цвет мышечной ткани, рН, жесткость, влагоудерживающую способность, степень и характер жирности, мраморность, а также консистенцию, вкусовые и ароматические свойства мяса после технологической обработки. С помощью генной инженерии можно не только добиться желаемых показателей, но и повысить приспособляемость животных и птицы к окружающей среде, получить устойчивость к заболеваниям, направленно изменить наследственные признаки.

В области генной инженерии микроорганизмов большая часть исследований направлена на отбор продуцентов ферментов, витаминов, антибиотиков, органических кислот и др. Полученные с помощью генетически измененных бактерий ферменты применяют с целью модификации свойств продовольственного сырья, например, протеолитические ферментные препараты могут использоваться в технологии мясных продуктов для умягчения мяса, при производстве сыров; амилолитические и липолитические ферменты широко применяются в технологии хлебобулочных изделий и т.д.

2.2.1. Основные принципы санитарно-гигиенического нормирования, регистрации, маркировки пищевых продуктов из генетически модифицированных источников

В связи с необходимостью проведения оценки качества и безопасности продуктов, полученных из генетически модифицированных источников, в ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи» разработаны методы и медико-биологические критерии оценки их качества и безопасности.

Ключевым моментом является детальное изучение химического состава новой пищевой продукции, которое должно включать как показатели пищевой ценности, так и санитарно-химические показатели безопасности. Поскольку продукты, полученные из новых нетрадиционных источников или с использованием новых технологий, могут содержать неизвестные компоненты, необходимо проведение токсикологических исследований на лабораторных животных – с включением в их рацион нового продукта, с изучением интегральных показателей состояния животных, биохимических показателей крови, мочи и внутренних органов, гематологических показателей периферической крови, морфологических исследований органов, а также с изучением иммунного статуса организма.

При необходимости проводят специальные исследования: изучают аллергенные свойства, выявляют возможные мутагенные и канцерогенные эффекты, оценивают возможные отдаленные последствия для развития будущих поколений. На основании результатов всех проведенных исследований рассматривается вопрос о государственной регистрации и разрешении широкого применения нового продукта или компонента пищи.

Причиной нежелательных последствий могут быть рекомбинантная ДНК и возможность на ее основе экспрессии новых, не присущих данному виду продукции белков. Именно новые белки могут самостоятельно проявлять или индуцировать аллергенные свойства и токсичность ГМИ. Однако подавляющее большинство новых ГМИ не обладают аллергенностью и токсичностью.

Эксперты предлагают проводить исследования безопасности, в первую очередь, продуктов, содержащих рекомбинантную ДНК и (или) кодируемые ею белки. При отсутствии ДНК или протеина в продукте предлагается не подвергать ГМИ оценке на безопасность. К таким, не содержащим белок и ДНК продуктам относят пищевые и ароматические добавки, рафинированные масла, модифицированные крахмалы, мальтодекстрин, сиропы глюкозы, декстрозы и др.

Статья 5-я Федерального Закона «О государственном регулировании в области генно-инженерной деятельности» № 86-ФЗ от 05.07.96 г. обязывает предоставлять полную информацию о методах получения и свойствах продукта, содержащего результаты генно-инженерной деятельности. С учетом действующего законодательства в области защиты прав потребителей, данная статья впервые ввела требования об обязательности информирования потребителя о методах получения и свойствах пищевых продуктов из ГМИ.

В Российской Федерации Федеральный закон от 3 июля 2016 г. №358-ФЗ "О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования государственного регулирования в области генно-инженерной деятельности" определяет порядок использования модифицированных растений и животных для производства продуктов питания. Основные положения документа:

- использование ГМО дозволено сугубо в научно-исследовательских целях;
- запрещено возделывание трансгенных растений;
- не разрешается импортировать семена генно-модифицированных растений.

Закон не препятствует ввозу на территорию Российской Федерации трансгенных продуктов, но оговаривает возможность наложения вето на импорт определенных товаров, для которых установлена определенная степень влияния на организм человека и окружающую среду.

На сегодняшний день существуют нормы указания концентрации ГМО на этикетках продуктов питания. Требования к изложению в маркировке

сведений о наличии в пищевой продукции компонентов, полученных с применением генно-модифицированных организмов:

1. Для пищевой продукции, полученной с применением ГМО, в том числе не содержащей дезоксирибонуклеиновую кислоту (ДНК) и белок, должна быть приведена информация: "генетически модифицированная продукция", или "продукция, полученная из генно-модифицированных организмов", или "продукция содержит компоненты генно-модифицированных организмов".

При этом рядом с единым знаком обращения продукции на рынке Евразийского экономического союза наносится одинаковый с ним по форме и размеру знак маркировки продукции, полученной с применением ГМО, в виде надписи "ГМО".

В случае если изготовитель при производстве пищевой продукции не использовал генно-модифицированные организмы, то содержание ГМО в пищевой продукции 0,9 процента и менее является случайной или технически неустранимой примесью, и такая пищевая продукция не относится к пищевой продукции, содержащей ГМО. При маркировке подобной пищевой продукции сведения о наличии ГМО не указываются.

2. Для пищевой продукции, полученной из генно-модифицированных микроорганизмов (бактерий, дрожжей и мицелиальных грибов, генетический материал которых изменен с применением методов геномной инженерии) (далее - ГММ) или с их использованием, обязательна информация:

- для содержащих живые ГММ - "Продукт содержит живые генно-модифицированные микроорганизмы";
- для содержащих нежизнеспособные ГММ - "Продукт получен с использованием генно-модифицированных микроорганизмов";
- для освобожденных от технологических ГММ или для полученных с использованием компонентов, освобожденных от ГММ - "Продукт содержит компоненты, полученные с использованием генно-модифицированных микроорганизмов".

3. В маркировке пищевой продукции сведения о наличии ГМО не указываются в отношении использованных технологических вспомогательных средств, изготовленных из или с использованием ГМО.

Контрольные вопросы

1. Каким образом можно классифицировать химические вещества пищи в зависимости от способа их попадания в продукт?
2. При каких условиях могут становиться потенциально опасными макро- и микронутриенты пищевых продуктов?
3. Какие балластные компоненты пищи Вам известны? Какую роль играют балластные компоненты в питании человека?
4. Кратко охарактеризуйте действие на человеческий организм так называемых социальных токсикантов.
5. Какую опасность представляют для здоровья человека биогенные амины? Приведите примеры.
6. Дайте определение понятию «антиалиментарные вещества». Перечислите основные группы антиалиментарных веществ, укажите их влияние на организм человека.
7. Какие токсичные вещества природного происхождения могут встречаться в пищевых продуктах? Какие профилактические мероприятия можно провести для устранения или минимизации риска попадания природных токсинов в продукты питания?
8. С какой целью проводят генетическую модификацию сельскохозяйственных растений и животных? Какая потенциальная опасность может заключаться в пищевых продуктах из ГМО?
9. Какие нормативные документы устанавливают методы идентификации продуктов из ГМО?
10. В каких случаях необходимо этикетировать и маркировать продукцию из ГМО?

3. ХАРАКТЕРИСТИКА КОНТАМИНАНТОВ ХИМИЧЕСКОГО И БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ

По данным зарубежных исследователей, из общего количества чужеродных химических веществ, проникающих из окружающей среды в организм человека, в зависимости от условий проживания, 30 – 80 % поступает с пищей.

Чужеродные вещества, поступающие в человеческий организм с пищевыми продуктами и имеющие высокую токсичность, называют загрязнителями или контаминантами. Подчеркивая негативное влияние, оказываемое присутствием контаминантов на здоровье человека, токсичные загрязнители называют также **ксенобиотиками**, т.е. в дословном переводе, веществами, чуждыми жизни.

3.1. Методология оценки безопасности пищевых продуктов и принципы гигиенического нормирования

В науке о безопасности питания базисным регламентом являются предельно допустимая концентрация (**ПДК**), предельно допустимый уровень (**ПДУ**), допустимое суточное потребление (**ДСП**) и допустимая суточная доза (**ДСД**).

ПДК (предельно допустимая концентрация) – концентрация химических, биологических веществ, не оказывающая в течение всей жизни прямого или косвенного неблагоприятного действия на настоящее или будущие поколения, не снижающая работоспособности человека, не ухудшающая его самочувствия и санитарно-бытовых условий жизни;

ПДУ (предельный допустимый уровень) – максимальное количество вредного вещества или воздействия физического фактора, которое при ежедневном воздействии не должно вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья населения, обнаруживаемых современными методами исследований;

ДСД (допустимая суточная доза загрязнителей) - это максимальная доза (в мг на кг массы), ежедневное пероральное поступление которой на протяжении всей жизни безвредно, т.е. не оказывает неблагоприятного влияния на жизнедеятельность, здоровье настоящего и будущих поколений. Умножая ДСД на массу человека (60 кг), определяют допустимое суточное потребление (ДСП) в мг в сутки в составе пищевого рациона. Зная ДСД, ПДК и средний набор пищевых продуктов в суточном рационе, рассчитывают ПДК ксенобиотика в тех продуктах, в которых он может находиться.

Присутствие в пищевых продуктах одновременно нескольких загрязнителей может сказываться на общем токсическом эффекте. Теоретически возможны четыре варианта токсического действия:

- 1) суммирование эффектов;
- 2) сверхсуммирование или потенцирование, когда токсический эффект превышает суммирование;
- 3) нигилизация - эффект меньший, чем при суммировании;
- 4) изменение характера токсического воздействия.

Отечественными учеными установлено, что в большинстве случаев, особенно при воздействии малых доз загрязнителей, наблюдается суммирование токсического эффекта. Это позволяет рассчитать аддитивный эффект двух и более факторов, выражая каждый из них в долях предельно допустимой концентрации.

Например, если в воздухе концентрация фтора составляет $0,001 \text{ мг/м}^3$ (ПДК $0,005$), бензола - $0,16 \text{ мг/м}^3$ (ПДК $0,8$), то в сумме меньше 1 ПДК (фтора - $1/5$ ПДК и бензола $1/5$ ПДК) и суммарное действие этих концентраций химических веществ безопасно.

Принцип суммирования часто применяют при расчете комплексного влияния различных загрязнителей. Например, если вещество поступает в организм человека с атмосферным воздухом, водой и пищей, то производят расчет по следующей формуле

$$C_{\text{атм}} / \text{ПДК}_{\text{атм}} + C_{\text{вод}} / \text{ПДК}_{\text{вод}} + C_{\text{прод}} / \text{ПДК}_{\text{прод}} < 1, \quad (1)$$

где $C_{\text{атм}}$, $C_{\text{вод}}$, $C_{\text{прод}}$ - концентрация данного вещества в атмосфере, воде, продуктах питания;

ПДК ксенобиотика в атмосфере,

ПДК ксенобиотика в воде,

ПДК ксенобиотика в продуктах питания.

Безопасность пищевых продуктов в микробиологическом и радиационном отношении, а также по содержанию химических загрязнителей определяется их соответствием гигиеническим нормативам, установленным в ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Указанный документ устанавливает перечень обязательных к определению приоритетных загрязнителей, их предельно допустимые концентрации и рекомендует методы анализа остаточных количеств контаминантов в пищевых продуктах.

3.2. Загрязнения токсичными элементами

По вопросу загрязнений токсичными элементами существует несколько точек зрения. Согласно одной из них, все химические элементы периодической системы делят на 3 группы: элементы, как незаменимые факторы питания (эссенциальные макро- и микроэлементы), неэссенциальные или необязательные для жизнедеятельности элементы и токсичные элементы. Согласно другой точке зрения, все элементы необходимы для жизнедеятельности, но в определенных количествах.

По воздействию на организм человека разработана следующая классификация микроэлементов:

1) микроэлементы, имеющие значение в питании человека и животных (Co, Cr, Se, F, Fe, J, Mn, Mo, Ni, Se, Si, V, Zn);

2) микроэлементы, имеющие токсикологическое значение (As, Be, Cd, Co, Cr, F, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Pd, Se, Sn, Ti, V, Zn).

При этом следует отметить, что 10 из перечисленных элементов отнесены в обе группы. Биологически эссенциальные микроэлементы имеют пределы доз, определяющих их дефицит, оптимальный уровень и уровень токсического действия. Токсичные элементы на этой же шкале в низких дозах не оказывают вредного действия и не выполняют биологических функций. Однако в высоких дозах они оказывают токсическое действие. Таким образом, не всегда возможно установить различие между жизненно необходимыми и токсичными элементами. Все элементы могут проявить токсичность, если они потребляются в избыточном количестве. Кроме того, токсичность химических элементов проявляется в их взаимодействии друг с другом. Например, физиологическое воздействие кадмия на организм, в том числе его токсичность, зависит от количества присутствующего цинка, а функции железа в клетках определяются присутствием меди, кобальта и в некоторой степени молибдена и цинка. Тем не менее, существуют химические элементы, которые проявляют сильно выраженные токсикологические свойства при самых низких концентрациях и не выполняют какой-либо полезной функции. К таким токсичным элементам относят ртуть, кадмий, свинец, мышьяк. Они не являются ни жизненно необходимыми, ни благотворными, но даже в малых дозах приводят к нарушению нормальных метаболических функций организма.

Ртуть, кадмий, свинец, мышьяк, медь, олово, цинк и железо Объединенная комиссия ФАО и ВОЗ по пищевому кодексу (Codex Alimentarius) включила в число компонентов, содержание которых контролируется при международной торговле продуктов питания. В России согласно действующему ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» подлежат контролю 6 токсичных элементов: ртуть, свинец, кадмий, мышьяк, олово и хром.

3.2.1. Ртуть, пути загрязнения пищевых продуктов. Токсическая опасность ртути и ее соединений

Ртуть довольно легко извлекается из руд и, несмотря на относительно ограниченное практическое применение, широко известна в течение многих веков. В природе ртуть находится в 3-х окисленных состояниях: металлическая

или атомарная (Hg^0), окисленная со степенью окисления +1 (Hg_2^{2+}) и окисленная со степенью окисления +2 (Hg^{2+}). Свойства ртути в различных степенях окисления (+1,+2) определяются окислительно-восстановительным потенциалом раствора и присутствием комплексных соединений. Ион Hg^{2+} может образовывать стабильные комплексы с биологическими соединениями, особенно через сульфгидрильные группы. В водном растворе образуются 4 соединения с хлором HgCl^+ , HgCl_2 , HgCl_3^- и HgCl_4^{2-} .

Ртутные соединения относятся к наиболее опасным глобальным загрязнителям биосферы. Они содержатся в большом количестве в стоках химических предприятий, бумажных и целлюлозных производств. Ежегодно в результате сжигания каменного угля в атмосферу планеты выбрасывается около 3000 т ртути. Соединения ртути являются действующей основой некоторых лекарственных препаратов многих пестицидов, используемых для протравливания семян растений.

В почве ртутные соединения находятся преимущественно в виде менее токсичной сернистой ртути или могут вноситься в нее с протравленными семенами в виде очень ядовитых ртутьорганических соединений, используемых в растениеводстве как фунгициды.

В пищевых продуктах ртуть может присутствовать в 3-х видах: атомарная ртуть, окисленная ртуть Hg_2^{2+} и алкилртуть-соединения ртути с алкилирующими агентами.

Ртуть аккумулируют планктонные организмы (например, водоросли), которыми питаются ракообразные. Ракообразных поедают рыбы, а рыб птицы. Концевыми звеньями пищевых цепей нередко бывают чайки и орланы. Человек может включаться в цепь на любом этапе и, в свою очередь, также становится конечным звеном; большей частью это происходит в результате потребления рыбы. В частности, цепочку передачи ртутных соединений можно представить следующим образом: промышленные выбросы, смывы с полей → водоемы → зоопланктон, ракообразные, моллюски, рыбы, морские животные (кормовая мука из рыб, морских животных) → домашние животные → человек.

С токсикологической точки зрения ртуть наиболее опасна, когда она присоединена к углеродному атому метиловой, этиловой или пропиловой группы - это алкильные соединения с короткой цепью. Процесс метилирования ртути является ключевым звеном в ее биокумуляции по пищевым цепям водных экосистем. Если в основных пищевых продуктах содержание ртути составляет менее 60 мкг на кг продукта, то в пресноводной рыбе из незагрязненных рек и водохранилищ это содержание составляет от 100 до 200 мкг/кг массы тела, а из загрязненных – 500-700 мкг/кг. Среднее количество ртути в морских рыбах составляет 150 мкг на кг их массы.

За естественное содержание ртути в рыбе принимают величину 0,1-0,2 мг/кг. ВОЗ предложила считать предельно допустимой концентрацией 0,5 мг/кг; эта величина, вероятно, завышена. Поэтому рекомендуется, есть рыбу только 1-2 раза в неделю, а беременным женщинам - вовсе ее не употреблять в пищу.

Усиленное потребление рыбы человеком при относительно низкой концентрации в ней метилртути (например, порядка 0,8 мг/кг) приводит к отложению ртути в волосах человека и сопровождается появлением первых признаков отравления. Концентрация ртути в волосах до 10 мг/кг считается еще безопасной, она возможна даже при потреблении воды и рыбы, практически не содержащих ртути. Содержание ртути в волосах около 300 мг/кг уже опасно для жизни.

Органические соединения ртути – стойкие вещества, очень медленно разрушающиеся и выводящиеся из организма. Метилртуть выводится из организма частично через почки, а в основном - через печень и желчь, а также с фекалиями. Продолжительность выведения соединений ртути из организма - полупериод их биологического распада, составляет около 70 дней. Токсическая опасность ртути выражается во взаимодействии с SH-группами белков. Блокируя их, ртуть изменяет, биологические свойства тканевых белков и инактивирует ряд гидролитических и окислительных ферментов. Ртуть, проникнув в клетку, может включиться в структуру ДНК, что сказывается на

наследственности человека. Мозг проявляет особое сродство к метилртути и способен аккумулировать почти в 6 раз больше ртути, чем остальные органы. Более 95 % ртути в тканях мозга находится в органической форме. В других тканях органические соединения деметилируются и превращаются в неорганическую ртуть. В эмбрионах ртуть накапливается так же, как и в организме матери, но содержание ртути в мозге плода может быть выше.

В продуктах животноводства повышенное содержание ртути может быть в результате скармливания животным рыбы, рыбной муки, а также после употребления в корм зерна, обработанного ртутными препаратами. Скармливание животным зерна, обработанного ртутьорганическими пестицидами, сопровождается длительным выделением ртути с молоком, а также может вызвать ее накопление в большом количестве в органах и тканях животных, употребляемых в пищу.

Допустимое недельное поступление соединений ртути не должно превышать 0,3 мг на человека, в том числе метилртути не более 0,2 мг.

3.2.2.Кадмий, его токсичность и источники загрязнения

Кадмий представляет собой один из самых опасных токсикантов внешней среды. В природной среде кадмий встречается в очень малых количествах. Наибольшие количества встречаются в почве (в среднем 0,1 мг/т). В более высокой концентрации кадмий имеется в минеральных удобрениях, особенно, фосфорсодержащих, и некоторых фунгицидах.

Значительным источником загрязнения являются кадмированная арматура, окрашенные кадмиевыми соединениями пластмассы, используемые в пищевой промышленности для машин и оборудования. Например, кадмиевые пигменты необходимы для производства лаков, эмалей и керамики, соединения кадмия используются в качестве стабилизатора пластмасс (поливинилхлорида), в электрических батареях. В результате промышленных выбросов, а также при сжигании кадмий содержащих пластмассовых отходов кадмий может попадать в воздух.

Кадмий опасен в любой форме - принятая внутрь доза в 30-40 мг уже может оказаться смертельной. Поэтому даже потребление напитков из пластмассовой тары, материал которой содержит кадмий, является чрезвычайно опасным. Поглощенное количество кадмия выводится из организма очень медленно (0,1 % в сутки), легко может происходить хроническое отравление. Самые ранние симптомы его - поражение почек и нервной системы с последующим возникновением острых костных болей. Типично также нарушение функции легких.

