

И. А. РОГОВ, Н. И. ДУНЧЕНКО, В. М. ПОЗНЯКОВСКИЙ
А. В. БЕРДУТИНА, С. В. КУПЦОВА

БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО СЫРЬЯ И ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

2014

УДК 641.002.33:65.012.8
ББК 51.23:30.3
Р59

Рецензенты

чл. президиума Комитета Государственной Думы по охране здоровья,
академик РАН, доктор медицинских наук *Н. Ф. Герасименко*
чл. кафедрой гигиены питания
Российской медицинской академии последиипломного образования
Министерства здравоохранения и социального развития,
руководитель лаборатории пищевой токсикологии НИИ питания РАН,
доктор медицинских наук, профессор *С. А. Хоминиченко*

Рогов, Н. А.

Р59 Безопасность продовольственного сырья и пищевых продуктов
[Текст]: Учеб. пособие / Н. А. Рогов, Н. Н. Дутченко, В. М. Поляковский,
А. В. Бердугина, С. В. Купцова. — Саратов: Издательство «Вузовское образова-
ние», 2014. — (Высшее образование). — 226 с. — Док. опубл. не был. — Доступ
с сайта ЭБС IPRbooks.

В учебном пособии изложены основные положения государственной политики в области здорового питания, пути обеспечения продовольственной безопасности, приведены основные нормативно-правовые документы, регулирующие отношения в сфере обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов.

Дана характеристика соединений природного происхождения, химически загрязнителей, супероксидантов, других ксенобиотиков, пищевых и биологически активных добавок, представляющих потенциальную опасность для человека при их употреблении с пищей, рассмотрены критерии их регламентирования и методы определения.

Для студентов высших учебных заведений, изучающих дисциплины, связанные с вопросами качества и безопасности продуктов питания, научных и практических работников пищевой и перерабатывающей промышленности, специалистов контролирующих организаций.

УДК 641.002.33:65.012.8
ББК 51.23:30.3

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
Глава 1. ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: ПОНЯТИЕ, СУЩНОСТЬ И ПУТИ ДОСТИЖЕНИЯ	9
1.1. Безопасность продовольственного сырья и пищевых продуктов как одна из основных составляющих их качества	9
1.2. Проблема продовольственной безопасности на международном уровне	11
1.3. Принципы построения многоуровневой системы продовольственной безопасности государства	14
1.4. Критерии обеспечения продовольственной безопасности в России	16
1.5. Концепция государственной политики в области здорового питания на период 2005–2010 гг.	21
1.6. Характеристика нормативно-правовой базы правового регулирования продовольственной безопасности	29
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	37
Глава 2. КЛАССИФИКАЦИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ ПИЩИ И ОСНОВНЫЕ ПУТИ ЕЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ	39
2.1. Пища как возможный источник и носитель потенциально опасных веществ. Безопасность пищи	39
2.2. Природные компоненты пищи и их действие на организм человека	42
2.2.1. Потенциальная опасность пищевых компонентов	42
2.2.2. Роль балластных компонентов в питании	45
2.2.3. Опасность веществ с выраженной фатотоксикологической активностью, входящих в состав продуктов питания	46
2.2.4. Влияние аддитивных веществ на безопасность пищевых продуктов	47
2.2.5. Токсичные компоненты пищевых продуктов	51
2.2.6. Морские токсины	54
2.3. Безопасность генетически модифицированных источников пищи	60
2.3.1. Основные принципы санитарно-гигиенического нормирования, регистрации, маркировки пищевых продуктов из генетически модифицированных источников	61

2.3.2. Методы определения генетически модифицированных источников в продуктах питания.....	63
2.3.3. Организация ПЩР-лаборатории	70
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	71
Глава 4. ХАРАКТЕРИСТИКА И МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНТАМИНАНТОВ ХИМИЧЕСКОГО И БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ	73
3.1. Методология оценки безопасности пищевых продуктов и принципы гигиенического нормирования	74
3.2. Загрязнения токсичными элементами.....	76
3.2.1. Ртуть: источники загрязнения пищевых продуктов. Токсическая опасность ртути и ее соединений	77
3.2.2. Кадмий, его токсичность и источники загрязнения.....	78
3.2.3. Свинец, его токсичность и источники загрязнения.....	79
3.2.4. Мышьяк, его токсичность и источники загрязнения.....	81
3.2.5. Токсические свойства меди, стронция, цинка, железа, сурьмы, олова, никеля, хрома, алюминия.....	83
3.2.6. Методы определения токсичных элементов в пищевых продуктах.....	85
3.3. Загрязнение пищевых продуктов пестицидами	88
3.3.1. Токсиколого-гигиеническая характеристика и гигиеническое нормирование пестицидов.....	90
3.3.2. Технологические способы снижения остаточных количеств пестицидов в пищевом сырье и продуктах питания.....	95
3.3.3. Методы определения остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах и продовольственном сырье.....	96
3.3.4. Анализ структуры загрязнения пестицидами продовольственного сырья и продуктов питания.....	98
3.4. Диоксины, полихлорированные бифенилы и другие полигалогенированные углеводороды как контаминанты продуктов питания.....	100
3.4.1. Токсическое действие диоксинов и диоксиноподобных соединений	101
3.4.2. Источники загрязнения окружающей среды полигалогенированными углеводородами	104
3.4.3. Методы анализа полигалогенированных углеводородов в пищевых продуктах и объектах окружающей среды.....	109
3.4.4. Пути решения проблемы безопасности пищевых продуктов и окружающей среды с точки зрения контаминации их полигалогенированными углеводородами.....	112
3.5. Загрязнение пищевых продуктов соединениями азота	114
3.5.1. Основные источники нитратов, нитритов и нитрозаминов в пищевом сырье и продуктах питания.....	114
3.5.2. Биологическое действие соединений азота на человеческий организм	115
3.5.3. Технологические способы снижения содержания соединений азота в сырье и пищевых продуктах.....	116

3.5.4. Методы определения нитратов, нитритов и нитрозаминов в пищевых продуктах.....	117
3.6. Загрязнение пищевых продуктов полициклическими ароматическими углеводородами.....	119
3.6.1. Методы определения бенз(а)пирена в пищевых продуктах.....	120
3.7. Загрязнение продовольственного сырья препаратами, применяемыми в животноводстве.....	120
3.7.1. Проблемы применения и контроля гормональных препаратов.....	120
3.7.2. Контроль за остаточным содержанием антибиотиков и других ветеринарных препаратов.....	124
3.8. Загрязнение продовольственного сырья и пищевых продуктов микотоксинами ..	128
3.8.1. Методы определения микотоксинов.....	133
3.9. Микробиологический контроль безопасности пищевых продуктов	136
Контрольные вопросы и задания.....	139
Глава 4. ОСНОВЫ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО СЫРЬЯ И ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ	141
4.1. Основные принципы радиационного питания.....	145
4.2. Нормативно-правовая база обеспечения радиационной безопасности	146
Контрольные вопросы и задания.....	147
Глава 5. ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК И КОНТРОЛЬ ЗА ИХ ПРИМЕНЕНИЕМ	149
5.1. Термины и определения.....	149
5.2. Гигиенический контроль за применением пищевых добавок	153
Контрольные вопросы и задания.....	154
Глава 6. ПОЛИМЕРНЫЕ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ КАК ВОЗМОЖНЫЙ ИСТОЧНИК ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ	155
6.1. Гигиеническая экспертиза материалов, контактирующих с пищевыми продуктами.....	157
Контрольные вопросы и задания.....	158
Глава 7. ГИГИЕНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ЗА ПРИМЕНЕНИЕМ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК К ПИЩЕ	159
7.1. Законодательная и нормативная база БАД. Термины и определения	160
7.2. Классификация БАД.....	161
7.3. Контроль за применением.....	162
Контрольные вопросы и задания.....	164
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	165