Токсичность кадмия проявляется весьма сильно, в связи с чем этот металл рассматривается в числе приоритетных загрязнителей. Кадмий способен замещать цинк в энзиматических системах, необходимых для формирования костных тканей, что сопровождается тяжелыми заболеваниями. Имеются данные об эмбриотропном и канцерогенном действии кадмия.

В организме кадмий в первую очередь накапливается в почках. После достижения пороговой концентрации - около 0,2 мг кадмия на 1 г массы почек - появляются симптомы тяжелого отравления и почти неизлечимого заболевания.

Кадмий почти невозможно изъять из природной среды, поэтому он все больше накапливается в ней и попадает различными путями в пищевые цепи человека и животных. Кадмий обладает высоким коэффициентом биологической кумуляции, полупериод биологического распада - время, необходимое для снижения вдвое от исходного содержания, накопившегося в органе или в организме металла – для кадмия составляет 19-40 лет. Поэтому возникает реальная угроза неблагоприятного воздействия на население даже при низких дозах потребления кадмия.

Больше всего кадмия мы получаем с растительной пищей. Кадмий легко переходит из почвы в растения, которые поглощают до 70 % кадмия из почвы и лишь 30 % - из воздуха.

Всемирная организация здравоохранения считает максимально допустимой величину поступления кадмия для взрослых людей 500 мкг в неделю, то есть ДСП - 70 мкг/сут, а ДСД - 1 мкг/кг массы тела.

3.2.3. Свинец, его токсичность и источники загрязнения

Свинец относится к наиболее известным ядам и среди современных токсикантов играет весьма заметную роль.

Свинец находится в микро количествах почти повсеместно. В почвах обычно содержится от 2 до 200 мг/кг свинца. Свинец, как правило, сопутствует другим металлам, чаще всего цинку, железу, кадмию и серебру.

Его традиционно используют для изготовления пуль и снарядов, для пайки швов жестяных банок, при производстве двигателей, в полиграфии.

Повышенное содержание свинца в окружающей среде связано главным образом с техногенным загрязнением воздуха, почвы и воды. Источниками загрязнения являются энергетические установки, работающие на угле, жидком топливе, двигатели внутреннего сгорания. В настоящее время в роли токсикантов окружающей среды выступают прежде всего алкильные соединения свинца, такие как тетраэтилсвинец, которые примешивают к автобензину в качестве антидетонаторов.

Отмечается увеличенная загрязненность свинцом промышленных районов и городов. Выбросы промышленных производств, выхлопные газы автотранспорта попадают в почву, и концентрация свинца в растениях из зон, прилегающих к автотрассам, может увеличиваться в десятки раз. Скармливание травоядным животным травы или сена из придорожных или пригородных зон приводит к накоплению свинца в организме животных. Часть свинца может выводиться из организма с молоком, и в этом случае молоко становится опасным для употребления в пищу, а часть накапливается в органах и тканях сельскохозяйственных животных.

При обработке продуктов основным источником поступления свинца является жестяная банка, которая используется для упаковки от 10 до 15 % пищевых изделий. Свинец попадает в продукт из свинцового припоя в швах банки. Установлено, что около 20 % свинца в ежедневном рационе людей (кроме детей до 1 года) поступает из консервированной продукции, в том числе

от 13 до 14 % из припоя, а остальные 6-7 % - из самого продукта. В последнее время с внедрением новых методов пайки и закатки банок содержание свинца в консервированной продукции уменьшается.

Около 10 % поглощенного с пищей, питьем и из воздуха свинца абсорбируется в желудочно-кишечном тракте. На степень абсорбции могут влиять различные факторы. Например, снижение содержания кальция приводит к усилению абсорбции свинца. Витамин D увеличивает поглощение как кальция, так и свинца. Недостаток железа также способствует абсорбции свинца, что наблюдается при голодании. К такому же эффекту приводит диета с повышенным содержанием углеводов, но дефицитом белков.

После попадания в кровеносную систему свинец разносится по всему телу, включаясь в клетки крови и плазму. В крови свинец в основном включается в эритроциты, где его концентрация почти в 16 раз выше, чем в плазме. Полупериод биологического распада для свинца составляет в организме в целом 5 лет, в костях человека 10 лет.

Метаболизм свинца имеет много схожего с метаболизмом кальция. Оба металла содержатся в кристаллической структуре костей, которые в основном состоят из фосфата кальция. Свинец токсически воздействует на 4 системы органов: кроветворную, нервную, желудочно-кишечную и почечную. Острое отравление свинцом обычно проявляется в виде желудочно-кишечных расстройств. Вслед за потерей аппетита, диспепсией, запорами могут последовать приступы колик с интенсивными болями в животе. Заболевания головного мозга в результате воздействия свинца у взрослых встречаются редко, но у детей бывают довольно часто. Сокращение периода жизнедеятельности эритроцитов при отравлении свинцом может стать причиной анемии.

Хорошо изучено воздействие свинца на нервную систему, как центральную, так и периферическую. Кроме острой энцефалопатии, существуют и более мягкие симптомы реагирования нервной системы на поступление свинца. К ним относятся снижение умственных способностей и

агрессивное поведение. Поражение периферической нервной системы выражается в так называемых "свинцовых параличах", приводящих к параличу мышц рук и ног.

Установлено, что даже небольшое регулярное поступление свинца в организм, если оно продолжительное, приводит к хроническому заболеванию. Согласно докладу, ВОЗ продолжительное воздействие свинца при его концентрации в крови свыше 70 мкг/мл может привести к хронической необратимой нефропатии.

Экспертами ФАО и ВОЗ установлена величина максимально допустимого поступления свинца для взрослого человека - 3 мг в неделю, то есть ДСД составляет около 0,007 мг/кг массы тела, а ПДК в питьевой воде - 0,05 мг/л.

3.2.4. Мышьяк, его токсичность и источники загрязнения

Мышьяк широко распространен в окружающей среде. Он встречается почти во всех почвах. Степени окисления мышьяка -3; 0; +3; +5. Наиболее распространенными неорганическими соединениями мышьяка являются оксид мышьяка (III) As_2O_3 и оксид мышьяка (V) As_2O_5 . Другими важными соединениями мышьяка являются хлорид мышьяка (III) и различные соли, такие как арсенат свинца, ацетарсенат меди, а также газообразное водородное соединение - арсин (AsH_3). По степени токсичности соединения мышьяка располагаются в следующий ряд: $AsH_3 > As^{3+} > As^{5+} > RAsX$.

В результате широкого распространения в окружающей среде и использования в сельском хозяйстве мышьяк присутствует в большинстве пищевых продуктов. Обычно его содержание в пищевых продуктах достаточно мало - менее 0,5 мг/кг и редко превышает 1 мг/кг, за исключением некоторых морских организмов, которые аккумулируют этот элемент. При отсутствии значительных загрязнений, содержание мышьяка в хлебных изделиях составляет до 2,4 мг/кг, фруктах до 0,17 мг/кг, напитках до 1,3 мг/кг, мясе до 1,4 мг/кг, молочных продуктах до 0,23 мг/кг. В морских продуктах содержится больше мышьяка, обычно на уровне 1,5 - 15,3 мг/кг.

Мышьяк присутствует почти во всех пресных водах. Однако в питьевой воде из различных источников уровни содержания мышьяка определяются природой залегающих пород. В некоторых геологических формациях залегает арсенопирит, который является источником мышьяка в пресных водах и приводит к увеличению его концентрации до 0,5-1,3 мг/л.

Основную опасность представляет техногенное загрязнение окружающей среды соединениями мышьяка вокруг медеплавильных заводов, предприятий, перерабатывающих цветные металлы, сжигающих бурые угли. В зоне действия таких предприятий создается высокая концентрация мышьяковистого ангидрида и других соединений мышьяка в воздухе, происходит их накопление в воде, почве, растениях с последующим перераспределением в организм животных, потребляющих загрязненные корм, воду, а также в молоко, мясо, получаемые от этих животных.

Медики установили, что в малых количествах мышьяк оказывает благотворное действие на организм человека: улучшает кроветворение, повышает усвоение азота и фосфора, ограничивает распад белков и ослабляет окислительные процессы. Эти свойства мышьяка используются при назначении с лечебной целью мышьяковистых препаратов. Неорганические препараты (раствор арсената (III) натрия, мышьяковистый ангидрид и др.) назначают при истощении, малокровии, некоторых кожных заболеваниях. Органические препараты мышьяка применяются при лечении возвратного тифа, малярии и ряда других инфекционных заболеваний.

Однако применение лечебных мышьяковистых препаратов в животноводстве длительное время или в высоких дозах может привести к их накоплению в получаемых от животных мясе, молоке, а при противочесоточных обработках – в шерсти.

По данным экспертов ФАО/ВОЗ, суточное потребление мышьяка организмом взрослого человека составляет в среднем 0,05 – 0,42 мг. При потреблении продуктов, содержащих повышенную концентрацию мышьяка, создается опасность интоксикации и других отрицательных последствий.

Трех- и пентавалентные формы мышьяка легко поглощаются в желудочно-кишечном тракте. Количество реально поглощенного мышьяка зависит от вида химического соединения мышьяка и от состава пищи. Поглощенный мышьяк быстро распространяется по всем органам и тканям в виде протеинового комплекса с α -глобулином. Примерно через 24 ч после поступления в организм его концентрация в большинстве органов начинает уменьшаться. Однако в коже количество мышьяка может увеличиться через несколько дней после его поступления в организм. Обнаружено, что мышьяк аккумулируется в коже, ногтях, волосах, а также в костях и мышцах.

Мышьяк связывается с сульфгидрильными группами белков и таким образом ингибирует действие многих ферментов, участвующих в процессах клеточного метаболизма и дыхания.

Хроническое отравление мышьяком приводит к потере аппетита и снижению веса, кишечным расстройствам, периферийным неврозам, конъюнктивиту, гиперкератозу и меланоме кожи. Меланома возникает при длительном воздействии мышьяка и может привести к развитию рака кожи.

Экспертами ФАО и ВОЗ установлена ДСД мышьяка 0,05 мг/кг массы тела, что для взрослого человека составляет около 3 мг/сут.

3.2.5. Токсические свойства меди, стронция, цинка, железа, сурьмы, олова, никеля, хрома, алюминия

Медь была одним из первых металлов, которые человечество стало использовать в чистом виде.

Около половины меди используется в электротехнической промышленности, для изготовления водопроводных и отопительных систем, в сельском хозяйстве и фармакологии.

Медь присутствует почти во всех пищевых продуктах. Суточная потребность взрослого человека в меди - 2,0-2,5 мг, т.е. 35-40 мкг/кг массы тела, детей - 80 мкг/кг. Однако при нормальном содержании в пище молибдена и цинка - физиологических антагонистов меди - по оценке экспертов ФАО,

суточное потребление меди может составлять не более 0,5 мг/кг массы тела (до 30 мг в рационе).

Стронций - довольно распространенный в литосфере металл. Концентрация металла в плодах, растущих на нормальной почве, колеблется от 1 до 169 мг/кг. В животных тканях содержится от 0,06 до 0,50 мг/кг металла. Взрослый человек поглощает с пищей обычно от 0,4 до 2 мг/день стронция.

Стронций плохо абсорбируется в кишечном тракте, и основная часть металла, попадающего в организм, из него выделяется. Оставшийся в организме стронций замещает кальций и в небольших количествах накапливается в костях.

Цинк. Цинковые руды широко распространены. Цинк присутствует во многих пищевых продуктах и напитках, особенно в продуктах растительного происхождения.

В настоящее время установлено, что человеку с пищей необходимо получать цинк. Цинк участвует в ряде важных биологических процессов, особенно ферментативных. Во многих странах существуют рекомендации по суточной норме потребления металла. Однако избыток цинка вызывает токсическое воздействие на организм.

Токсические дозы солей цинка действуют на желудочно-кишечный тракт. Это приводит к острому, но излечимому заболеванию, сопровождающемуся тошнотой, рвотой, болями в желудке, коликами и диареей.

Железо является вторым наиболее распространенным металлом после алюминия и пятым по распространенности химическим элементом в земной коре. Почти все пищевые продукты содержат железо в самых разных количествах.

Железо является необходимым микроэлементом. Однако несмотря на то, что поглощение железа тщательно регулируется содержанием металла в организме, иногда может поглощаться избыточное количество железа. В результате этого металл накапливается в организме, развивается болезнь - *сидероз*.

Сурьма. В природе сурьма обычно встречается в виде сульфидных минералов: сурьмяного блеска (антимонита).

По механизму токсического действия и клинической картине отравления сурьма аналогична мышьяку. Токсической дозой для взрослого человека является 100 мг/сут, летальной - 500 - 1 000 мг/сут.

Профилактические мероприятия состоят в строгой регламентации содержания и характера соединений сурьмы в эмали, полуде и припое. В России для полуды посуды концентрация сурьмы в олове допускается не более 0,05 %.

Олово известно еще с древности. Свыше половины добываемого олова идет на производство покрытий. При производстве консервных банок используются мягкие стали с гальваническим покрытием. Однако при длительном хранении консервов олово может переходить в продукты и при накоплении в больших количествах отрицательно действует на организм. Поэтому жестяные банки после лужения дополнительно покрывают лаками, а количество олова в консервах контролируют. Срок хранения консервов, вырабатываемых в жестяной банке, устанавливают с учетом предупреждения накопления больших количеств олова (на 1 кг продукта - не более 200 мг для взрослых и 100 - для детей).

Высокая концентрация олова в пище может привести к острому отравлению. Для человека токсичная доза олова составляет 5-7 мг/кг массы тела.

Никель. В природе никель присутствует обычно совместно с мышьяком, сурьмой и серой. Никель обнаружен в небольших количествах почти во всех почвах. Растения могут содержать от 0,5 до 3,5 мг/кг металла. В значительных количествах он содержится в большинстве тканей животных. Суточная норма поступления никеля в организм человека с пищей составляет 0,3-0,6 мг.

Источниками загрязнения никелем пищевых продуктов могут являться почва и применяемое в пищевой промышленности оборудование. В частности, существует опасность поступления избыточного количества никеля с

маргаринами и спредами, так как никель входит в состав катализатора, используемого для гидрирования растительных масел.

Никель плохо абсорбируется из пищевых продуктов и напитков. В тканях организма остается около 3-6 % ежедневно поглощаемого металла. Распределяется никель в организме почти однородно без преимущественного накопления в каких-либо органах.

Хром широко распространен в земной коре, его количество составляет 0,04 % твердой породы. Он в основном применяется в металлургической промышленности для получения нержавеющей стали и для покрытия металлических изделий с целью коррозионной защиты. Хром в небольших количествах находится в большинстве пищевых продуктов и напитков. Среднее суточное потребление хрома с пищей составляет около 50-80 мкг. Потенциальным источником повышения концентрации хрома в пищевых продуктах является загрязнение окружающей среды сточными водами.

По биологическому действию на организм хром является необходимым элементом. Основная его роль заключается в поддержании нормального уровня глюкозы. Недостаток металла в организме приводит к нарушению глюкозного и липидного обмена и может привести к диабету и атеросклерозу.

Алюминий - самый распространенный металл в литосфере. В пищевой промышленности широко применяют бентонит, или природный гидратированный алюмосиликат, для осветления жидких сред (соков, пива, вина, напитков, сиропов и т.д.).

Отечественными токсикологами установлено, что даже растворимые соли алюминия отличаются слабым токсическим действием. Хроническое поступление алюминия в дозе 0,5 мг/кг массы тела безвредно для человека. К веществам, усиливающим растворение алюминия, относят пигменты овощей и фруктов, анионы органических гидроокисей, поваренную соль. В процессе приготовления такой пищи в алюминиевой посуде содержание алюминия может увеличиться в 2 раза. В России и странах СНГ временные нормы содержания алюминия в пищевых продуктах следующие (мг/кг): в молочных

продуктах - 1; в мясе, соках, напитках - 10; в хлебопродуктах, фруктах - 20; в овощах - 30.

Контрольные вопросы

1. Дайте определения понятиям «предельно допустимая концентрация», «предельно допустимый уровень», «допустимая суточная доза».
2. Укажите основные направления работы, определяющие технологию оценки безопасности пищевых продуктов.
3. Каким образом определяется безопасность пищевых продуктов в микробиологическом и радиационном отношении, а также по содержанию химических загрязнителей?
4. Какие из токсичных элементов подлежат контролю в пищевых продуктах согласно действующим санитарным нормам?
5. Дайте характеристику токсической опасности соединений ртути.
6. Укажите основные пути загрязнения пищевых продуктов соединениями ртути.
7. Охарактеризуйте основные источники загрязнения пищевых продуктов кадмием.
8. Дайте характеристику токсичности свинца и укажите основные пути его попадания в продукты питания.
9. Какое действие на организм человека оказывают соединения мышьяка? Каковы основные пути загрязнения пищи соединениями мышьяка?

3.3. Загрязнение пищевых продуктов пестицидами

Пестициды - общее наименование всех химических соединений, которые применяются в сельском хозяйстве для защиты культурных растений от вредителей и паразитов (англ.: pest - паразиты, side - уничтожать), сорных растений, микроорганизмов и вызываемых ими болезней.

Пестициды различаются по сферам применения: инсектициды - против насекомых - вредителей; гербициды - против сорных растений; фунгициды -

против микрогрибов; бактерициды - против бактерий; акарициды - против клещей; ротентициды - против грызунов. Особую группу составляют дефолианты - средства для удаления листьев и ботвы; ретарданты - препараты для укорачивания соломы и регуляторы роста растений.

Во всем мире в среднем за год применяется около 3,2 млн. т гербицидов, фунгицидов и инсектицидов (в среднем по 0,5 кг на одного жителя планеты).

Инсектициды представлены, главным образом, галогенуглеводородами, чаще хлорированными углеводородами, а также органическими соединениями фосфорной кислоты и природными веществами с инсектицидными свойствами. Из галогенуглеводородов наиболее широкое применение получили ДДТ, линдан, диельдрин и альдрин.

Гербициды составляют большую часть средств защиты растений в Европе (55-70 %). Они подразделяются на препараты тотального и селективного (избирательного) действия.

В качестве фунгицидов используют эфиры фосфорорганических кислот, хлорированные углеводороды и ртутьорганические соединения.

Применение указанных гербицидов, фунгицидов и инсектицидов ставит три основные проблемы.

Первая из них связана с тем, что определенные пестициды, например ДДТ и ртутьорганические соединения, имеют тенденцию накапливаться в живых организмах, причем их концентрация возрастает по мере продвижения по пищевым цепям. Это явление называют *эффектом биологического усиления*.

Примером биологически усиливающегося пестицида служит ДДТ. Когда в организм животного попадает ДДТ - с водой, с остатками уже обработанных растений или насекомыми, которые питались такими растениями, он концентрируется в жировых тканях, так как ДДТ растворим в жирах. Из жировых тканей ДДТ выводится очень медленно. Если какой-то другой организм в пищевой сети поедает первый, то он в этом случае поглощает уже более концентрированную дозу ДДТ.

Вторая проблема связана с продолжительностью сохранения пестицидов в почве или на культурных растениях после обработки. Хлорированные углеводороды, такие как ДДТ, и пестициды, содержащие мышьяк, свинец или ртуть, относятся к группе устойчивых, они не разрушаются за время одного вегетационного сезона под действием солнца или бактерий.

Третья проблема - это способность вредителей становиться устойчивыми к пестицидам: пестициды перестают их убивать. Это происходит в результате мутаций, возникающих у некоторых особей среди бесчисленного потомства, появляющегося ежегодно. Приходится повышать концентрацию пестицидов, что, в свою очередь, приводит к увеличению остаточных их количеств в продуктах питания.

С четвертой проблемой столкнулись сравнительно недавно. Было установлено, что почвенные микроорганизмы адаптируются к пестицидам и начинают разрушать или использовать их. В результате пестициды становятся неэффективными в борьбе с сорняками или насекомыми, а их все увеличивающееся количество включается в пищевые цепи.