<i>Приложение 1. Рекомендуемые объединенным комитетом экспертов ФАО/ВОЗ по пищевым добавкам и загрязнителям максимальные уровни остатков ветеринарных (зоотехнических) препаратов в пищевых продуктах животного происхождения</i>	169
<i>Приложение 2. Допустимые уровни содержания биологически активных веществ в пищевых продуктах при использовании ароматизаторов и экстрактов из растительного сырья</i>	174
<i>Приложение 3. Биологически активные вещества, компоненты пищи и продукты, являющиеся их источниками, не оказывающие вредного воздействия на здоровье человека при использовании для изготовления биологически активных добавок к пище</i>	175
<i>Приложение 4. Биологически активные вещества, компоненты пищи и продукты, являющиеся их источниками, которые могут оказать вредное воздействие на здоровье человека при использовании для изготовления биологически активных добавок к пище</i>	177
<i>Приложение 5. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ</i>	178
<i>Приложение 6. Паразитологические показатели безопасности рыбы, ракообразных, моллюсков, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки</i>	197
<i>Приложение 7. Пищевые добавки, не оказывающие вредного воздействия на здоровье человека при использовании для изготовления пищевых продуктов</i>	204
<i>Приложение 8. Гигиенические требования безопасности консервированных пищевых продуктов</i>	220
<i>Приложение 9. Пищевые продукты, полученные из генетически модифицированных источников</i>	224

ВВЕДЕНИЕ

Понятие безопасности является многогранным и включает несколько аспектов. Различают ядерную, радиационную безопасность, безопасность излучений, промышленную, механическую, химическую, электрическую, термическую, пожарную, а также взрывобезопасность и биологическую безопасность.

Вобщем, 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.

В свою очередь, понятие биологической безопасности тесно связано с концепцией биосферы, сформулированной в трудах выдающегося российского ученого Владимира Ивановича Вернадского (1863–1945), согласно которой живая и неживая природа существуют в неразрывном единстве, оказывая друг на друга взаимное влияние. Поэтому человек, являясь естественной частью биосферы, в результате своей хозяйственной деятельности изменяет окружающую среду и одновременно испытывает на себе воздействие этих изменений, не всегда благоприятных.

Иногда деятельность человека вызывает серьезные нарушения в экосистеме, поэтому понятие биологической безопасности следует рассматривать применительно ко всем живым организмам, подразумевая под этим равновесие и возможность саморегуляции в экосистеме, а также отсутствие вреда для жизни и здоровья населяющих ее живых существ.

Применительно к человеку биологическую безопасность следует рассматривать в первую очередь с точки зрения продовольственной безопасности как одной из важнейших составляющих его жизнедеятельности, а также с точки зрения санитарно-эпидемиологического благополучия.

Проблема продовольственной безопасности для человека существовала всегда. Продовольствие, воздух, вода и климат 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 др. Поэтому проблема стабильного и безопасного продовольственного обеспечения населения является одной из самых важных государственных задач, от решения которой в значительной степени зависит здоровье нации.

Глава первая

ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: ПОНЯТИЕ, СУЩНОСТЬ И ПУТИ ДОСТИЖЕНИЯ

1.1. БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО СЫРЬЯ И ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ КАК ОДНА ИЗ ОСНОВНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ИХ КАЧЕСТВА

Решение проблем качества и безопасности сельскохозяйственного сырья и продуктов его переработки является одним из приоритетных направлений в реализации концепции государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации на период до 2010 г.

Среди основных принципов формирования качества продовольственных товаров следует отметить их безопасность, а также обеспечение пищевой ценности продукта согласно его значимости в питании человека. Немаловажная роль отводится внешнему виду, органолептическим показателям, упаковке, информации для потребителя о качестве и направлении использования продукта.

В экономически развитых странах качество продукции формируется под воздействием следующих основополагающих факторов:

- восприимчивость промышленных предприятий к оперативному использованию последних достижений научно-технического прогресса;
- тщательное изучение требований внутреннего и международного рынка, потребностей различных категорий потребителей;
- использование «человеческого фактора»: обучение рабочих и руководителей, воспитание, систематическое повышение квалификации, применение материальных и моральных стимулов.

В США на переобучение рабочих и служащих фирмы ежегодно затрачивается 25 млрд долларов: профессиональная компетентность стоит дорого. Большое внимание уделяется подготовке специальных кадров, отвечающих за качество продукции. Как правило, в организации они занимаются разработкой, внедрением и обеспечением функционирования соответствующей системы качества, проводят внутренний аудит (проверку системы качества).

Основными факторами, побуждающими зарубежные компании и фирмы производить продукцию высокого уровня, являются стремление к «выживанию» в условиях жесткой конкуренции и большого разнообразия предлагаемых на рынке товаров, повышение правовой ответственности за сбыт дефектной продукции, давление потребителей, объединенных в союзы, общества и ассоциации.

На отечественных пищевых предприятиях вопросам качества, в частности разработке систем качества, пока не уделяется должного внимания.

Вместе с тем уже сейчас формируется новое отношение к качеству продукции через затраты и потери предприятий, выпускающих некачественные товары, возрастает влияние качества на экономические показатели производителей. Качественные импортные товары создают конкуренцию отечественной продукции. Появляются предприятия, разрабатывающие и применяющие современные системы обеспечения качества с ориентацией на требования международных стандартов.

Удовлетворение потребностей в высококачественных продуктах питания — одна из основных социально-экономических проблем сегодняшнего дня. Проблема усугубляется необходимостью быстрого решения вопросов безопасности этих продуктов в связи с бесконтрольным применением на протяжении десятилетий минеральных удобрений, химических средств защиты растений, кормовых добавок для животных. Особое влияние на качество продуктов питания оказывают экологическая обстановка, работа контролирующих органов и организаций, несовершенство решений некоторых вопросов стандартизации и сертификации, несоответствие отечественных нормативных документов международным и европейским стандартам. Чтобы не оказаться за пределами будущего потребительского рынка, необходимо активно работать в направлении создания и совершенствования систем качества. Одним из таких направлений может стать деятельность по «петле качества» — широко апробированной системе контроля качества пищевой продукции в экономически развитых странах мира.

Стандарты ISO⁴ 9000 и 10000 аккумулируют мировой опыт в области управления качеством, отражающий длительный процесс перехода мировой хозяйственной системы к единым принципам рыночной экономики. Эти стандарты действуют более чем в 70 странах мира. К настоящему времени зарегистрировано около 50 тыс. систем качества предприятий, ежемесячно сертифицируется около 2 тыс. систем качества, что свидетельствует о глобальной политике международных и национальных организаций в области качества в начале нового тысячелетия.

Обеспечение контроля качества и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов осуществляется на различных уровнях: производственном, ведомственном, государственном и общественном.

⁴ ISO (ISO) — Международная организация по стандартизации.

Важным средством обеспечения контроля качества является маркировка продукции, при этом следует отметить необходимость ее модификации в соответствии с требованиями европейских и международных стандартов.

Большое значение для решения рассматриваемой проблемы имеет проведение постоянного мониторинга загрязнения продовольственного сырья и пищевых продуктов технобиотоксинами химического и биологического происхождения с целью определения приоритетных загрязнителей и уровня их поступления.

В целом указанные выше мероприятия должны быть объединены в единые государственные программы и проекты, обеспечивающие эффективность их выполнения и контроля. В рамках федеральных проектов необходимо разрабатывать соответствующие программы на региональном уровне с учетом специфики и возможностей отдельных регионов.

1.2. ПРОБЛЕМА ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА МЕЖДУНАРОДНОМ УРОВНЕ

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

Проблематикой продовольственной безопасности систематически занимается ООН и ее исполнительные органы, в том числе Комитет по всемирной продовольственной безопасности. В октябре 1996 г. в Риме состоялось XXII сессия, на которой была принята «Римская декларация о всемирной продовольственной безопасности». Декларация была одобрена на Всемирной встрече на высшем уровне по проблемам продовольствия (ноябрь 1996 г.).

Продовольственная безопасность рассматривается ООН прежде всего на глобальном уровне. Главной целью является снижение к 2015 г. числа голодающих в два раза по сравнению с нынешним уровнем. В настоящее время более 800 млн человек по всему миру испытывают недостаток в продуктах питания. Основными причинами этого являются низкие доходы, а также стихийные бедствия и антропогенные катастрофы. Кроме того, отрицательное воздействие оказывают ухудшающиеся условия окружающей среды, а также прогрессирующий рост населения.

Участники Всемирной встречи одобрили План действий (табл. 1.1), который включает ряд обязательств и мероприятий, принимаемых мировым сообществом для улучшения продовольственной ситуации. Это свидетельствует о том, что продовольственная безопасность представляет собой комплексную задачу, в реализацию которой должны внести свой вклад все страны.