В связи с тем, что пестициды являются биологически активными веществами, к обращению их в окружающей среде предъявляются особые требования, обеспечивающие наибольшую эффективность их использования и наименьшую вредность для человека, животных, растений. Современные пестициды, прежде чем они будут допущены для практического использования, проходят тщательное изучение, в том числе по вопросам биотрансформации в окружающей среде, на основании которых разрабатываются рекомендации по их безопасному применению. Министерством здравоохранения и социального развития Российской Федерации при непосредственном участии Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека была создана система гигиенической регламентации применения пестицидов, направленная на предупреждение их реальной опасности для населения, в том числе и при потреблении пищевых продуктов.

В соответствии с гигиеническими требованиями внедряются прежде всего препараты, малотоксичные для человека. В отдельных случаях допускается использование сильнодействующих и высокотоксичных веществ, но их формы и способы применения должны гарантировать безопасность человеческому организму (гранулы, микрокапсулы, внесение с помощью аппликаторов и т.п.). Исключения составляют зооциды и некоторые протравители семян, так как еще не созданы препараты, которые бы отвечали вышеуказанным требованиям.

Не допускаются к использованию пестициды со сроком распада более года, а также образующие в результате распада или в сочетании с другими веществами более токсичные и стойкие продукты превращения, обладающие резко выраженной способностью накапливаться в организме, выделяющиеся с молоком, обладающие выраженными аллергенными свойствами и способные давать отдаленные эффекты – опухоли, уродства, мутации и др. Для оценки опасности разработаны специальные гигиенические классификации пестицидов.

3.3.1. Токсиколого-гигиеническая характеристика и гигиеническое нормирование пестицидов

В настоящее время предусмотрено использование около 600 препаратов пестицидов на основе 300 действующих веществ, относящихся к различным группам химических соединений.

Хлорорганические пестициды (ХОП). К классу хлорорганических пестицидов относятся:

1) ДДТ – 4,4' – дихлордифенилтрихлорэтан и его метаболиты:

ДДД - 4,4' – дихлордифенилдихлорэтан;

ДДЭ - 4,4' – дихлордифенилдихлорэтилен;

2) Гексахлорциклогексан (ГХЦГ) и его изомеры:

линдан – гамма-изомер гексахлорциклогексана,

альфа-изомер гексахлорциклогексана,

бета-изомер гексахлорциклогексана;

- 3) гептахлор;
- 4) 2,4 - дихлорфеноксиуксусная кислота (2,4-Д кислота);
- 5) кельтан;
- 6) альдрин;
- 7) гексахлорбензол;
- 8) гексахлорбутадиен;
- 9) метоксихлор и др.

Из-за высокой устойчивости в окружающей среде и способности к биоаккумуляции в пищевых цепях ХОП превратились в глобальные загрязнители. Им присущи сверх - или выраженная кумуляция.

Хлорорганические пестициды крайне медленно разлагаются под влиянием физических, химических и микробиологических факторов, способны накапливаться в почве, растениях и т.д., передаваясь по пищевой цепи и концентрируясь в живых организмах. Например, период полураспада в почве большинства хлорорганических пестицидов превышает 1,5 года, а в случае ДДТ и его метаболитов - 15-20 лет. Эти пестициды могут длительно сохраняться в почве, воздействовать на почвенную фауну и переходить в произрастающие растения, включаясь, таким образом, в пищевые цепи.

Как и многие другие хлорорганические соединения, хлорсодержащие пестициды гидрофобны и не могут проникать в растения через корневую систему, но зато хорошо поглощаются листьями из воздушной среды. Пестициды хорошо адсорбируются органическими компонентами почвы, донными отложениями и другими элементами водных экосистем; за счет этого способны перемещаться с поверхностными водами, распространяясь на большие расстояния и вызывая вторичные загрязнения. Поэтому растения, выращиваемые при высоком увлажнении почвы, например, рис, более интенсивно и быстро усваивают пестициды, чем растущие на суше.

При загрязнении почвы хлорорганическими пестицидами подавляется биоактивность некоторых ферментов почв (дегидрогеназы, липазы, инвертазы),

благоприятно влияющих на состояние почвы, уменьшаются скорость распада клетчатки и интенсивность почвенного дыхания. По этим показателям можно сделать вывод о загрязнении почв промышленными выбросами на ранних стадиях. Со временем пестициды разлагаются под влиянием кислорода воздуха, солнечной радиации, воздействия воды, т.е. при гидролизе, вызванном присутствием в почве соответствующих ферментов. Такое самоочищение почв от пестицидов происходит с различной скоростью в зависимости от дозы препарата, характера почвы и самого пестицида. Например, для ДДТ этот срок составляет 4 года, для гексахлорциклогексана - 3 года, для дефолианта 2,4-Д - 1 месяц.

Основным источником проникновения пестицидов в организм человека считают их накопление в рыбе, которую предлагают считать индикатором, своего рода биологической мишенью для оценки степени загрязнения водных экосистем.

Среди ХОП имеются вещества, обладающие эмбриотоксическим действием (гексахлорбутадиен, линдан, ДДТ, каптан, кельтан, мильбекс); вызывающие пороки развития (ДДТ, эупарен) и мутагенные изменения (ДДТ, линдан, кельтан, каптан). Некоторые из ХОП являются канцерогенами (ГХЦГ, гептахлор, каптан, линдан, фталан) и аллергенами (каптан, линдан). Кроме того, применение пестицидов может постепенно привести к бесплодию. Уже сегодня, по данным ученых, число сперматозоидов в семенной жидкости среднего мужчины вдвое меньше, чем было 40 лет назад.

Использование пестицидов снижает также умственные способности и нарушает иммунитет человека, что, как считают экологи, позволяет сравнить эти вещества с вирусом иммунодефицита.

Фосфорорганические пестициды (ФОП) - одна из наиболее распространенных и многочисленных групп пестицидов. К ним относятся афуган, актеллик, дибром, карбофос, бромфос, метафос, фталофос, хлорофос, цидиал и др. Большинство ФОП слабо растворимы в воде. По стойкости в окружающей среде ФОП значительно уступают ХОП. Однако некоторые из них

сохраняют свои токсические свойства в почве и на растениях в течение нескольких месяцев и более, в результате чего возможно их поступление в организм человека с продуктами питания, воздухом и водой. Более устойчивы остаточные количества ФОП на цитрусовых, что объясняется их растворением в маслах кожуры. Кроме того, ФОП присутствуют в течение довольно длительного времени в хранящихся продуктах питания, например, в зерне.

Хотя ФОП не накапливаются в организме так интенсивно, как ХОП, они все же обладают проявляющимися в разной степени кумулятивными свойствами в результате суммирования токсических эффектов - функциональной кумуляцией. Симптомы хронических отравлений и острой интоксикации ФОП сходны между собой. Они выражаются в головной боли, сжатию в висках, ухудшении памяти, нарушении сна, дезориентации в пространстве, понижении роговичных рефлексов. Для некоторых ФОП характерны невриты и парезы.

Ртутьорганические пестициды (РОП) применяют ограниченно - только для обработки семян в борьбе с бактериальными и грибковыми заболеваниями. К ртутьорганическим соединениям относятся гранозан, меркуран и др. В окружающей среде РОП трансформируются: одним из конечных продуктов превращения является метилртуть. При хроническом отравлении наблюдается потеря веса, слабость, утомляемость, психические расстройства, зрительные и слуховые галлюцинации, стоматит.

Неорганические и органические металлсодержащие пестициды. Из них наиболее широкое применение получили неорганические и органические соединения меди (МП). Из МП в настоящее время применяют медный купорос, бордоскую жидкость, купрозан и др. Опасность МП для человека подтверждается случаями отравлений ими. Смертельная доза для взрослого человека составляет 10 г, а тяжелые отравления наблюдаются при дозах менее 2 г. Острое отравление МП сопровождается рвотными массами, окрашенными в зеленоватый или голубой цвет. Кроме того, медьсодержащие пестициды раздражают кожу, вызывают дерматиты.

Из органических металлсодержащих пестицидов применяют оловоорганические пестициды (ООП) в качестве акарицидов, фунгицидов и бактерицидов. Симптомы отравлений ООП этого типа аналогичны симптомам при отравлениях оловом.

Критериями токсичности пестицидов являются величины токсических и смертельных доз при разных путях поступления в организм - через кожу, легкие или желудочно-кишечный тракт.

Опасность пестицидов для человека определяют рядом критериев, характеризующих возможность поступления в организм и способность оказывать неблагоприятное действие. К критериям опасности относят их устойчивость в окружающей среде, стойкость к химическим, физическим и прочим факторам при технологической и кулинарной обработке пищевого сельскохозяйственного сырья и продуктов питания.

Степень опасности при работе с пестицидами определяется величинами **среднесмертельной (ЛД₅₀) и пороговой** - вызывающей минимальные нарушения - **доз и концентраций** при разных путях поступления в организм; зоной **токсического действия** (отношением ЛД₅₀ к пороговой дозе; чем эта зона уже, тем больше опасность острого отравления), способностью проникать через неповрежденные кожные покровы и оказывать токсическое действие, наличием и выраженностью кумулятивных свойств.

В соответствии со стандартом все вредные вещества делят на 4 класса опасности: I - чрезвычайно опасные, ПДК < 0,1 мг/м³; II - высокоопасные, ПДК от 0,1 до 1,0 мг/м³; III - умеренно опасные, ПДК от 1,1 до 10,0 мг/м³; IV - малоопасные, ПДК > 10,0 мг/м³.

При установлении ПДК для пестицидов соблюдается основной принцип сочетанного действия. Вместе с водой, воздухом и отдельными продуктами питания в организм в течение суток может поступать только такое количество вещества, которое не превышает максимально допустимую, безвредную для человека суточную дозу для данного препарата, т.е. дозу, поступающую

ежедневно в организм человека и не вызывающую неблагоприятных изменений у него, а также у последующих поколений.

Особое внимание уделяется нормированию пестицидов в продуктах детского питания. Санитарные нормы не допускают в продуктах детского питания наличия остаточных количеств пестицидов, кроме стойких хлорорганических, которые попадают в продукты как глобальные загрязнители. Термин «не допускается» подразумевает отсутствие пестицидов в пределах чувствительности используемого метода определения.

С 1986 г. в России действует автоматизированный мониторинг, обеспечивающий информацию об уровнях пестицидов в продуктах питания. При мониторинге определяются остаточные количества 154 пестицидов, относящихся к 45 группам, в 262 видах пищевых продуктов, принадлежащих к 23 классам. Результаты мониторинга последних лет показывают возрастание общего содержания пестицидов в продуктах растительного и животного происхождения, включая рыбу. Особенно это касается таких продуктов, как картофель, лук репчатый, капуста, помидоры, огурцы, морковь, свекла, яблоки, виноград, пшеница, ячмень, рыба прудов и водохранилищ, молоко, в которых обнаруживается наиболее широкий спектр пестицидов.

В настоящее время нормативно-правовая база в области организации надзора и контроля содержания пестицидов в объектах окружающей среды включает в себя как законодательные документы – Федеральный Закон «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами» №109-ФЗ от 19.07.97г., а также Федеральный Закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» №52-ФЗ от 30.03.99 г. нормативные документы Министерства здравоохранения и социального развития РФ, представленные гигиеническими нормативами и санитарными правилами.

Документом, регламентирующим содержание пестицидов в продуктах питания, является ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Согласно этому документу, для продовольственного сырья растительного происхождения обязательна информация о пестицидах, использованных при

возделывании сельскохозяйственных культур, фумигации помещений и тары для их хранения, борьбы с вредителями продовольственных запасов, а также дата последней обработки ими. Для продовольственного сырья животного происхождения обязательна информация об использовании (или отсутствии такового) пестицидов для борьбы с эктопаразитами или заболеваниями животных и птицы, для обработки животноводческих и птицеводческих помещений, прудовых хозяйств и водоемов для воспроизводства рыбы, также с указанием наименования пестицида и конечной даты его использования. Ввоз, использование и оборот продовольственного сырья растительного и животного происхождения, не имеющего информации о применении пестицидов при его производстве, не допускаются.

Во всех видах продовольственного сырья и пищевых продуктов контролируются пестициды: гексахлорциклогексан (альфа-, бета-, гамма-изомеры), ДДТ и его метаболиты. В зерне и продуктах переработки контролируются также ртутьорганические пестициды, 2,4-Д кислота, ее соли и эфиры. В рыбе и продуктах переработки контролируется также 2,4-Д кислота, ее соли и эфиры.

Контроль продовольственного сырья и пищевых продуктов по содержанию в них остаточных количеств пестицидов и агрохимикатов, в том числе фумигантов, основывается на информации, представляемой изготовителем (поставщиком) продукции об использованных при ее производстве и хранении пестицидах и агрохимикатах.

Санитарно-эпидемиологическая экспертиза продовольственного сырья и пищевых продуктов, содержащих пестициды, осуществляется в соответствии с действующими гигиеническими нормативами содержания пестицидов в объектах окружающей среды.

Для снижения остаточных количеств пестицидов в пищевом сырье и продуктах необходима тщательная кулинарная и технологическая переработка сельскохозяйственной продукции.

3.3.2. Технологические способы снижения остаточных количеств пестицидов в пищевом сырье и продуктах питания

На эффективность снижения остаточных количеств пестицидов влияет характер распределения их в разных частях растений. Известно, что основное количество ФОП и ХОП концентрируется в кожуре плодов и овощей или на ее поверхности, практически не проникая внутрь плода. Следовательно, начальным этапом промышленной и кулинарной переработки фруктов, овощей и ягод является их мойка. Она может осуществляться водой, растворами щелочей, поверхностно-активными веществами. Однако мойка малоэффективна, когда пищевое сырье содержит остаточное количество препаратов или веществ, обладающих липофильными свойствами и прочно связывающихся с восками кутикулы. Производные карбаминной и тиокарбаминной кислот, оловоорганические соединения в противоположность этому достаточно хорошо смываются водой.

Эффективность мойки значительно повышается при использовании салфеток, а также различных моющих средств, удаляющих жиры, и воска (детергенты, каустическая сода, спирты). Соотношение между объемами продукта и моющей жидкости должно быть равным не менее 1:5.

Более эффективным способом снижения остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах является очистка от наружных частей растений. Например, при удалении кожуры у citrusовых, яблок, груш, бананов, персиков и т.д. достигается их максимальное освобождение от пестицидов – 90-100 %, удаление таких пестицидов как ливинфос, монокротофос, ортен, дравин, темик, кропетон меньше - не более 50-70 %. Достаточно высоких степеней снижения остаточных концентраций пестицидов можно достичь при очистке картофеля, огурцов и томатов, при удалении наружных листьев у капусты и листовых овощей.

Освобождение продуктов питания от пестицидов происходит при использовании традиционных технологий их переработки и кулинарной

обработки, таких как варка, жарение, печение, консервирование, изготовление варенья, джема, мармелада и т.д.

В процессе сушки в зависимости от ее характера, вида сырья и свойств пестицидов может происходить или концентрация остаточных количеств или их удаление. При переработке зерновых культур пестициды неравномерно распределяются в различных фракциях помола. Наибольшие количества загрязнителей обнаруживаются обычно в отрубях, наименьшие - в муке тонкого помола.

Скорость деструкции пестицидов в хранящихся продуктах зависит от условий хранения, в частности, от температурных параметров, влажности среды, продолжительности хранения, а также от вида продукта, его назначения и других условий. При низких температурах (минус 18...23 °С) снижение остаточных количеств пестицидов обычно бывает незначительным даже в тех случаях, когда длительность хранения превышает 2 года.

Остаточное содержание пестицидов в мясных и молочных продуктах можно снизить путем их термической обработки. Наиболее эффективно в этом отношении отваривание мяса в воде. При этом необходимо помнить о возможности перехода остаточных количеств пестицидов в бульон, а также иметь в виду, что пестициды могут трансформироваться с образованием более токсичных соединений.

Таким образом, защита человека от вредного воздействия пестицидов эффективно обеспечивается барьером гигиенических нормативов и регламентов, а в результате их несоблюдения могут возникать острые и хронические отравления и другие нарушения здоровья.

3.3.3. Анализ структуры загрязнения пестицидами продовольственного сырья и продуктов питания

По результатам проводимого мониторинга содержания пестицидов в пищевых продуктах было установлено, что присутствие пестицидов имеет

место практически во всех группах продовольственного сырья и продуктов питания.

Результаты лабораторных исследований на содержание остаточных количеств глобальных контаминантов (ГХЦГ и его изомеры; ДДТ и его метаболиты; 2,4-Д кислота, ее соли и эфиры) позволили определить виды продукции, которые с точки зрения возможных неблагоприятных последствий на здоровье населения являются наиболее критичными, так как в них встречаются превышения ПДК именно по этим группам пестицидов.

Остаточные количества пестицидов группы ДДТ с превышением ПДК были обнаружены в таких видах продуктов питания, как яблоки, молоко, творог жирный, гранаты, масло сливочное, кисломолочные напитки 3,2%-й жирности, сметана 20%-й жирности, сыры, чеснок, морепродукты, брынзы, сырковые изделия, сливки 10%-й жирности.

Высокие концентрации остаточных количеств пестицидов на основе препарата ГХЦГ были обнаружены в следующих продуктах: рыба копченая, масло подсолнечное, масло сливочное, кисломолочные напитки 3,2%-й жирности, сметана, творог 9%-й жирности, сыры, творог жирный, морепродукты, сливки.

Остаточные количества пестицидов группы 2,4-Д, превышающие предельно допустимые уровни, были найдены в рыбе копченой, кисломолочных напитках, яблоках, твороге жирном.

Литературные материалы, анализирующие показатели накопления ХОП в организме человека, свидетельствуют, что они выше у жителей сельской местности и увеличиваются с возрастом; выше у женщин, чем у мужчин (в связи с большим содержанием жировой ткани), зависят от характера пищи. Так, отмечено меньшее накопление ХОП у вегетарианцев, и большее при высоком содержании в рационе жиров, мяса, яиц, молока и продуктов его переработки. Широкое использование хлорорганических пестицидов на протяжении многих десятилетий, высокая стойкость их в окружающей среде привели к тому, что они распространились на огромные территории, стали глобальными

загрязнителями. Обладая способностью к биоконцентрации, миграции по пищевым цепям, ХОП с высокой частотой обнаруживаются в тканях пресноводных и морских животных, мясо которых занимает существенное место в рационе человека.

Основные усилия служб, занимающихся контролем безопасности пищи, должны быть направлены на выяснение факторов, обуславливающих загрязнение окружающей среды и, в частности, продуктов питания пестицидными препаратами.

Данные, полученные Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, выявили, что причиной значительного количества случаев превышения ПДК пестицидов в продуктах питания, является загрязнение почвы и кормофуража. Причиной загрязнения кормов могут служить снос пестицидов с прилегающих участков в процессе их обработки, несоблюдение сроков при уборке кормовых культур и сенокошении, выращивании кормов на загрязненной пестицидами почве. При осуществлении санитарного надзора за транспортировкой и хранением пестицидов необходимо проводить контроль за соответствием тары, транспорта, складских помещений установленным гигиеническим требованиям. Транспорт, используемый для перевозки ядохимикатов, запрещается применять для транспортирования фуража, пищевых продуктов, людей. Категорически запрещается перевозка пестицидов насыпью или в поврежденной таре. Транспортные средства подлежат тщательному обезвреживанию. Складские помещения должны отвечать гигиеническим требованиям, предъявляемым к базисным или расходным складам, санитарно-защитные зоны – емкости склада. (Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 21 января 2022 г. № 23 “Об установлении требований к форме и порядку утверждения рекомендаций о транспортировке, применении и хранении пестицидов и агрохимикатов, об их обезвреживании, утилизации, уничтожения, захоронении, а также к тарной этикетке”).

Большое влияние на выявляемость остаточных количеств пестицидов в продуктах оказывает место и процедура отбора проб. Рациональнее проводить исследования продовольственного сырья. Выявление пестицидов в продуктах должно закономерно уменьшаться по технологической цепочке: хозяйства – транспорт – предприятия по переработке. К сожалению, производители сельскохозяйственной продукции не заинтересованы в исследованиях своей продукции на содержание остаточных количеств пестицидов, хотя именно анализ сырья, сырьевых и не переработанных продуктов может выявить причины контаминации и не допустить использования загрязненного сырья для промышленной переработки.

Таким образом, безопасность применения пестицидов должна базироваться на строгом научно обоснованном отборе их ассортимента и регламентации условий использования, а также на тщательном соблюдении апробированных с позиций гигиены профилактических рекомендаций.

Контрольные вопросы

1. Как классифицируются пестициды в зависимости от сфер их применения?
2. Какие основные проблемы в сфере обеспечения безопасности пищевых продуктов возникают в связи с применением пестицидов?
3. Каковы цели создания гигиенической регламентации применения пестицидов?
4. Какие соединения относятся к классу хлорорганических пестицидов? Охарактеризуйте их с точки зрения токсичности и путей попадания в пищевые продукты.
5. Дайте краткую характеристику фосфорорганических, ртутьорганических и металлсодержащих пестицидов.
6. Какие принципы положены в основу гигиенического нормирования содержания пестицидов в пищевых продуктах? Содержание каких пестицидов требует подтверждения при проведении обязательной сертификации пищевых продуктов?

7. Перечислите основные технологические способы снижения остаточных количеств пестицидов в пищевом сырье и продуктах питания.
8. В каких пищевых продуктах можно чаще ожидать превышения остаточных количеств хлорорганических пестицидов? С чем это связано?

3.4. Диоксины, полихлорированные бифенилы и другие полигалогенированные углеводороды

Первые сообщения о полигалогенированных углеводородах (ПГУ) относятся к концу XIX века. При исследовании причин возникновения дерматитов у рабочих, занятых в производстве гидроксида калия, получаемого электролизом хлорида калия, выделили группу веществ, образующихся при взаимодействии хлора со смолой в электролитических ячейках. Однако причиной дерматитов считали выделявшийся в результате электролиза хлор. Позднее, во время первой мировой войны, были синтезированы соединения класса полихлорированных углеводородов, которые добавляли в резину противогазов. В 1949 г. в США у рабочих, занятых производством 2,4,5-трихлорфенола (ТХФ) и 2,4,5-трихлорфеноксисукусной кислоты, наблюдались сильные отравления, воспаление сальных желез, нарушение порфиринового обмена, поражения печени, желудка, нервной системы, усиливалась предрасположенность к инфекциям. Болезнь с перечисленными выше симптомами получила название "хлоракне". Тогда ошибочно полагали, что хлоракне происходит от контакта с ТХФ, который появился в окружающей среде ряда стран Запада в 50-60-е годы, а также в Южном Вьетнаме во время химической войны, которую вели США в период с 1961 по 1972 г. Американские войска, пытаясь подавить партизанское движение, широко использовали дефолиант, вызывающий ускоренное опадание листьев деревьев, называемый "agent orange" - "оранжевый реактив". С тех пор зафиксировано множество случаев этой болезни, но только в конце 70-х годов XX в. была установлена ее причина – диоксины и диоксиноподобные соединения, образующиеся в качестве микропримесей при получении ТХФ и другой

хлорной продукции, выпускаемой предприятиями нефтехимической промышленности.

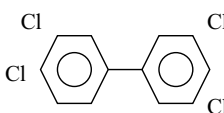
Первоначальные плюсы использования полигалогенированных углеводородов в сельском хозяйстве и многих отраслях промышленности вскоре оказались перечеркнутыми острым и хроническим воздействием ПГУ-содержащих материалов на человеческий организм и окружающую среду. Появились сообщения о накоплении диоксинов в водных экосистемах, их миграции с воздухом на большие расстояния. Диоксины стали находить в выхлопных газах автомобилей (1980 год), продуктах сжигания мусора, в грудном молоке женщин (1984 год), в выбросах целлюлозно-бумажной промышленности (1985 год, США, Швеция).

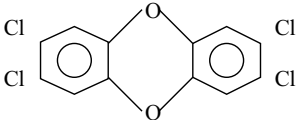
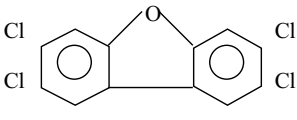
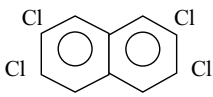
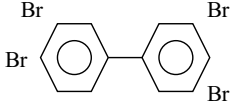
Перечень групп полигалогенированных углеводородов приведен в табл. 4, являющихся контаминантами продуктов питания и представляющих опасность для здоровья человека. Указанные соединения, наряду с рассмотренными выше хлорорганическими пестицидами, экологи относят к разряду суперэкоотоксикантов, подчеркивая глобальный характер загрязнения ими окружающей среды, а также их высокую стойкость и токсичность.

Наиболее токсичными из полигалогенированных углеводородов являются 2,3,7,8-тетрахлордibenзо-р-диоксин и 2,3,7,8-тетрахлордibenзофуран. Для этих производных диоксинов величина ЛД₅₀ достигает 10⁻⁶ г на 1 кг живого веса. Этот показатель существенно превосходит аналогичную величину для некоторых боевых отравляющих веществ, например, для зомана и зарина.

Таблица 4

Классификация полигалогенированных углеводородов (ПГУ)

Полигалогенированные углеводороды	Аббревиатура	Структурная формула	Область применения, источник
Полихлорированные бифенилы	ПХБ		Диэлектрик в трансформаторах

Полихлорированные дибензо- <i>p</i> -диоксины	ПХДД		Примесь в гербицидах-дефолиантах
Полихлорированные дибензо-фураны	ПХДФ		Примесь в гербицидах-дефолиантах
Полихлорированные нафталины	ПХН		Средства защиты резиновых изделий
Полибромированные бифенилы	ПББ		Замедлители горения

3.4.1. Токсическое действие диоксинов и диоксиноподобных соединений

Диоксины поражают практически все формы живой материи - от бактерий до теплокровных. Токсичность диоксинов по отношению к простейшим организмам обусловлена нарушением функций металлоферментов, с которыми они образуют прочные комплексы. Значительно сложнее происходит поражение диоксинами высших организмов, особенно теплокровных и, прежде всего, человека. Комплексный характер действия этой группы соединений на человека и живые организмы приводит к подавлению иммунитета, поражению внутренних органов и истощению организма.

Исследователи пришли к заключению, что действие диоксинов направлено на отобранные в ходе эволюции регуляторные механизмы живой клетки, запускаемые рецепторными белками с однотипным активным центром. Таким центром может служить гем, железосодержащее соединение из группы порфиринов, поскольку он по своим геометрическим и электронным параметрам способен связываться с планарными по структуре диоксидами. А

порфирины, как известно, ответственны за перенос кислорода в живом организме. Таким образом, попадая в организм, диоксины выступают как индукторы длительных ложных биоответов, способствуя накоплению ряда биокатализаторов-гемопротеидов в количествах, опасных для функционирования клетки и всего организма. В итоге затрагиваются регуляторные механизмы адаптации к внешней среде. Поэтому даже слабое поражение диоксинами, проявляющееся в высокой утомляемости, пониженной физической и умственной работоспособности, а также в повышении чувствительности к биологическим инфекциям и другим химическим ксенобиотикам, может привести к драматическим последствиям в условиях дополнительных, обычно легко переносимых стрессов.

Вторичные эффекты диоксинов на организм связаны с индуцируемыми ими биокатализаторами – гемопротеинами. Накопление последних опасно потому, что они в комплексах с диоксинами включают механизм расходования энергетических ресурсов клетки, что приводит к мутагенезу, биodeградации чувствительных к окислению гормонов, витаминов, липидов, разрушению биомембран и нарушению функций мембраносвязанных комплексов металлов с органическими лигандами, определяющих работу клетки. Особенно чувствительны к подобным негативным воздействиям иммунные клетки. Воздействие диоксинов приводит к повышению скорости биodeградации некоторых низкомолекулярных гормонов, нейромедиаторов, витаминов, ароматических аминокислот, лекарственных соединений, с одной стороны, а с другой - к биоактивации чужеродных веществ, из которых особенно опасными являются предшественники афлатоксина В₁, канцерогенов, нейротоксинов и сильных нервных ядов. Таков краткий и вместе с тем устрашающий перечень негативных изменений в работе клетки на молекулярном уровне, вызванных попаданием в организм диоксинов. В итоге вторичные эффекты диоксинов усугубляют первичные, что приводит к понижению иммунитета и, в конечном счете, вызывает так называемые экологические заболевания человека и животных. В настоящее время опасность диоксинов как канцерогенов

считается доказанной, хотя в предшествующие два десятилетия полной ясности в этом вопросе не было.

В организме теплокровных диоксин первоначально попадает в жировые ткани, после чего перераспределяется, накапливаясь преимущественно в печени, затем и в других органах. Его разрушение в организме незначительно: он выводится в основном неизменным, в виде комплексов неустановленной пока природы. Период полувыведения колеблется от нескольких десятков дней (мышь) до года и более (приматы) и обычно возрастает при медленном поступлении в организм. С повышением удерживаемости в организме и избирательного накопления в печени чувствительность особей к диоксину возрастает.

При остром отравлении животных наблюдаются признаки общетоксического действия диоксина: потеря аппетита, физическая и половая слабость, хроническая усталость, депрессия и катастрофическая потеря веса. К летальному исходу он приводит через несколько дней и даже через несколько десятков дней, в зависимости от дозы яда и скорости его поступления в организм.

В нелетальных дозах диоксин вызывает тяжелые специфические заболевания. У высокочувствительных особей первоначально появляется заболевание кожи - хлоракне (поражение сальных желез, сопровождающееся дерматитами и образованием долго незаживающих 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 железосодержащих ферментов (цитохромов). Порфирия - так называется это заболевание - проявляется в повышенной фоточувствительности кожи: она становится хрупкой, покрывается многочисленными микропузырьками. При хроническом отравлении диоксином развиваются также различные заболевания, связанные с поражениями печени, иммунных систем и центральной нервной системы.

Все эти заболевания проявляются на фоне резкой активации диоксином важного железосодержащего фермента - цитохрома Р-448. Особенно сильно активируется этот фермент в плаценте и в плоде, в связи с чем, диоксин даже в ничтожных количествах подавляет жизнеспособность, нарушает процессы формирования и развития нового организма. В ничтожных концентрациях диоксин вызывает генетические изменения в клетках пораженных особей и повышает частоту возникновения опухолей, т. е. обладает мутагенным и канцерогенным действием.

Действие диоксинов на человека обусловлено их влиянием на рецепторы клеток, ответственных за работу гормональных систем. При этом возникают эндокринные и гормональные расстройства, изменяется содержание половых гормонов, гормонов щитовидной и поджелудочной желез, что увеличивает риск развития сахарного диабета, нарушаются процессы полового созревания и развития плода. Дети отстают в развитии, их обучение затрудняется, у молодых людей появляются заболевания, свойственные старческому возрасту. В целом повышается вероятность бесплодия, самопроизвольного прерывания беременности, врожденных пороков и прочих аномалий. Изменяется также иммунный ответ, а значит, увеличивается восприимчивость организма к инфекциям, возрастает частота аллергических реакций, онкологических заболеваний.

Полихлорированные бифенилы - высокотоксичные соединения, поражающие печень и почки. Даже в чрезвычайно низких концентрациях они оказывают негативное воздействие на живые организмы, и известны тем, что приводят к кожным заболеваниям, а в высоких концентрациях могут вызвать смерть человека.

Хроническое действие полихлорированных бифенилов сходно с действием хлорпроизводных нафталина. Они вызывают порфирию: активируют микросомные ферменты печени. С увеличением количества атомов хлора в молекуле ПХБ это свойство усиливается. ПХБ обладают эмбриотоксическим действием, оказывают выраженное негативное влияние на репродуктивную

функцию. По-видимому, токсическое действие хлорированных бифенилов связано с образованием высокотоксичных полихлордифенилов и полихлордифенилоксинов.

3.4.2. Источники загрязнения окружающей среды полигалогенированными углеводородами

Большая часть полигалогенированных углеводородов, за исключением галогенированных диоксинов и фуранов, производилась в виде препаратов для специфического применения, часто в комплексе с другими веществами с различной степенью галогенирования, зависящей от условий дальнейшего использования препарата.

Большинство производимых ПГУ получают путем хлорирования или бромирования нужного углеводорода в присутствии определенного катализатора.

Полихлорированные нафталины выпускали в США, Германии, Великобритании и во Франции с целью использования в качестве защитного слоя резиновых изделий. Именно их производство открыло эпоху полигалогенированных углеводородов. Когда были выяснены токсические свойства полихлорированных нафталинов, их стали применять в электронике, в кабелях и частично в виде пропитки бумаги для конденсаторов в автомобилестроении.

Полихлорированные бифенилы первоначально использовали в открытых системах в большинстве развитых стран в качестве добавки к средствам защиты растений. После запрета их применения в открытых системах полихлорированные и полибромированные бифенилы стали использовать в качестве замедлителей горения многих синтетических и взрывоопасных материалов. Полибромированные бифенилы широко использовались в качестве добавок в пластмассы, таких как полистирол, полиэстер, полиамидные смолы, лаки и полиуретановые пены, использовавшиеся при производстве огнетушителей. Полибромированные углеводороды применяли при

изготовлении мебели и в производстве компьютеров. Подобно полихлорированным бифенилам, полибромированные соединения также очень устойчивы в окружающей среде, при этом отличаются большей растворимостью в воде и способностью легко выщелачиваться из пластмасс, что определяет их способность легко распространяться в окружающей среде.

В отличие от полихлорированных бифенилов, микропримеси диоксинов в промышленных продуктах никогда не являлись конечной целью человеческой деятельности, а большая часть из них попадала в среду обитания в результате побочных процессов, например, при синтезе хлорорганических соединений, в том числе пестицидов, однако их присутствие в настоящее время в окружающей среде не вызывает сомнений. Можно сказать, что диоксины и родственные им по структуре соединения непрерывно генерируются человеческой цивилизацией и поступают в биосферу. Появилось даже понятие "диоксиновый фон". Источниками этих ядов являются предприятия практически всех отраслей промышленности, где используется хлор, но химические, нефтехимические и целлюлозно-бумажные заводы опаснее прочих.

Полихлорированные дибензо-р-диоксины и дибензофураны являются побочными продуктами синтеза пентахлорфенола, в небольших количествах они присутствуют в гербицидах-дефолиантах и в консервантах древесины, а также образуются в результате высокотемпературного хлорирования при изготовлении других ПГУ, имеющих широкое применение. Диоксины могут образовываться при отбеливании сырой целлюлозы, бумаги или картона хлором во время получения так называемой крафт-бумаги.

Прекращение производства или использование ПГУ только в закрытых системах может уменьшить их распространенность в окружающей среде, однако не приведет к действительному понижению уровня содержания ПГУ в природных объектах в связи с постоянно растущим количеством отходов и мусора, содержащего ПГУ. Вторичными источниками ПГУ служат сточные воды с мест захоронения твердых промышленно-бытовых отходов, а также

дымовые газы, образующиеся при сжигании или самопроизвольном сгорании мусора. Некоторые соединения могут синтезироваться стихийно – во время лесных пожаров или на открытых горящих объектах. Иными словами, все ПГУ рано или поздно поступят в воды мирового океана и в почву. А испарения, атмосферные процессы и воздушный транспорт перенесут вредные соединения туда, где не ступала «нога цивилизации».

Контаминация окружающей среды происходит при производстве тары и упаковки с использованием в технологии отбеливателей, содержащих хлор. Миграция ПГУ в пищу из пакета зависит от природы продукта. При прямом контакте с упаковкой жиросодержащего продукта, например, молока, процент ПГУ в нем будет больше, чем в обезжиренном, что связано с высокой липофильностью ПГУ и плохой их растворимостью в водных средах.

В нашей стране один из важнейших источников диоксинов - это деятельность химических, целлюлозно-бумажных, металлургических предприятий, где хлор занял место в технологической цепи. Именно они вызвали серьезные загрязнения окружающей среды во многих регионах, в том числе и отдаленных от места расположения источника. Они же служат первопричиной диоксинового загрязнения мясо-молочных продуктов питания, равно как и молока кормящих матерей.

К числу других производств, в которых образуются диоксины, следует отнести производство 1,2,4-трихлорбензола, используемого в качестве полупродукта в анилинокрасочной промышленности и в качестве добавок к трансформаторным маслам, а также образование диоксинов в процессах производства текстильных материалов. Наличие диоксинов в сточных водах текстильных производств связано с использованием для целей отбеливания "жавелевой воды" - водных растворов хлорида и гипохлорита натрия:

Особенно опасны армейские высокотоксичные химические загрязнения. Это, прежде всего, относится к 20-30 регионам, где производилось, испытывалось, хранилось химическое оружие. Мощный источник диоксиновых загрязнений - уничтожение химического оружия. Химическое перевооружение

1950-1960-х гг. сопровождалось уничтожением ранее накопленных запасов оружия первого поколения, основу которого составляли хлорсодержащие иприт и люизит. Не менее мощный источник - старты твердотопливных стратегических ракет.

Особо загрязняют атмосферу диоксинами мусоросжигающие заводы, где работа производится при температуре 800-950 °С. При этом образуется максимальное количество диоксинов. При сжигании одного килограмма поливинилхлорида, а это многие виды линолеума, обоев, пластиковых бутылок, выделяется 50 мкг диоксинов. Эффективное их разрушение возможно только при температурах выше 1150-1200 °С.

Для подготовки к выполнению Российской Федерацией обязательств по Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния, связанных с ограничением поступления ПХБ в окружающую среду в 1999 г. проведена инвентаризация предприятий, производящих и использующих содержащие ПХБ вещества, а также отходов, содержащих ПХБ.

По данным инвентаризации, в бывшем СССР ПХБ и содержащие их препараты в массовом количестве производились в 1939–1995 гг. Их использовали преимущественно в производстве диэлектрических жидкостей, которые выпускались под марками "Совол" и "Совтол" в городах Дзержинск и Новомосковск. В небольших количествах содержащие ПХБ материалы ("тексол" – смесь ПХБ с гексахлорбутадиеном) некоторое время производились на ГБУ Республики Башкортостан "Научно-исследовательский технологический институт гербицидов и регуляторов роста растений с опытно-экспериментальным производством Академии Наук Республики Башкортостан". Общий объем производства содержащих ПХБ диэлектрических жидкостей в то время составлял около 180 тыс. т.

Смесь ПХБ "Совол электроизоляционный" использовалась для заполнения конденсаторов, улучшения электроизоляции проводов; "Совол пластификаторный" – в производстве пластических масс и нитроцеллюлозных

лаков; "Совтол-10" (смесь ПХБ и трихлорбензола) – для заливки трансформаторов. Имеются сведения о том, что ПХБ применялись в качестве пластификаторов в производстве антикоррозионных покрытий. Заполнение ПХБ конденсаторов осуществлялось в России до 1988 г. на конденсаторном заводе в г. Серпухов.

Результаты инвентаризации показали, что наибольшее количество содержащего ПХБ электротехнического оборудования используется в энергосистемах России (ГЭС, АЭС, ГРЭС, котельные, электросети). Несколько меньше содержащих ПХБ трансформаторов и конденсаторов (~18%) эксплуатируется на предприятиях машино- и приборостроения. Кроме того, это оборудование применяется на предприятиях черной и цветной металлургии (~14%), в пищевой промышленности (~10%), химической промышленности (~9%), в стройиндустрии, на механических заводах, в нефтегазовой и нефтеперерабатывающей промышленности (~6%), легкой промышленности (~5%), автомобилестроении (~4%), жилищно-коммунальном хозяйстве (~3%), угледобывающей промышленности (~1%).

В эксплуатации и резерве находятся более 200 тыс. трансформаторов и конденсаторов, в которых имеется около 18 тыс. т содержащих ПХБ масел (в основном "Совол", "Совтол", трихлорбифенил). Основная часть этого оборудования находится в эксплуатации; наличие некоторого количества конденсаторов и трансформаторов в резерве свидетельствует об отсутствии спроса на данное оборудование в настоящее время и, возможно, в ближайшие годы.

Согласно данным инвентаризации на декабрь 1999 г., на территории Российской Федерации накоплено около 1,5 тыс. т отходов, содержащих ПХБ, большая часть которых находится в выведенном из эксплуатации электротехническом оборудовании.

Таким образом, сегодня существуют разнообразные источники поступления диоксинов и других полигалогенированных углеводородов, и пути их проникновения в окружающую среду. В основном этот вид

суперэкоотоксикантов образуется в результате хозяйственной деятельности человека в промышленно развитых странах, особенно в городах, где сосредоточено большинство населения, и имеет, как правило, техногенное происхождение. А основными источниками поступления диоксинов и родственных соединений из окружающей среды в организм человека являются продукты питания, питьевая вода, а также грудное молоко матери.

В природной среде эти суперэкоотоксиканты так же, как и хлорорганические пестициды, достаточно устойчивы. В биосфере ПГУ быстро поглощаются растениями, сорбируются почвой и различными материалами, где практически не изменяются под влиянием физических, химических и биологических факторов среды. Благодаря способности к образованию комплексов, они прочно связываются с органическими веществами почвы, накапливаются в остатках погибших почвенных микроорганизмов и омертвевших частях растений. Из почв диоксины и другие ПГУ выводятся преимущественно механическим путем. Отличающиеся низкой плотностью комплексы диоксинов с органическими веществами, а также содержащие их остатки погибших организмов выдуваются с поверхности почвы ветром, вымываются дождевыми потоками и в итоге устремляются в низменности и акватории, создавая новые очаги заражения: места скопления дождевой воды, озера, донные отложения рек, каналов, прибрежной зоны морей и океанов.

Период полураспада диоксинов в природе превышает 10 лет. Таким образом, различные объекты окружающей среды являются надежными хранилищами этих токсикантов.

ПГУ отличаются уникальной биологической активностью, распространяются в окружающей среде далеко за пределы своего первоначального местонахождения. Они хорошо растворимы в органических растворителях и практически нерастворимы в воде, обладают высокой адгезионной способностью, что способствует их накоплению и миграции в виде комплексов с органическими веществами и поступлению в воздух, воду и пищевые продукты. ПГУ обладают способностью аккумулироваться в

организме и мигрировать по пищевым цепям. В каждом последующем звене пищевой цепи концентрация полихлорированных бифенилов повышается, и поэтому наибольшее количество этих веществ концентрируется в организмах хищников. В организм человека ПГУ поступают, в основном, с пищевыми продуктами, прежде всего с мясом, молоком и животными жирами. В растительных жирах диоксинов практически нет, так как растения не способны усваивать липофильные вещества.

Диоксины и другие ПГУ могут накапливаться в продуктах, особенно в жирах, не разрушаются при кулинарной и тепловой обработке, сохраняя свое токсическое действие. Так как ПГУ могут перемещаться на большие расстояния, то проблема диоксинов и диоксиноподобных соединений носит глобальный характер, и в ее решении должны быть задействованы все страны. В связи с опасностью накопления диоксинов в организме детей через молоко и молочные продукты, в том числе через грудное молоко, Всемирной организацией здравоохранения была разработана международная программа исследований по этой всеобщей проблеме.

Сейчас признано недопустимым присутствие диоксинов в продуктах питания, воздухе и питьевой воде. Достичь же этого практически невозможно. Поэтому различными службами контроля и охраны окружающей среды и здоровья человека в большинстве развитых стран установлены нормы допустимого поступления диоксинов в организм человека, а также ПДК или уровни их содержания в различных средах (воздухе, воде, почве и т.д.).

Допустимая суточная доза (ДСД) для человека, согласно рекомендациям ВОЗ, - 10 нг/кг. Аналогичный уровень принят и в России.

3.4.3. Пути решения проблемы безопасности пищевых продуктов и окружающей среды с точки зрения их контаминации полигалогенированными углеводородами

Комитетом Государственной Думы по экологии, природным ресурсам и охране окружающей среды ведутся работы в области охраны окружающей

среды и населения от воздействия опасных химических веществ – полихлорированных бифенилов (ПХБ). Согласно Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния, эти диоксиноподобные контаминанты отнесены к так называемым стойким органическим загрязнителям (СОЗ). Указанные вещества подпадают под действие одного из Протоколов Конвенции – Протокола по стойким органическим загрязнителям, принятого на очередной Общевропейской конференции министров окружающей среды. Комитет участвовал в разработке глобальной Конвенции по СОЗ (разрабатывается под эгидой Программы ООН по окружающей среде).

В настоящее время единственный путь решения проблемы - это тот, на который встали развитые страны мира: создание сети станций контроля диоксинового фона окружающей среды (организация мониторинга диоксиновых загрязнений); выявление источников генерации диоксинов в самом регионе и источников их поступления извне; организация мер, направленных на устранение источников (изменение технологий, очистка зараженной местности, пресечение потока продукции, содержащей диоксины и т.д.). Америка и развитые страны Европы, в полной мере осознавшие возникшую опасность, реализуют эту программу, и достаточно давно. Россия также обращается к мировому опыту: 10 января 2002 года Президентом Российской Федерации было принят ФЗ №7 «Об охране окружающей среды».

С 1980 года ежегодно проводятся международные конференции по полихлорированным диоксинам, дибензофуранам и родственными соединениями. Сейчас такая программа создана и в России. Опасность общепланетарного отравления среды обитания диоксинами и родственными им соединениями осознана сейчас не только экологами, биологами и химиками, исследующими биосферу, но и правительствами разных стран. Эта проблема, включающая в себя многие аспекты охраны окружающей среды и ставшая междисциплинарной, является актуальной, и ее рассмотрение представляет интерес для широкой общественности. Глобальный и региональный характер распространения диоксинов в объектах окружающей среды и их высокая

токсичность вынудили многие страны очень серьезно отнестись к этой проблеме. В ноябре 1985 г. в рамках Агентства по охране окружающей среды Швеции была организована рабочая группа, которая разработала специальную программу по контролю содержания диоксинов в объектах окружающей среды. В 1986 г. появляется Европейская региональная программа химической безопасности при ВОЗ, где главное внимание уделено контролю качества анализов на содержание диоксинов и родственных соединений.

Наряду с разработкой конкретных технических решений, направленных на снижение диоксинового загрязнения, необходимо иметь общую стратегию борьбы с этими загрязнителями. Основными моментами этой программы должны явиться:

- проведение анализа на содержание диоксинов в различных объектах окружающей среды;
- создание замкнутых технологических циклов, исключающих потери веществ в окружающую среду;
- создание новых технологий, исключающих образование диоксиновых веществ, новых способов уничтожения мусора и отходов производства;
- разработка методов быстрой детоксикации больших площадей;
- совершенствование методов очистки и изыскание условий и катализаторов разложения диоксинов;
- закрытие всех диоксиново-опасных производств;
- замена хлорирования озонированием и УФ-облучением на станциях водоочистки;
- постоянные медицинские наблюдения.

Частичное решение этих проблем предусмотрено Федеральной научно-технической программой в области экологического развития РФ и климатических изменений на 2021-2030 годы, в которой предусматривается:

- разработать комплекс мероприятий и федеральную целевую программу по защите окружающей среды от техногенных органических и металлоорганических суперэкотоксикантов;
- разработать критерии, методы и организацию оперативного контроля содержания диоксинов и их предшественников в природных условиях;
- разработать методы определения ультрамалых количеств экотоксикантов в природных средах.

Планом мероприятий по созданию систем контроля за содержанием диоксинов в объектах окружающей среды предусматривается:

- разработка концепции защиты населения и окружающей природной среды от диоксинов;
- разработка и внедрение в практику исследовательских и надзорных учреждений аналитических методов обнаружения и количественного определения диоксинов в различных объектах окружающей среды;
- разработка экологических нормативов содержания диоксинов в различных объектах окружающей среды;
- организация и проведение экологического мониторинга, выявление источников и зон диоксиновой опасности, классификация регионов Российской Федерации по степени загрязнения диоксинами;
- разработка и промышленная реализация технологических схем по защите окружающей природной среды от поступления диоксинов и перевод диоксиново-опасных производств на безопасные технологии;
- реализация экологических мероприятий по реабилитации загрязненных территорий.

Контрольные вопросы

1. Какие группы полигалогенированных углеводородов Вам известны? Укажите источники их поступления в окружающую среду и продукты питания.

2. Охарактеризуйте токсическое действие полигалогенированных углеводов на организм человека.
3. Как следует понимать выражение «диоксиновый фон»?
4. Какими путями диоксины и полихлорированные бифенилы могут попадать в биосферу?
5. Почему полигалогенированные углеводороды называют суперэкоотоксикантами?
6. Какие основные операции следует проводить с образцами пищевых продуктов для определения в них полихлорированных бифенилов?
7. Какова роль государства в решении проблемы загрязнения окружающей среды и пищевых продуктов полигалогенированными углеводородами?

3.5. Загрязнение пищевых продуктов соединениями азота

3.5.1. Основные источники нитратов, нитритов и нитрозаминов в пищевом сырье и продуктах питания

Нитраты - соли азотной кислоты с анионом (NO_3^-). Они входят в состав удобрений, а также являются естественным компонентом пищевых продуктов растительного происхождения. В животных продуктах, таких как мясо и молоко, содержание нитратов весьма незначительно.

В больших количествах нитраты опасны для здоровья человека. Человек относительно легко переносит дозу в 150-200 мг нитратов в сутки, 500 мг считается предельно допустимой дозой, а 600 мг в сутки - доза, токсичная для взрослого человека. Для грудных детей токсичной является доза 10 мг/сут.

Министерством здравоохранения РФ утверждена суточная допустимая доза нитратов - 5 мг на 1 кг массы тела человека. Следовательно, взрослый человек может получать с продуктами питания 300-350 мг нитратов ежедневно. Поступление такого количества нитратов не вызывает никаких изменений ни у человека, ни у его потомков. Эта доза нитратов соответствует рекомендациям Всемирной организации здравоохранения. Она отражает наш уровень знаний об опасности нитратов.

Для увеличения урожайности растительной продукции агрохимическая технология часто нарушается - в почву вносят повышенное количество азотсодержащих удобрений. Это приводит к увеличению содержания нитратов в растительном сырье и продуктах. Причиной повышенного содержания нитратов в овощах, выращенных под пленкой или в теплицах, является недостаток света. Поэтому растения с повышенной способностью накапливать нитраты не следует выращивать в затемненных местах, например, в садах.

Известно, что овощи, выращенные на открытом грунте в период большой продолжительности светового дня, имеют большую питательную ценность, чем те, которые были выращены в закрытом грунте или в конце лета, когда продолжительность светового дня меньше.

При транспортировке, хранении и переработке сырья и продуктов питания может происходить микробиологическое восстановление нитратов под действием ферментов нитратредуктаз до нитритов – более токсичных соединений. Поэтому особенно опасно хранение готовых овощных блюд, содержащих нитраты при повышенной температуре и в течение длительного времени.

Нитриты – соли азотистой кислоты с анионом (NO_2^-). Основные поставщики нитритов – мясные продукты, на долю которых приходится 53 – 60 % от общего поступления нитритов в организм человека. Нитриты, и в частности нитрит натрия, широко используются в пищевой промышленности в качестве консерванта при приготовлении ветчины, колбас, мясных консервов, придавая им специфический цвет и предотвращая развитие *Clostridium Botulinum*. Содержание нитритов, используемых в качестве пищевых добавок, строго нормируется.

Нитрозосоединения, и в первую очередь **нитрозамины**, обладающие исключительно выраженными канцерогенными свойствами, легко образуются как в окружающей среде, в том числе в пищевых продуктах, так и в организме животных и человека из предшественников – нитритов, нитратов (после их

восстановления в нитриты), аминов, амидов, веществ, содержащих аминокруппы, и оксидов азота. Нитрозамины могут образовываться в процессе технологической или кулинарной обработки пищевых продуктов, например, при жарении, копчении, консервировании мясных и рыбных продуктов и т.п. Содержание нитрозаминов может существенно возрасти в процессе хранения пищевых продуктов.

Общей для нитрозосоединений является нитрозогруппа ($>N-N=O$), к которой могут присоединяться различные радикалы: алкильный, арильный, алициклический и др., включая эфирные, ароматические амидогруппы и т.д.

Наибольшее распространение получили следующие нитрозосоединения: N-нитрозодиметиламин (НДМА), N-нитрозодиэтиламин (НДЭА), N-нитрозодипропиламин (НДПА), N-нитрозодибутиламин (НДБА), N-нитрозопиперидин (НПиП), N-нитрозопирролидин (НПиР).

Больше всего нитрозаминов обнаружено в копченых мясных изделиях, колбасах, приготовленных с добавлением нитритов, - до 80 мкг/кг, в соленой и копченой рыбе - до 110 мкг/кг. В свежем мясе и рыбе нитроамины не обнаруживаются или находятся в следовых количествах - менее 1 мкг/кг. Из молочных продуктов нитроамины обнаружены главным образом в сырах, прошедших фазу ферментации - до 10 мкг/кг, а из напитков - в пиве, где их суммарное содержание может достигать 12 мкг/кг.

3.5.2. Биологическое действие соединений азота на человеческий организм

Нитраты не обладают выраженной токсичностью. Острые отравления наблюдаются у людей при случайном приеме 1 - 4 г нитратов. Главной причиной острой интоксикации является восстановление нитратов в нитриты, что может протекать в пищевых продуктах или в пищеварительном тракте.

Поступающие с пищей нитраты всасываются в пищеварительном тракте, попадают в кровь и с ней в ткани. Через 4 - 12 ч большая их часть (80 % у

молодых и 50 % у пожилых людей) выводится из организма через почки. Остальное их количество задерживается в организме.

Концентрация нитратов в слюне пропорциональна их количеству, потребляемому с пищей. Величина этой концентрации влияет на образование нитритов.

Токсическое действие нитритов на человеческий организм заключается в их взаимодействии с гемоглобином крови и проявляется в форме метгемоглобинемии. Она является следствием окисления двухвалентного железа Fe^{2+} гемоглобина в трехвалентное Fe^{3+} . В результате такого окисления гемоглобин, имеющий красную окраску, превращается в NO-метгемоглобин, который имеет темно-коричневую окраску и не способен, в отличие от гемоглобина, связывать и переносить кислород, что приводит к развитию гипоксии. При нормальном физиологическом состоянии в организме образуется примерно 2 % метгемоглобина, поскольку редуктазы красных кровяных телец (эритроцитов) взрослого человека обладают способностью превращать образовавшийся метгемоглобин снова в гемоглобин.

Наряду с клиническими проявлениями интоксикации (обильное потение, синюшность кожи, одышка, головокружение), хроническое воздействие нитритов приводит к снижению содержания в организме витаминов А, Е, С, В₁, В₆. Таким образом, снижается устойчивость организма к воздействию различных неблагоприятных факторов, в том числе онкогенных.

Нитраты и нитриты способны изменять активность обменных процессов в организме. Это обстоятельство используют в животноводстве. При добавлении в рацион определенных количеств нитритов при откорме свиней снижается интенсивность обмена и происходит отложение питательных веществ в запасных тканях животного. Установлено, что нитраты могут угнетать активность иммунной системы организма, снижать устойчивость организма к отрицательному воздействию факторов окружающей среды. При избытке нитратов чаще возникают простудные заболевания, а сами болезни приобретают затяжное течение.

Нитрозосоединения, и в частности нитрозамины, обладают канцерогенными, мутагенными, тератогенными и эмбриотоксическими свойствами.

3.5.3. Технологические способы снижения содержания соединений азота в сырье и пищевых продуктах

Современные научные достижения и практический опыт позволяют дать рекомендации, направленные на снижение содержания нитратов, прежде всего в овощах.

При промышленном производстве овощей следует учитывать вид и сорт овощей. Предпочтение целесообразно отдавать тем сортам, которые обладают меньшей способностью аккумулировать нитраты. Для растений, у которых способность накапливать нитраты особенно сильно выражена, например, у листовой зелени, кольраби, редиса, необходимо пересмотреть агротехнику.

Необходимо ограничивать рыхление почвы при выращивании листовых овощей под пленкой, это может также способствовать повышению содержания нитратов в овощах.

Следует правильно выбирать участки для выращивания овощей, исключая затененные места.

Сбор урожая желательно проводить во второй половине дня. При этом собирать следует только созревшие плоды, обеспечивая их хранение в оптимальных для них условиях. При переработке овощей следует учитывать, что мойка и бланширование их приводят к снижению содержания нитратов на 20-80 %.

В настоящее время проводятся работы, ориентированные на поиск путей снижения концентрации нитрозосоединений в пищевых продуктах. Перспективным направлением представляется применение в составе стартовых культур, используемых в технологии сырокопченых мясных продуктов, денитрифицирующих бактерий.

Важно подчеркнуть, что существенное снижение синтеза нитрозосоединений достигается при добавлении к пищевым продуктам аскорбиновой кислоты.

Контрольные вопросы

1. Каковы основные источники поступления нитратов, нитритов и нитрозаминов в продукты питания и пищевое сырье?
2. Охарактеризуйте действие соединений азота на человеческий организм, укажите потенциальную опасность этих соединений.
3. Какие способы позволяют снизить содержание соединений азота в сырье и пищевых продуктах?
4. В чем проявляется опасность накопления нитратов и нитритов в пищевых продуктах?
5. Укажите пути поступления нитрозосоединений в организм человека, охарактеризуйте токсичность различных представителей класса нитрозаминов.

3.6. Загрязнение пищевых продуктов полициклическими ароматическими углеводородами

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) относятся к наиболее сильным канцерогенным веществам. Достаточно 0,1 мг таких ПАУ, как бенз(а)пирен, чтобы вызвать опухоли у различных видов животных.

Сейчас насчитывается более 200 представителей этой группы соединений, образующихся, как правило, при термическом воздействии на пищевые продукты. К наиболее активным канцерогенам относят: бенз(а)пирен, дибенз(а, h)антрацен, дибенз(а, i)пирен; к умеренно активным – бенз(h)флуорантен; к менее активным – бенз(e)пирен, бенз(а)антрацен, дибенз(а, с)антрацен, хризен и др. Наиболее известным представителем ПАУ является бенз(а)пирен.

Канцерогенная активность реальных сочетаний ПАУ на 70-80 % обусловлена бенз(а)пиреном. Поэтому по присутствию бенз(а)пирена в

пищевых продуктах можно судить об уровне их загрязнения ПАУ и степени онкогенной опасности для человека.

Ежегодно в биосферу поступают тысячи тонн бенз(а)пирена природного происхождения, еще больше – за счет техногенных источников (промышленные предприятия, транспорт). ПАУ образуются в природе и попадают в объекты пищевых цепей, прежде всего, как результат сжигания при низких температурах углеводородного сырья, древесины, полимеров, пищи и др. Развитие неконтролируемых процессов неполного окисления приводит к тому, что в копченых продуктах (мясо, рыба) содержание бенз(а)пирена может превышать безопасные нормы. ПАУ, в частности, образуются при пиролизе жира, капающего на древесный уголь и попадающего в мясо с дымом при копчении.

Условия термической обработки пищевых продуктов оказывают большое влияние на накопление бенз(а)пирена. В подгоревшей корке хлеба обнаружено до 0,5 мкг/кг бенз(а)пирена, в подгоревшем бисквите – до 0,75 мкг/кг, а в продуктах домашнего копчения – свыше 50 мкг/кг.

Содержание бенз(а)пирена (мкг/кг) в свежих говядине и свинине – отсутствует, вареной колбасе 0,2 – 0,5; колбасе сырокопченой 0 – 2; колбасе полукопченой 0 – 7; рыбе 0 – 2; рыбе копченой 0,1 – 12; масле подсолнечном 1 – 30; масле подсолнечном рафинированном – отсутствует; кокосовом масле 15 – 45; овощах 1 – 25; сухофруктах 1 – 35. ПДК бенз(а)пирена в воздухе составляет 0,001 мкг/м³, в воде 0,005 мкг/л, в почве 0,2 мг/кг.

Немаловажную роль в загрязнении пищевых продуктов ПАУ могут играть полимерные упаковочные материалы. Некоторые компоненты пищевых продуктов являются элюентами, т.е. экстрагируют ПАУ из полимерной упаковки. Например, эффективным элюентом ПАУ является жир молока, который экстрагирует до 95 % бенз(а)пирена из парафинобумажных пакетов и стаканчиков.

Все это свидетельствует о необходимости соблюдения технологических регламентов и санитарно-гигиенических требований при производстве пищевых продуктов.

Наиболее эффективными путями снижения содержания ПАУ в пищевых продуктах являются: совершенствование способов технологической и кулинарной обработки продуктов; удаление ПАУ путем рафинирования растительных масел; применение для производства копченых мясных продуктов коптильных жидкостей, стандартизованных по содержанию ПАУ.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте токсическое действие полициклических ароматических углеводов.
2. Какие технологические процессы в пищевой промышленности могут служить источником контаминации продуктов питания полициклическими ароматическими углеводородами?
3. Какие меры позволяют снизить содержание ПАУ в пищевых продуктах?
4. Какое вещество является индикатором присутствия в продуктах канцерогенных ПАУ?

3.7. Загрязнение продовольственного сырья препаратами, применяемыми в животноводстве

3.7.1. Проблемы применения и контроля гормональных препаратов

Термин "гормон" впервые применил Е.Н. Старлинг в 1905 г. (греч. *hormao* - побуждаю, возбуждаю).

Гормоны представляют собой химические вещества, имеющие определенное значение для морфологического развития организма и для биохимической и биофизической деятельности его органов. Это органические вещества, продуцируемые живыми клетками и переносимые гуморальным путем, чтобы воздействовать регулирующим образом на функционирование различных систем организма. Большинство гормонов выделяется в

межклеточную жидкость (кровь, лимфа и т.д.) и таким образом, достигает органа их воздействия; однако некоторые гормоны, такие как тканевые и нейрогормоны, выделяются, минуя кровяной поток, непосредственно в пределы ограниченной тканевой территории их действия.

К определяющим признакам гормонов относится их биологическая активность в очень малых концентрациях. По этому признаку гормоны относятся к классу биологически активных веществ, к которым причисляются также ферменты и витамины. Гормоны, однако, не являются органическими катализаторами, как ферменты, хотя косвенно влияют на протекание катализируемых ферментами реакций обмена веществ. Гормоны отличаются от витаминов тем, что они попадают в организм не извне, а продуцируются внутри организма; однако строительный материал для биосинтеза гормонов может поступать в организм с пищей.

Гормоны высших животных по их действию можно классифицировать следующим образом: 1) гормоны, стимулирующие обмен веществ, - типа иодированных тиронинов; 2) гормоны, возбуждающие нервную систему, такие, как ацетилхолин и пирокатехинамины; 3) гормоны воспроизводства - типа половых гормонов; 4) гормоны, регулирующие гормональное действие - тропины гипофиза.

По химической структуре гормоны можно разделить на производные фенола - адреналин, норадреналин, тироксин; белки - инсулин; гормоны передней доли гипофиза - (хорионический гонадотропин, тиреоглобулин), секретин; пептиды - адренкортикотропный гормон (АКТГ), вазопрессин, окситоцин; стероидные гормоны - эстрогены, андрогены, прогестерон, кортикостероиды.

В последнее время гормоны и вещества с гормональной активностью, полученные синтетическим путем, нашли широкое применение в животноводстве, в частности, для стимуляции плодовитости животных, улучшения усваиваемости кормов, многоплодия, регламентации сроков беременности, ускорения полового созревания и т.д. С развитием науки были

созданы многие гормональные препараты, по анаболическому действию эффективнее природных гормонов в 100 раз и более. Этот факт, а также дешевизна их синтеза определили интенсивное внедрение этих препаратов в практику животноводства (диэтилстильбэстрол, синэстрол, диенэстрол, гексэстрол и др.). Однако в отличие от природных аналогов многие синтетические гормональные препараты оказались более устойчивыми, они плохо метаболизируются, а накапливаются в организме животных в больших количествах, мигрируя по пищевой цепочке в продукты питания.

Ограниченное использование искусственных стимуляторов роста допускается в таких странах, как США, Канада, Австралия, Новая Зеландия, Аргентина и некоторых странах Южной Америки, Азии и Африки. Введение в небольших количествах некоторых гормональных препаратов вызывает у животных интенсивный прирост мышечной ткани. Речь идет о так называемых "гормональных технологиях" для выращивания птицы, крупного рогатого скота и свиней в ряде зарубежных стран. Так, инъекции диэтилстильбэстрола в количестве 10-100 мг/кг позволяют быстро получать привес скота на уровне 5-25 %, что весьма привлекательно для производителей.

Остатки применяемых гормональных препаратов могут присутствовать в сыром мясе после убоя животных и попадать далее через мясные продукты в организм человека. Синтетические гормональные препараты стабильны при приготовлении пищи, способны вызывать нежелательный дисбаланс в обмене веществ и физиологических функциях организма человека. Применение гормональных препаратов и других биокатализаторов требует проведения тщательных гигиенических исследований по их токсикологии, накоплению в клетках и тканях организма.

В связи с опасностью избытка гормонов для человека, законодательство устанавливает порядок контроля и ограничивает их использование. Например, в нашей стране не допускается применение в животноводстве стильбенов. Соответственно, мясные продукты, продаваемые в розницу, не должны содержать диэтилстильбэстрол. Содержание эстрадиола и тестостерона не

должно превышать 0,0005 и 0,015 мг/кг продукта. В зависимости от вида сырья, максимальное содержание стимуляторов роста, стероидов и бета-блокаторов не должно превышать (мг/кг): зеранола 0,002 - 0,01; тренболон 0,002 - 0,01; карбадокса 0,03 - 0,005; дексаметазона 0,0025 - 0,0005; коразолола 0,025 - 0,005.

Комитет ФАО/ВОЗ, рассмотрев использование гормонов и веществ с гормональной активностью в животноводстве, разделил употребляемые вещества на две категории:

- 1) гормоны, идентичные тем, которые встречаются у животных, мясо которых идет в пищу, и у людей, включая эфиры этих гормонов;
- 2) ксенобиотические соединения, такие как производные гормонов, соединения с гормональной активностью, природные вещества с гормональной активностью, не идентичные эндогенным гормонам человека, и производные этих соединений.

На заседании Комитета ФАО ВОЗ было высказано соображение, что оценка приемлемости употребления ксенобиотических анаболических веществ при откорме животных, мясо которых идет в пищу, во многих отношениях подобна оценке пестицидов, поскольку для этого необходимы два элемента:

- 1) соответствующие достаточно полные токсикологические данные;
- 2) исчерпывающие данные о характере и уровне остатков при использовании этих веществ в соответствии с передовой животноводческой практикой.

Что касается передовой животноводческой практики, то здесь необходимо получить данные, касающиеся эффективности этих анаболических веществ, количеств, используемых для получения эффекта и уровней остатков, полученных при испытаниях на местах, а также информацию о методах анализа уровней остатков, которые могут быть использованы для контроля или с целью мониторинга. Токсикологические данные должны представляться с учетом проблем потенциальной канцерогенной активности этих соединений и присутствия в продуктах животноводства остатков или метаболитов, которые

могут вызвать эндокринологические или токсикологические последствия у потребителей.

Следует отметить, что в странах Европейского Сообщества потребители избегают покупать мясо и мясные продукты, полученные по "гормональным" технологиям и содержащие остатки гормональных препаратов даже в безопасных для здоровья концентрациях. Борьба за европейский рынок вынуждает многие животноводческие предприятия отказываться от использования гормонов при выращивании скота.

Во многих странах, в том числе Евросоюза и России применение многих гормональных препаратов запрещено. Экономическая привлекательность применения химических стимуляторов диктует необходимость жесткого контроля пищевой продукции на содержание остаточных количеств гормонов.

В РФ в продуктах животного происхождения контролируются остаточные количества стимуляторов роста животных, в том числе гормональных препаратов согласно ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Контрольные вопросы

1. Какие принципы положены в основу различных видов классификации гормонов и веществ с гормональной активностью?
2. С какой целью гормональные препараты применяют в животноводстве?
3. В чем заключается потенциальная опасность применения гормональных препаратов для выращивания сельскохозяйственных животных?
4. Какой порядок контроля за содержанием остаточных количеств гормональных препаратов в продуктах питания установлен в России?
5. Охарактеризуйте потенциальную опасность гормональных препаратов, содержащихся в пищевых продуктах.

3.8. Загрязнение продовольственного сырья и пищевых продуктов микотоксинами

Микотоксины (греч. *mukes* -гриб и *toxicon* -яд) -это вторичные метаболиты микроскопических плесневых грибов, обладающие выраженными токсическими свойствами. Высокая опасность микотоксинов выражается в том, что они обладают токсическим эффектом в чрезвычайно малых количествах и способны весьма интенсивно диффундировать в глубь продукта.

Афлатоксины являются представителями наиболее опасной группы микотоксинов, обладающих сильными гепатотоксическими и канцерогенными свойствами. Продуцентами афлатоксинов являются различные штаммы только двух видов аспергилл – *Aspergillus flavus* и *Aspergillus parasiticus*, которые широко распространены во всем мире. Важно отметить, что токсигенные грибы могут поражать растительные субстраты не только во время хранения, но и в процессе их роста, сбора урожая, транспортирования и переработки.

Семейство афлатоксинов включает четыре основных представителя: афлатоксины B_1 , B_2 , G_1 , G_2 и еще более 10 соединений, являющихся производными или метаболитами основной группы (M_1 , M_2 , B_{2a} , G_{2a} , GM_1 , P_1 , Q_1 и др.).

В природных условиях чаще и в наибольших количествах афлатоксины обнаруживаются в арахисе, кукурузе, семенах хлопчатника. Кроме того, в значительных количествах они могут накапливаться в различных орехах, семенах масличных культур, пшенице, ячмене, зернах какао и кофе, а также в кормах для сельскохозяйственных животных.

Следует отметить возможность появления афлатоксинов в продуктах животного происхождения – в молоке, в тканях и органах животных, получавших корм, загрязненный афлатоксинами в высоких концентрациях.

Доказано, что коровы экскретируют с молоком от 0,35 до 2-3 % полученного с кормом афлатоксина B_1 в виде высокотоксичного метаболита, афлатоксина M_1 . При этом пастеризация молока и процесс высушивания не влияют существенно на содержание в нем афлатоксина M_1 . Афлатоксин M_1 был

обнаружен как в цельном, так и в порошкообразном молоке, и даже в молочных продуктах, подвергшихся технологической обработке (пастеризация, стерилизация, приготовление творога, йогурта, сыров и т.п.). Так, в процессе получения сыра из контаминированного молока 50 % афлатоксина М₁ определяется в творожной массе. При получении масла 10 % афлатоксина М₁ переходит в сливки, 75 % – остается в снятом молоке.

Афлатоксины слабо растворимы в воде, нерастворимы в неполярных растворителях, но легко растворимы в растворителях средней полярности, таких как хлороформ, метанол и диметилсульфоксид. Они относительно нестабильны в химически чистом виде и чувствительны к воздействию воздуха и света. Афлатоксины практически не разрушаются при обычной кулинарной обработке контаминированных пищевых продуктов.

Трихотеценовые микотоксины являются вторичными метаболитами микроскопических грибов рода *Fusarium*, которые поражают корма и пищевые продукты, и как следствие, наблюдается возникновение алиментарных токсикозов у животных и человека. Чаще всего они обнаруживаются в зерне кукурузы, пшеницы и ячменя. Микотоксины этой группы отличаются повсеместным распространением, причем в большей степени это касается стран, расположенных в зонах с умеренным континентальным климатом. Часто в одном и том же продукте обнаруживают два или более микотоксинов. При проведении обязательной сертификации предусмотрен контроль за содержанием двух представителей этой группы, а именно нормируются дезоксиниваленол и Т-2 токсин.

Дезоксиниваленол (ДОН), один из распространенных фузариотоксинов, подавляет синтез белка, снижает концентрацию иммуноглобулинов в сыворотке крови, может подавлять репродуктивную систему. Особенно опасным является загрязнение кормов для сельскохозяйственных животных. Так, ДОН вызывает у животных рвоту, снижает потребление корма у поросят. Т-2 токсин не так широко распространен, но более токсичен, чем ДОН. Т-2 токсин вызывает раздражение, кровоизлияния и некроз в пищеварительном

тракте. Острая интоксикация трихотеценами сопровождается поражением органов кроветворения и иммунокомпетентных органов. Характерным является развитие геморрагического синдрома, отказ от корма, рвота.

Зеараленон и его производные также продуцируются микроскопическими грибами рода *Fusarium*.

Основным природным субстратом, в котором наиболее часто обнаруживается зеараленон, является кукуруза. Грибы рода *Fusarium graminearum* часто поражают кукурузу в поле на корню и являются причиной гнили початков и стеблевой гнили. Контаминация кукурузы зеараленоном может происходить и при хранении. Высока частота обнаружения зеараленона в комбикормах, а также в пшенице, ячмене и овсе. Среди пищевых продуктов этот токсин был обнаружен в кукурузной муке, хлопьях и кукурузном пиве.

Зеараленон обладает выраженным эстрогенным и тератогенным действием и представляет серьезную проблему для животноводства во многих странах, а его способность накапливаться в тканях сельскохозяйственных животных делает зеараленон микотоксином, потенциально опасным для здоровья человека. Загрязнение кормов зеараленоном вызывает снижение плодовитости, аборт, бесплодие и воспалительные заболевания у свиней, коров, домашней птицы и кроликов. Несмотря на это, некоторые производные зеараленона до последнего времени использовались в качестве стимуляторов роста животных и довольно широко производились промышленностью.

Патулин – особо опасный микотоксин, обладающий канцерогенными и мутагенными свойствами. Основными продуцентами патулина являются микроскопические грибы *Penicillium ratulum* и *Penicillium expansum*. Продуценты патулина поражают в основном фрукты и некоторые овощи, вызывая их гниение. Патулин обнаружен в яблоках, грушах, абрикосах, персиках, вишне, винограде, бананах, клубнике, голубике, бруснике, облепихе, айве, томатах. Наиболее часто патулином поражаются яблоки, где содержание токсина может достигать до 17,5 мг/кг. С практической точки зрения важно, что патулин обнаруживают не только в подгнившей части фруктов и овощей, но и в

нормальной. Например, в томатах патулин распределяется равномерно по всей ткани.

Патулин в высоких концентрациях обнаруживается и в продуктах переработки фруктов и овощей: соках, компотах, шуре и джемах. Особенно часто его находят в яблочном соке (0,02-0,4 мг/л). Содержание патулина в других видах соков: грушевом, айвовом, виноградном, сливовом, манго -колеблется от 0,005 до 4,5 мг/л.

Контроль за содержанием микотоксинов является обязательным при проведении сертификации продовольственного сырья и пищевых продуктов. В России приняты санитарно-гигиенические нормативы по содержанию микотоксинов в продуктах питания, приведенные в табл. 5.

Система мер профилактики микотоксикозов включает в себя санитарно-микологический анализ пищевых продуктов (рис. 3).

Кроме этого, много внимания уделяется изысканию способов деконтаминации и детоксикации сырья и пищевых продуктов, загрязненных микотоксинами. С этой целью используют механические, физические и химические методы:

механический - отделение загрязненного материала вручную или с помощью электронно - калориметрических сортировщиков;

физический - термическая обработка, облучение ультрафиолетовой радиацией;

химический - обработка растворами окислителей, сильных кислот и оснований.

Таблица 5

Предельно допустимые уровни содержания микотоксинов в продуктах питания

Определяемое вещество	Группа продуктов	Допустимые уровни, мг/кг, не более
Афлатоксин В ₁	Зерно и зернопродукты; хлеб, хлебобулочные и макаронные изделия; мучные кондитерские изделия; масло растительное; орехи, чай, кофе, какао; изоляты, концентраты, гидролизаты и	0,005

	текстураты растительных белков; пищевой шрот и мука с различным содержанием жира из семян бобовых, масличных и нетрадиционных культур и др.	
Афлатоксин М ₁	Молоко и молочные продукты	0,0005
Дезоксиниваленол	Зерно и зернопродукты; хлеб, хлебобулочные и макаронные изделия; мучные кондитерские изделия и др.	0,7 (1,0)
Т-2 токсин	Зерно и зернопродукты; хлеб, хлебобулочные и макаронные изделия; мучные кондитерские изделия и др.	0,1
Зеараленон	Зерно и зернопродукты; хлеб, хлебобулочные и макаронные изделия; мучные кондитерские изделия и др.	0,2 (1,0)
Патулин	Продукты переработки плодов и овощей (соки, напитки и др.)	0,05

Однако, применение механических и физических методов очистки не дает высокого эффекта, кроме того, химические методы приводят к разрушению не только микотоксинов, но и полезных нутриентов, а также нарушению их всасывания.

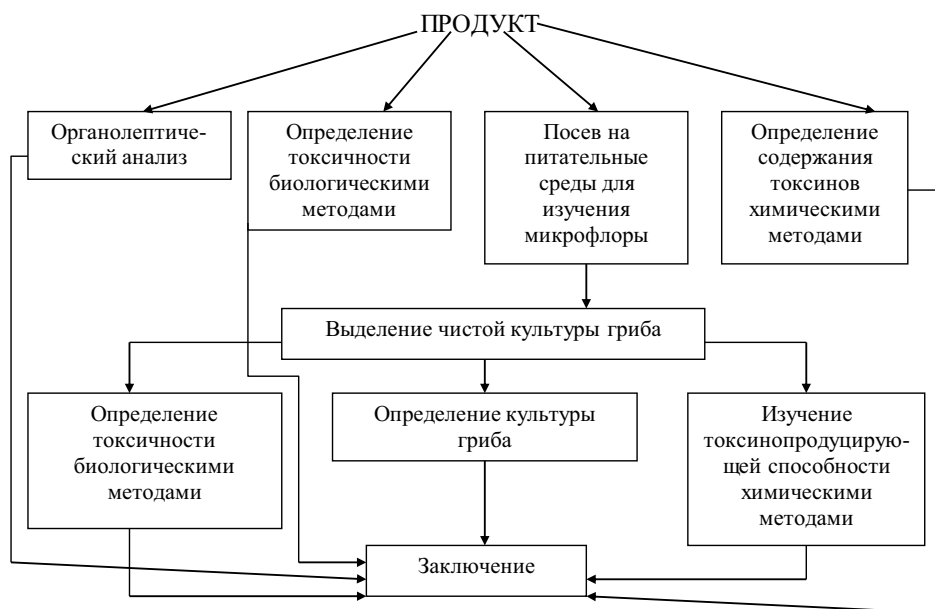


Рис.3. Схема санитарно-микологического анализа пищевых продуктов

В международном законодательстве (CODEX STAN 193 «Общий стандарт на загрязняющие примеси и токсины в пищевых продуктах и кормах») рассмотрены основные принципы, рекомендованные Кодексом в отношении загрязняющих примесей и токсинов в пищевых продуктах и кормах, а также максимально допустимые уровни содержания и соответствующие планы выборочного контроля загрязняющих примесей и природных токсикантов в пищевых продуктах и кормах, рекомендованные Комиссией "Кодекс Алиментариус" (CAC) к применению в отношении товаров, предназначенных для международной торговли. Согласно Кодекс Алиментариус:

загрязняющая примесь - это "любое вещество, непреднамеренно добавленное к пищевому продукту или корму для животных, используемых для производства пищевых продуктов, которое попадает в такой продукт или корм в процессе их производства (включая операции, производимые в растениеводстве, животноводстве и ветеринарии), изготовления, переработки, приготовления, обработки, упаковки, фасовки, транспортировки, хранения или в результате экологического загрязнения.

Определены процедуры, предшествующие установлению максимально допустимых уровней содержания загрязняющих примесей в пищевых продуктах и кормах, таблица 6.

Таблица 6

Процедура, предшествующие установлению максимально допустимых уровней содержания загрязняющих примесей в пищевых продуктах и кормах

№ п/п	Показатели	Характеристика
1	Токсикологические	<ul style="list-style-type: none"> - идентификация токсичного вещества (веществ); - метаболизм в организме человека и животных, если необходимо; - токсикокинетика и токсикодинамика, в том числе информация о возможном переносе токсичных веществ из кормов в съедобные животные ткани или продукты животного происхождения; - информация об острой и долговременной токсичности и другие необходимые данные о токсичности; - комплексная токсикологическая экспертиза приемлемости и безопасности уровней поступления

		загрязняющих веществ, включая информацию обо всех наиболее уязвимых группах населения.
2	Данные о потреблении	<ul style="list-style-type: none"> - наличие загрязняющей примеси в пищевом продукте, значимом для рациона питания; - наличие загрязняющей примеси в пищевых продуктах широкого потребления; - наличие загрязняющей примеси в кормах и в компонентах кормов; - данные о потреблении пищевых продуктов в группах со средним уровнем потребления и в группах, подверженных воздействию загрязняющей примеси в наибольшей/высокой степени; - результаты исследований общего рациона питания; - расчетные данные о пероральном поступлении загрязняющего вещества, полученные на основе моделей потребления пищевого продукта; - данные о потреблении восприимчивыми группами; - данные о потреблении животными, используемыми для производства пищевых продуктов.
3	Аналитические данные	<ul style="list-style-type: none"> - подтвержденные качественные и количественные данные репрезентативных проб; - надлежащие процедуры отбора проб.
4	Технологические данные	Информация о процессах загрязнения, технологических возможностях, методах производства и переработки, а также об экономических аспектах, связанных с управлением и контролем уровня загрязнения.

Уровни содержания загрязняющих примесей в пищевых продуктах и кормах должны быть настолько низкими, насколько это разумно достижимо в рамках выполнения соответствующих рекомендаций по организации производства и контроля качества продукции (GMP и GAP), с учетом соответствующей оценки риска.

Для предотвращения или снижения уровня загрязнения пищевых продуктов и кормов могут быть предприняты следующие действия:

- предотвращение загрязнения пищевых продуктов и кормов у источника загрязнения;
- применение надлежащих мер контроля технологий производства, изготовления, переработки, приготовления, обработки, упаковки, фасовки, транспортировки и хранения пищевых продуктов и кормов;

- применение мер по обеззараживанию загрязненных пищевых продуктов и кормов, а также мер по недопущению попадания загрязненных пищевых продуктов и кормов в продажу.

Для снижения риска для здоровья, связанного с микотоксинами, рекомендуется:

1. Проверять на предмет наличия плесени цельные злаки (особенно кукурузу, сорго, пшеницу и рис), инжир и орехи, такие как арахис, фисташки, миндаль, грецкий орех, кокосовый орех, бразильский орех и фундук, которые часто контаминируются афлотоксинами, и отбраковывать зерна, сухофрукты и орехи с признаками плесени, измененным цветом или нетоварным видом;

2. Избегать повреждения зерна до и в процессе сушки и на этапе хранения, поскольку поврежденное зерно более подвержено заражению плесенью, а значит и контаминации микотоксинами;

3. Покупать, по возможности, максимально свежее зерно и орехи;

4. Соблюдать правила хранения продуктов питания, то есть защищать их от насекомых и хранить их в сухом и прохладном месте;

5. Избегать длительного хранения продуктов до их употребления; стараться придерживаться разнообразного режима питания, что не только поможет снизить риск потребления микотоксинов, но и будет способствовать повышению качества рациона.

Оценка риска в связи с присутствием микотоксинов в продуктах питания выполняется Комитетом экспертов ФАО/ВОЗ по пищевым добавкам (JECFA) и используется правительствами стран и Комиссией Кодекс Алиментариус (нормативным межправительственным органом по пищевым стандартам) для определения предельных допустимых значений концентрации различных примесей в продуктах питания или выработки других рекомендаций по управлению рисками в интересах предотвращения или снижения контаминации. Микотоксикозы -это группа заболеваний человека и животных, вызываемых определенными видами грибов, которые в процессе жизнедеятельности образуют токсические вещества - микотоксины.

Виды микотоксикозов:

1. Пневмомикотоксикозы и дерматомикотоксикозы возникают у людей при проникновении микотоксинов в организм через слизистую оболочку дыхательных путей или поврежденную поверхность кожи. Наблюдаются эти заболевания («зерновая лихорадка», «лихорадка чесальщиков») у людей, работающих с сырьем, пораженным в значительной степени токсинообразующими грибами.

2. Споротрихеллотоксикоз - тяжелое заболевание людей, связанное с употреблением продуктов из перезимовавшего под снегом или поздней уборки зерна, содержащего токсины грибов *Fusarium sporotrichiella*. Протекает с тяжелыми симптомами и нередко заканчивается гибелью пострадавших.

3. Фузариограминаротоксикоз - возникает от употребления выпеченных изделий из зерна, пораженного грибом *Fusarium graminearum*. продуцируемые им токсические вещества относятся к азотсодержащим глюкозидам, холинам и алкалоидам, действующим на центральную нервную систему. Заболевание человека проявляется в возникновении слабости, чувства тяжести в конечностях, скованности походки, появлении резких головных болей и головокружения, рвоты, болей в животе, диареи. При длительном употреблении изделий из такого зерна могут наступить анемия, психические расстройства, иногда гибель больного. *Fusarium graminearum* продуцирует также микотоксин зеараленон. Загрязнение им кормов (кукурузы и ячменя) является причиной аборт и бесплодия у свиней. Эстрогенный эффект этого микотоксина наблюдается у домашней птицы, кроликов, морских свинок, мышей. Зеараленон не представляет непосредственной опасности для здоровья человека, однако широкое распространение *Fusarium graminearum* в природе и накопление его в тканях сельскохозяйственных животных может отрицательно влиять на здоровье человека.

4. Фузарионивалетоксикоз - тяжелое заболевание людей и животных, наблюдаемое при употреблении продуктов и кормов из пшеницы, ячменя и риса, пораженных «красной плесенью» — видами грибов *Fusarium*.

Заболевание людей сопровождается тошнотой, рвотой, диареей, головными болями, конвульсиями. Из пораженного указанными грибами зерна были выделены микотоксины ниваленол, ниваленолацетат.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте микотоксины различных групп в зависимости от источников их поступления в пищевые продукты и токсического действия на организм человека и животных.
2. Какие из микотоксинов относятся к трихотеценовым?
3. В каких продуктах и какие микотоксины нормируются? Каковы предельно допустимые уровни содержания микотоксинов в продуктах?
4. Какие меры профилактики микотоксикозов в настоящее время известны?
5. Каков порядок санитарно-микологического анализа пищевых продуктов?
6. Какие из методов анализа микотоксинов относят к скрининг-методам, а какие – к арбитражным? Почему?
7. Перечислите виды микотоксикозов и их влияние на организм.
8. Какие существуют в международной практике процедуры, предшествующие установлению максимально допустимых уровней содержания загрязняющих примесей в пищевых продуктах и кормах?

3.9. Микробиологический контроль безопасности пищевых продуктов

Пищевые продукты могут служить факторами переноса многих патогенных и токсигенных агентов заболеваний.

Возбудители заболеваний, связанных с употреблением пищевых продуктов, характеризуются большим разнообразием. Наличие в пищевых продуктах некоторых микроорганизмов или метаболитов, образующихся в результате их роста, может вызвать различные заболевания человека, которые подразделяются на две общие формы – пищевые отравления и пищевые инфекции.

Пищевым отравлением, или пищевой интоксикацией, обычно называется болезнь, обусловленная действием токсинов, образующихся при развитии микроорганизмов в пищевом продукте до его потребления. Примерами пищевой интоксикации являются стафилококковое пищевое отравление и ботулизм.

Другой формой заболевания является пищевая инфекция, которую вызывает присутствие в продукте живых микроорганизмов, таких как сальмонеллы и некоторые другие.

Задачей микробиологического контроля является возможно быстрое обнаружение и выявление путей проникновения микроорганизмов-вредителей в производство, очагов и степени размножения их на отдельных этапах технологического процесса; предотвращение развития посторонней микрофлоры и активное уничтожение ее путем профилактических мероприятий.

Микробиологический контроль должен проводиться систематически. Он осуществляется на всех этапах технологического процесса, начиная с сырья и кончая готовым продуктом. Для отдельных пищевых производств имеются свои схемы микробиологического контроля, в которых определены объекты контроля, точки отбора проб, периодичность контроля, указывается, какой микробиологический показатель необходимо определить, приводятся нормы обсемененности.

Соответствие пищевых продуктов требованиям Санитарных правил или других нормативных документов подтверждается при проведении санитарно-эпидемиологической экспертизы в установленном порядке. При проведении сертификации соответствия пищевых продуктов контроль безопасности по микробиологическим показателям является обязательным.

Пищевые продукты должны соответствовать установленным нормативными документами требованиям к допустимому содержанию микроорганизмов и других веществ и биологических организмов, представляющих опасность для здоровья человека.

Гигиенические нормативы по микробиологическим показателям безопасности пищевых продуктов включают следующие группы микроорганизмов:

- санитарно-показательные, к которым относятся количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), бактерии группы кишечных палочек;
- БГКП (коли-формы), бактерии семейства Enterobacteriaceae, энтерококки;
- условно-патогенные микроорганизмы (*E. coli*, *S. aureus*, бактерии рода *Proteus*, *V. cereus* и сульфитредуцирующие клостридии, *Vibrio parahaemolyticus*);
- патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы и *Listeria monocytogenes*, бактерии рода *Yersinia*;
- микроорганизмы порчи – дрожжи и плесневые грибы, молочнокислые микроорганизмы;
- микроорганизмы заквасочной микрофлоры и пробиотические микроорганизмы - в продуктах с нормируемым уровнем биотехнологической микрофлоры и в пробиотических продуктах.

Контроль санитарно-показательных микроорганизмов используется для оценки качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции и включает, как правило, два показателя – количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) (общая бактериальная обсемененность) и количество бактерий группы кишечных палочек - БГКП. Общую бактериальную обсемененность определяют, в основном, чашечным методом. Выполнение анализа включает четыре этапа:

- приготовление ряда разведений из отобранных проб;
- посев на стандартную плотную питательную среду;
- выращивание в течение 24-48 ч при 30 °С;
- подсчет выросших колоний.

Число выросших колоний пересчитывают на 1 г или 1 мл продукта с учетом разведения. Полученные результаты будут меньше истинного обсеменения продукта, так как этим методом учитываются только сапрофитные

мезофильные бактерии (аэробы и факультативные анаэробы). Термофильные и психрофильные не растут из-за несоответствия температуры оптимальной; анаэробы не растут, так как культивирование производится в аэробных условиях; патогенные и некоторые другие бактерии не растут из-за несоответствия питательной среды и условий культивирования, не образуют колоний мертвые клетки. Однако эти микроорганизмы можно не учитывать и ошибкой анализа пренебречь, потому что сапрофиты являются основными показателями загрязненности продукта.

Определение бактерий группы кишечных палочек основано на способности кишечной палочки сбраживать лактозу с образованием кислоты и газа. При микробиологическом контроле пищевых продуктов исследование на наличие бактерий кишечной группы ограничивают проведением так называемой первой бродильной пробы.

Бродильную пробу осуществляют путем посева в пробирки со специальной дифференциально-диагностической средой бактерий группы для кишечных палочек (среда Кесслера с лактозой) различных объемов или навесок исследуемого продукта – 1,0; 0,1; 0,01; 0,001 мл (или г). Пробирки с посевами помещают в термостат с температурой 37°C на 24 и 36 ч, затем их просматривают и устанавливают пробирки, в которых наблюдается рост (помутнение и посветление среды) и образование газа в результате брожения, вычисляя коли-титр, при отсутствии роста и газообразования объект считают не загрязненным кишечной палочкой. При необходимости проводят пересев культуральной жидкости на поверхность плотной селективно-диагностической среды для подтверждения по культуральным признакам роста и биохимическим свойствам выделенных колоний к колиформным бактериям.

В заключение отметим, что пищевые отравления и пищевые инфекции являются наиболее серьезными и часто встречаемыми опасностями, связанными с питанием. Поэтому при оценке безопасности пищевых продуктов прежде всего определяют микробиологические критерии.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятиям пищевого отравления и пищевой интоксикации.
2. Сформулируйте цели и задачи микробиологического контроля безопасности пищевых продуктов.
3. Какие группы микроорганизмов включены в гигиенические нормативы по микробиологическим показателям?
4. Каким методом определяют общую бактериальную обсемененность продукта?
5. На чем основано определение бактерий группы кишечных палочек?

4. ОСНОВЫ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО СЫРЬЯ И ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Радиоактивность – самопроизвольный распад атомных ядер некоторых элементов, приводящий к изменению их атомного номера и массового числа. Радиоактивный распад не может быть остановлен или ускорен, осуществляется со строго определенной скоростью, измеряемой периодом полураспада – временем, в течение которого распадается половина всех атомов. Распад радиоактивных элементов сопровождается потоками ионизирующих излучений, каждый из которых характеризуется своими физико-химическими свойствами: *альфа* (α) – излучение отклоняется в магнитном поле в сторону Севера, представляет поток положительно заряженных частиц (атомов гелия), движущихся со скоростью около 20000 км/с. *Бета* (β) – излучение отклоняется в магнитном поле в сторону Юга, представляет поток отрицательно заряженных частиц (электронов), движущихся со скоростью света. *Гамма* (γ) – коротковолновое магнитное излучение, близкое по свойствам к рентгеновскому, распространяется со скоростью света, в магнитном поле не отклоняется. Характеризуется высокой энергией – от нескольких тысяч до нескольких миллионов электрон-вольт.

В системе СИ единицей измерения радиоактивности служит *беккерель* (Бк) – одно ядерное превращение в секунду.

Уровень облучения населения оценивают в единицах эквивалентной дозы – *зивертах* (Зв). 1 Зв – это эквивалентная доза любого вида излучения, поглощенная 1 кг биологической ткани, создающая такой же биологический эффект, как и поглощенная доза в 1 Гр фотонного излучения. 1 Гр (*Грэй*) – это поглощенная доза излучения, соответствующая энергии 1 Дж ионизирующего излучения любого вида, переданной облученному веществу массой 1 кг.

Радиационный фон Земли складывается из трех компонентов:

- космическое излучение;
- естественные радионуклиды, содержащиеся в земле, воде, воздухе, других объектах окружающей среды;
- искусственные радионуклиды, образовавшиеся в результате деятельности людей (например, при ядерных испытаниях); радиоактивные отходы, отдельные радиоактивные вещества, используемые в медицине, технике, сельском хозяйстве.

К **природным источникам облучения** человека относят:

1.Космическое излучение. Доза от космогенных радионуклидов обусловлена практически полностью изотопом углерод-14, образующимся при взаимодействии космического излучения с атмосферным воздухом, и составляет 12 мкЗв/год.

2.Ингаляция. Наибольший вклад в суммарную дозу облучения населения создает ингаляция долгоживущих природных радионуклидов уранового ряда изотопов радия, их короткоживущих дочерних продуктов, находящихся в воздухе помещений и атмосферном воздухе, а также радионуклидов ториевого ряда. Эта доза обусловлена облучением легочного эпителия короткоживущими дочерними продуктами радона-222, а также дозой, полученной за счет растворения газообразного радона-222 в крови и последующим облучением внутренних органов человека. Суммарная эффективная доза при ингаляции составляет около 1260 мкЗв/год.

3. Поступление с пищей и водой. Доза внутреннего облучения за счет поступления природных радионуклидов с водой и пищей состоит из двух составляющих:

а) доза, обусловленная калием-40. Эта доза практически одинакова для всех людей и не может быть существенно изменена. Содержание стабильного калия-39 в организме человека регулируется водно-солевым балансом. Калий-40 поступает и выводится из организма в постоянном соотношении со стабильным калием. Поэтому содержание калия-40 в организме человека постоянно и не зависит от его поступления в организм;

б) доза, создаваемая радионуклидами уранового и ториевого рядов. Эта доза пропорциональна годовому поступлению указанных радионуклидов с продуктами питания и водой. Из всех радионуклидов уранового и ториевого рядов наибольший вклад в облучение людей вносят свинец-210, который возникает при распаде радона-222 и его короткоживущих дочерних продуктов, содержащихся в атмосферном воздухе. Свинец-210 и образующиеся при его распаде висмут-210 и полоний-210 осаждаются на земную поверхность, создавая глобальные выпадения природных радионуклидов, что приводит к радиоактивному загрязнению воды, поверхности водоемов, травы и сельскохозяйственных растений.

Несмотря на то, что основная часть дозы внутреннего облучения населения обусловлена поступлением природных радионуклидов с пищей, их содержание в продуктах питания в настоящее время не нормируется.

Наибольшую дозу облучения населения искусственными источниками создает медицинское использование излучения, в первую очередь, рентгено-диагностические процедуры. Вторыми по значимости являются глобальные выпадения радионуклидов, в основном, цезия-137 и стронция-90, в результате испытаний ядерного оружия в атмосфере. Наибольшая создаваемая ими доза была в 1963 г. (140 мкЗв/год). После запрещения ядерных испытаний она непрерывно снижается и составляет в настоящее время 5 мкЗв/год.

В настоящее время глобальные выпадения искусственных радионуклидов создают дозы примерно в 10 раз меньшие, чем глобальные выпадения природных радионуклидов. Так, облучение населения, проживающего на территориях, подвергшихся радиоактивному заражению, создает 2 мкЗв/год. Эта доза, в основном, обусловлена последствиями Чернобыльской аварии 1986 г. Дозы от всех остальных аварий значительно ниже – текущие выбросы и сбросы АЭС и других радиационных объектов создают крайне малый вклад в среднюю дозу облучения населения.

Наиболее опасными для организма человека техногенными радионуклидами на сегодняшний день являются радионуклиды цезия-137 и стронция-90, период полураспада которых составляет приблизительно 30 лет. Это означает, что через 30 лет после аварии на ЧАЭС, в 2016 г. распадется только половина ядер атомов этих элементов, а к 2190 г. останется около 1 % нераспавшихся ядер атомов.

Биологическое действие ядерных излучений на живые объекты подразделяется на два этапа:

- первый этап определяется как первичное действие излучения на биохимические процессы, функции и структуры органов и тканей;
- второй этап обуславливается нейрогенными и гуморальными сдвигами, возникающими в организме под влиянием радиации – нарушением обмена веществ, ферментативных процессов и т.п.

В результате взаимодействия излучений с биосредой живому организму передается определенная величина энергии. Основная величина, характеризующая действие излучения на организм находится в прямой зависимости от количества поглощенной энергии.

При одних и тех же количествах радиации внутреннее облучение во много раз опаснее внешнего, так как, во-первых, резко возрастает время облучения из-за того, что попавшие внутрь организма радионуклиды вступают в химическую связь с различными элементами ткани и медленно из нее выводятся; во-вторых, расстояние от источника облучения до облучаемой

ткани сокращается практически до нуля. Радионуклиды отлагаются внутри организма неравномерно и могут концентрироваться вблизи особо чувствительных к излучению и важных для жизнедеятельности органов или непосредственно в них (критические органы – красный костный мозг, щитовидная железа, половые органы, селезенка).

Результатом биологического действия радиации является нарушение нормальных биохимических процессов с последующими функциональными и морфологическими изменениями в клетках и тканях животного, определяющими в конечном итоге механизм развития и специфику патологического процесса. Под действием радиации в организме образуются токсические вещества (радиотоксины), вызывающие качественные и количественные изменения биологических свойств крови, лимфы, тканевой жидкости и других сред. К токсическим агентам можно отнести гормоны, ферменты, продукты обмена веществ и распада тканей. Например, при облучении увеличивается выделение надпочечных гормонов, что приводит к повышению содержания гликогена в печеночной ткани.

Радиоактивные изотопы любого химического элемента при попадании в организм участвуют в обмене веществ точно так же, как и стабильные изотопы данного элемента. Действие радионуклидов, попавших внутрь организма, не отличается от действия внешних источников излучения. Их особенностью является лишь то, что они, включаясь в обмен веществ, могут оставаться в тканях длительное время. Активность радионуклидов нельзя погасить ни химическими, ни физическими средствами.

На степень биологического действия радионуклидов при внутреннем поступлении большое влияние оказывает наличие нерадиоактивных химических элементов-аналогов в организме. Элементами-аналогами являются кальций и стронций. Щелочно-земельный изотоп стронция-90 вытесняет кальций из его соединений.

Цезий-137 всасывается в желудочно-кишечном тракте полностью, распространяется в организме равномерно, преимущественно в мягких тканях.

У стронция-90 степень всасывания в кишечнике 9 – 60 %, так как щелочно-земельные элементы образуют труднорастворимые соединения, и накапливается, в основном, в костной ткани.

Распределение радионуклидов в организме мало меняется с возрастом. Для всех радионуклидов критическими органами являются кровеносная система и половые железы, так как в них даже при малых дозах радиации происходят существенные изменения. У беременных радиоактивные изотопы проходят через плаценту и откладываются в тканях плода. Наиболее интенсивное всасывание и депонирование происходит у молодого растущего организма. Так, стронций-90 вначале в большом количестве откладывается в губчатых, а в последующем - в компактных частях костей. Стронций-90 токсичнее цезия-137 в 10 раз и плохо выводится из организма.

4.1. Основные принципы радиозащитного питания

Современная концепция радиозащитного питания базируется на трех основных положениях:

- 1) максимально возможное снижение поступления радионуклидов с пищей;
- 2) торможение процесса сорбции и накопления радионуклидов в организме;
- 3) соблюдение принципов рационального питания.

Уменьшения поступления радионуклидов в организм с пищей можно достичь путем снижения их содержания в продуктах при помощи различных технологических или агрозоотехнических приемов, а также моделирования питания, т.е. использования рационов, содержащих их минимальное количество.

За счет обработки пищевого сырья - тщательного мытья, чистки продуктов, отделения малоценных частей можно удалить от 20 до 60 % радионуклидов. Так, перед мытьем некоторых овощей целесообразно удалить верхние наиболее загрязненные листья (капуста, лук репчатый и др.).

Картофель и корнеплоды обязательно моют дважды: перед очисткой от кожуры и после.

Наиболее предпочтительным способом кулинарной обработки пищевого сырья в условиях повышенного загрязнения окружающей среды радиоактивными веществами является варка. При отваривании значительная часть радионуклидов переходит в отвар. Использовать отвары в пищу нецелесообразно.

Существенного снижения содержания радионуклидов в молочных продуктах можно достичь путем получения из молока жировых и белковых концентратов. При переработке молока в сливках остается не более 9 % цезия и 5 % стронция; в твороге - 21 % цезия и около 27 % стронция; в сырах - 10 % цезия и до 45 % стронция. В сливочном масле всего около 2 % цезия от его содержания в цельном молоке.

Одним из направлений радиозащитного питания является увеличение потребления витаминов-антиокислителей (А, Е), также обладающих радиопротекторными свойствами. Поэтому желательно больше употреблять в пищу различных растительных масел - оливкового, кукурузного, подсолнечного - по 2...3 столовые ложки в день. Ускорить выведение из организма радионуклидов, в том числе цезия, способны аскорбиновая витамин С), щавелевая и лимонная кислоты.

Для торможения процесса всасывания и накопления радионуклидов в организме необходимо создать условия для активной перистальтики кишечника, чтобы уменьшить время облучения организма радионуклидами, проникшими в желудочно-кишечный тракт. Этому способствует потребление продуктов, содержащих пищевые волокна - хлеба из муки грубого помола, перловой и гречневой каш, холодных фруктовых и овощных супов, блюд из вареных и сырых овощей, а также кефира, простокваши, кумыса.

Состав пищевых рационов способен оказывать решающее воздействие на реакции организма не только при большой степени облучения, но и при длительном внутреннем облучении малыми дозами. Регулирование

поступления радионуклидов во внутреннюю среду организма путем включения в рацион продуктов и веществ, обладающих радиозащитным, иммуноактивирующим или адаптогенным действием, влияние кулинарной и технологической их обработки является реальным путем снижения последствий внутреннего облучения организма человека.

4.2. Нормативно-правовая база обеспечения радиационной безопасности

В 1996 г. был принят Федеральный Закон № 3-ФЗ от 09.01.96 г. «О радиационной безопасности населения». Это явилось важным шагом в формировании законодательной базы РФ в области обеспечения радиационной безопасности.

Изготавливаемые, ввозимые и находящиеся в обороте на территории РФ пищевые продукты по безопасности и пищевой ценности должны соответствовать ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», в которых нормируется удельная активность цезия-137 и стронция-90. Пищевые продукты должны соответствовать установленным нормативными документами требованиям к допустимому содержанию радиоактивных веществ, представляющих опасность для здоровья нынешнего и будущего поколений.

На каждую партию пищевого продукта необходимо оформлять удостоверение качества и безопасности, в том числе, радиационной. При поступлении продуктов без отметки в соответствующих сопроводительных документах о содержании радиоактивных веществ, подтверждающей их соответствие, обязательно организуется исследование каждой партии продукции поставщика на содержание нормируемых радионуклидов. Радиационная безопасность пищевых продуктов определяется допустимыми уровнями удельной активности цезия-137 и стронция-90. Для определения соответствия пищевых продуктов критериям радиационной безопасности используется показатель соответствия - В, значение которого рассчитывают по результатам измерения удельной активности цезия-137 и стронция-90 в пробе:

$$B = (A/H) (90)Sr + (A/H) (137)Cs,$$

где A - значение удельной активности $(90)Sr$ и $(137)Cs$ в пищевом продукте (Бк/кг); H - допустимый уровень удельной активности для $(90)Sr$ и $(137)Cs$ в том же продукте (Бк/кг).

Радиационная безопасность пищевых продуктов, загрязненных другими радионуклидами, определяется санитарными правилами по нормам радиационной безопасности.

Контрольные вопросы

1. Что такое радиоактивность? В каких единицах она измеряется?
2. Из каких компонентов складывается радиационный фон Земли?
3. Какие наиболее опасные техногенные радионуклиды нормируются в пищевых продуктах?
4. Какое биологическое действие оказывает радиация?
5. Каким образом происходит распределение радионуклидов в организме человека и сельскохозяйственных животных?
6. Перечислите основные принципы радиозащитного питания.
7. Охарактеризуйте нормативно-правовую базу обеспечения радиационной безопасности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антипова Л.В., Дунченко Н.И. Химия пищи: учебник. – СПб.: Издательство «Лань», 2019. – 856 с.
2. Аникиенко, Т.И. Правила обязательного подтверждения соответствия продукции / Т.И. Аникиенко, К.В. Михайлова, С.В. Купцова. – Москва, Издательство ООО "СамПолиграфист", 2021. – 83 с.
3. Декларация Всемирного саммита по продовольственной безопасности: OECD-DAC, Creditor Reporting System Data for Agriculture, Forestry and Fisheries.
4. Донченко, Л.В. Безопасность пищевого сырья и продуктов питания / Л.В. Донченко, В.Д. Надыкта. – М.: ДеЛиПринт, 2007. – 360с.
5. Дунченко Н.И. Безопасность и гигиена питания/ Н.И. Дунченко, С.В. Купцова, В.С. Янковская. М.: МСХА, 2012. 158 с.
6. Дунченко Н.И. Современные методы исследования показателей качества сельскохозяйственного сырья и продовольствия/ Н.И. Дунченко, Е.С. Волошина, С.В. Купцова, К.В. Михайлова.– Москва, Издательство ООО "СамПолиграфист", 2023. – 96 с.
7. Дунченко, Н.И. Биологическая безопасность пищи / Н.И. Дунченко, С.В. Купцова, В.С. Янковская – М: САРМА, 2016. – 149с.
8. Дунченко Н.И. Безопасность и качество пищевых продуктов: монография / Н.И. Дунченко, С.В. Купцова, А.Л. Шегай, С.В. Денисов. – Иркутск, 2018. – 135 с.
9. Дунченко Н.И. Безопасность пищевого сырья и продуктов питания/ Н.И. Дунченко, С.В. Купцова. – Москва, Издательство ООО "Анега", 2019. – 169 с.
10. Дунченко, Н. И. Качество и безопасность молочных продуктов / Н. И. Дунченко, С. В. Купцова, М. С. Капотова, В. Г. Блядзе // Переработка молока. – 2004. – № 5(55). – С. 6.

11. Дунченко, Н. И. Формирование математической модели комплексного показателя результативности системы менеджмента качества / Н. И. Дунченко, Е. С. Волошина, С. В. Купцова, Э. И. Черкасова // Инновации в пищевой биотехнологии: Сборник трудов Международного симпозиума, Кемерово, 14–16 мая 2018 года / Под общей редакцией А.Ю. Просекова. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2018. – С. 432-436.
12. Дунченко, Н. И. Управление качеством продукции: Практикум / Н. И. Дунченко, В. С. Янковская, Е. С. Волошина, М. А. Гинзбург. – Москва: Издательство Франтера, 2020. – 89 с.
13. Михайлова, К. В. Анализ российских и международных методик выполнения испытаний / К. В. Михайлова, М. А. Гинзбург, С. В. Купцова // Безопасность и качество сельскохозяйственного сырья и продовольствия. Создание национальной системы управления качеством пищевой продукции: Сборник научных трудов, Москва, 23 ноября 2016 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016. – С. 296-299.
14. Постановление Правительства РФ № 987 «О государственном надзоре и контроле в области обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов».
15. Приказ Минздрава РФ от 19 августа 2016 года N 614 «Об утверждении Рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания».

16. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 21 января 2022 г. № 23 «Об установлении требований к форме и порядку утверждения рекомендаций о транспортировке, применении и хранении пестицидов и агрохимикатов, об их обезвреживании, утилизации, уничтожения, захоронении, а также к тарной этикетке»).
17. Распоряжение от 25 октября 2010 года № 1873-р «Об основах государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации на период до 2020 года».
18. Регламент Европейского Парламента и Совета ЕС 1333/2008 от 16 декабря 2008 г. "О пищевых добавках".
19. Рогов, И. А. Безопасность продовольственного сырья и пищевых продуктов / И.А. Рогов, Н.И. Дунченко, В.М. Позняковский, А.В. Бердутина, С.В. Купцова – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2007. – 225с.
20. Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года.
21. Технический регламент таможенного союза (ТР ТС 029/2012) «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств». – М.: АО "Кодекс", 2012. - 275 с.
22. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 "О безопасности пищевой продукции". – М.: АО "Кодекс", 2011. -242 с.
23. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки". – М.: АО "Кодекс", 2011. -100 с.
24. Дунченко Н.И. Техническое регулирование в пищевом производстве / Н.И. Дунченко, С.В. Купцова, К.В. Михайлова, М.А. Гинзбург – Москва, РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2019. – 84 с.
25. Федеральный закон №29 "О качестве и безопасности пищевых продуктов".

26. Федеральный закон от 05.07.96 г. № 86-ФЗ «О государственном регулировании в области генно-инженерной деятельности».
27. Федеральный Закон от 09.01.96 г. № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения».
28. Федеральный Закон от 10 января 2002 года ФЗ №7 «Об охране окружающей среды».
29. Федеральный закон от 19.07.97 г. №109-ФЗ «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами».
30. Федеральный закон от 3 июля 2016 г. №358-ФЗ "О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования государственного регулирования в области генно-инженерной деятельности".
31. Федеральный Закон от 30.03.99 г. №52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».
32. Янковская В.С. Безопасность и качество молока-сырья для производства молока питьевого стерилизованного В.С. Янковская, Н.И. Дунченко, С.В. Купцова, Л.Н. Маницкая, М.П. Федотовская.- Молочная промышленность. 2021. № 9. С. 57-59.
33. Янковская В.С. Формирование и прогнозирование качества творожных сыров в условиях неопределенности / В. С. Янковская, Н. И. Дунченко, С. В. Купцова [и др.] // Сыроделие и маслоделие. – 2021. – № 6. – С. 34-36.
34. Янковская В.С. Анализ опасных факторов при производстве молока-сырья, предназначенного для выработки полутвердых сыров / В. С. Янковская, Н. И. Дунченко, С. В. Купцова, К. В. Михайлова // Сыроделие и маслоделие. – 2021. – № 4. – С. 50-52.
35. Янковская В.С. Методология квалиметрии рисков как основа обеспечения качества и безопасности продукции / В.С. Янковская, Н.И. Дунченко, Е.С. Волошина [и др.] // Молочная промышленность. – 2021. – № 11. – С. 52-53.

36. Dunchenko N.I. A design of the quality control and safety mechanism for convenience meat products/ N.I. Dunchenko, S.V. Kuptsova, V.S. Yankovskaya, K.V. Mikhailova, M.A. Ginzburg В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Conference on Production and Processing of Agricultural Raw Materials. 2021. С. 032008.
37. Dunchenko, N. I. A new approach to developing the quality of yoghurts with functional ingredients / N. I. Dunchenko, V. S. Yankovskaya // Food Processing: Techniques and Technology. – 2022. – Vol. 52, No. 2. – P. 214-221.
38. Voloshina, E. S. Created of an integrated quality system for the production of canned meat for child nutrition / E. S. Voloshina, N. I. Dunchenko, A. A. Odintsova [et al.] // Rural Development 2019: Proceedings of the 9th International Scientific Conference, Литва, 26–28 сентября 2019 года. – Литва: Vytautas Magnus University, 2019. – P. 89-92.
39. Yankovskaya V.S. Improving the quality of functional fish products based on management and qualimetry methods/ V.S. Yankovskaya, N.I. Dunchenko, E.S.Voloshina, S.V. Kuptsova, O.B.Fedotova, K.V. Mikhailova В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Conference on Production and Processing of Agricultural Raw Materials. 2021. С. 062001.
40. Yankovskaya V.S. Food quality management based on qualimetric methods / V. S. Yankovskaya, N. I. Dunchenko, D. Artykova [et al.] // Rural Development 2019: Proceedings of the 9th International Scientific Conference, Литва, 26–28 сентября 2019 года. – Литва: Vytautas Magnus University, 2019. – P. 93-97.
41. V. S. Yankovskaya V. S. Improving the quality of functional fish products based on management and qualimetry methods / V. S. Yankovskaya, N. I. Dunchenko, E. S. Voloshina [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Voronezh, 26–29 февраля 2020 года. – Voronezh, 2021. – P. 062001.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. Государственная политика в области здорового питания	4
1.1. Проблема продовольственной безопасности на международном уровне.....	4
1.2. Принципы построения многоуровневой системы продовольственной безопасности государства.....	7
1.3. Критерии обеспечения продовольственной безопасности в России.....	9
1.4. Основы государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации	15
<i>Контрольные вопросы</i>	25
2. КЛАССИФИКАЦИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ ПИЩИ И ОСНОВНЫЕ ПУТИ ЕЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ.....	26
2.1. Характеристика природных компонентов пищи и их действия на организм человека.....	28
2.1.1. Потенциальная опасность пищевых компонентов.....	28
2.1.2. Роль пищевых волокон в питании.....	32
2.1.3. Опасность веществ с выраженной фармакологической активностью, входящих в состав продуктов питания.....	33
2.1.4. Влияние антиалиментарных веществ на безопасность пищевых продуктов.....	35
2.1.5. Характеристика токсических компонентов пищевых продуктов.....	40
2.1.6. Характеристика морских токсинов.....	45
2.2. Безопасность генетически модифицированных источников пищи.....	53
2.2.1. Основные принципы санитарно-гигиенического нормирования, регистрации, маркировки пищевых продуктов из генетически модифицированных источников.....	55
<i>Контрольные вопросы</i>	58
3. ХАРАКТЕРИСТИКА КОНТАМИНАНТОВ ХИМИЧЕСКОГО И БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ.	59
3.1. Методология оценки безопасности пищевых продуктов и принципы гигиенического нормирования.....	59
3.2. Загрязнения токсичными элементами.....	61
3.2.1. Ртуть, пути загрязнения пищевых продуктов. Токсическая опасность ртути и ее соединений.....	62
3.2.2. Кадмий, его токсичность и источники загрязнения.....	65

3.2.3. Свинец, его токсичность и источники загрязнения.....	67
3.2.4. Мышьяк, его токсичность и источники загрязнения.....	69
3.2.5. Токсические свойства меди, стронция, цинка, железа, сурьмы, олова, никеля, хрома, алюминия.....	71
<i>Контрольные вопросы</i>	75
3.3. Загрязнение пищевых продуктов пестицидами.....	75
3.3.1. Токсиколого-гигиеническая характеристика и гигиеническое нормирование пестицидов.....	78
3.3.2. Технологические способы снижения остаточных количеств пестицидов в пищевом сырье и продуктах питания.....	85
3.3.3. Анализ структуры загрязнения пестицидами продовольственного сырья и продуктов питания.....	86
<i>Контрольные вопросы</i>	89
3.4. Диоксины, полихлорированные бифенилы и другие полигалогенированные углеводороды.....	90
3.4.1. Токсическое действие диоксинов и диоксиноподобных соединений.....	92
3.4.2. Источники загрязнения окружающей среды полигалогенированными углеводородами.....	96
3.4.3. Пути решения проблемы безопасности пищевых продуктов и окружающей среды с точки зрения их контаминации полигалогенированными углеводородами.....	102
<i>Контрольные вопросы</i>	105
3.5. Загрязнение пищевых продуктов соединениями азота.....	106
3.5.1. Основные источники нитратов, нитритов и нитрозаминов в пищевом сырье и продуктах питания.....	106
3.5.2. Биологическое действие соединений азота на человеческий организм.....	108
3.5.3. Технологические способы снижения содержания соединений азота в сырье и пищевых продуктах.....	110
<i>Контрольные вопросы</i>	111
3.6. Загрязнение пищевых продуктов полициклическими ароматическими углеводородами.....	111
<i>Контрольные вопросы</i>	113
3.7. Загрязнение продовольственного сырья препаратами, применяемыми в животноводстве.....	113
3.7.1. Проблемы применения и контроля гормональных препаратов.....	113
<i>Контрольные вопросы</i>	117

3.8. Загрязнение продовольственного сырья и пищевых продуктов микотоксинами.....	118
<i>Контрольные вопросы</i>	127
3.9.Микробиологический контроль безопасности пищевых продуктов.....	127
<i>Контрольные вопросы</i>	131
4.ОСНОВЫ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО СЫРЬЯ И ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ.....	131
4.1.Основные принципы радиозащитного питания.....	136
4.2.Нормативно-правовая база обеспечения радиационной безопасности...	138
<i>Контрольные вопросы</i>	139
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	140

Учебное издание

**Дунченко Нина Ивановна
Купцова Светлана Вячеславовна
Кручинин Александр Геннадьевич**

**Безопасность сельскохозяйственного сырья и
продовольствия**

Учебное пособие

Подписано в печать 26.06.2024 г. Формат 60×84/16

Усл.печ.л. 9,25 Тираж 100 экз. Заказ №41282.

Отпечатано в типографии «OneBook.ru»

ООО «Сам Полиграфист»

129090 г. Москва, Протопоповский пер., 6

www.onebook.ru