План действий, принятый на Всемирной встрече по проблемам продовольствия

Обязательство	Цель
1. Обеспечить политическую, социальную и экономическую обстановку, позволяющую создать оптимальные условия для искоренения бедности	1.1. Предотвращать и разрешать конфликты мирным путем, обеспечивать равноправное участие всех народов в решении и разрешении, которые затрагивают их продовольственную безопасность 1.2. Обеспечить стабильные экономические условия 1.3. Содействовать обеспечению равных возможностей народов в общественной, экономической и политической жизни 2.1. Через разумную национальную политику содействовать национальной и экономической целостности населения с целью максимизации доходов его наименее части 1.5. Удовлетворять продовольственные потребности семей и лиц, испытывающих недостаток продовольствия 2.3. Обеспечить адекватность продовольственным потребностям удовлетворенно потребностей населения
2. Проводить политику, направленную на искоренение бедности и неравенства в части доступа к сельскохозяйственному продовольствию, а также его использованию	3.1. Добиться устойчивого натурального и разнообразного производства продовольствия, повышения производительности, эффективности и безопасности 3.2. Борьба с природной утратой продовольственной безопасности, особенно с засухой и опустыниванием, сельскохозяйственными вредителями 3.3. Содействовать обмену и использованию технологий и программ, необходимых для укрепления продовольственной безопасности развивающихся стран 3.4. Активно участвовать в сотрудничестве государственного и частного сектора с целью максимизации лучшего сотрудничества в области увеличения производственного потенциала в сельском, рыбном и лесном хозяйстве 4.1. Удовлетворять требования и использовать возможности, возникающие в связи с систематизацией всемирных и региональных торговых переговоров 4.2. Удовлетворять основные потребности в импорт продовольствия всех стран, уделяя особое внимание развивающимся странам
3. Проводить совместную политику в области продовольствия, сельского, рыбного и лесного хозяйства	5.1. Сократить потребности в чрезвычайной продовольственной помощи путем активизации предотвращения критических чрезвычайных ситуаций и усиления готовности к ним 5.2. Разрабатывать в критические сроки стратегии по предотвращению возникновения чрезвычайных ситуаций и усилению готовности к ним 5.3. Ускоривать/улучшать механизмы реагирования в чрезвычайных ситуациях на международном, национальном и местном уровнях
4. Привлечь внимание к тому, чтобы мировая торговая система содействовала продовольственной безопасности для всех	6.1. Способствовать посредством инвестиций устойчивому развитию продовольственных программ и сельских регионов 6.2. Предпринимать усилия по увеличению инвестиций, направленных на устойчивое становление и развитие развивающихся стран сельского хозяйства и производства продовольствия
5. Проводить политику, направленную на искоренение бедности и неравенства в части доступа к сельскохозяйственному продовольствию, а также его использованию	
6. Способствовать оптимальному выделению инвестиций для развития продовольственных и сельскохозяйственных систем	

Иерархия уровней проблемы продовольственной безопасности

Уровни 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 государства
5. Местный	Территориальные власти и законодательные органы
6. Семейный	Сообщество совершеннейших родственников
7. По группам населения	Национальные и территориальные власти

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

Проблемы продовольственной безопасности и пути их решения имеют определенную иерархию, соподчиненность. В табл. 1.2 показано распределение ответственности за решение продовольственных проблем между различными организациями и структурами в зависимости от уровня и значимости решаемой проблемы.

Разделение и группировка проблем продовольственной безопасности по иерархическому принципу позволяют выделить основные цели и определять план действий по их достижению в соответствии с уровнем реализации проблемы обеспечения населения качественными и безопасными продуктами питания (табл. 1.3).

Таблица 1.3

Структурирование целей продовольственной безопасности

Цель	Уровни реализации проблем (см. табл. 1.2)
Сохранение числа голодающих и истощенных людей	1–7
Достижение максимально высокого уровня продовольственного самообеспечения по основным видам продовольствия	4–7
Повышение возможностей импорта по продовольствию	3–5
Обеспечение производства продовольствия в объеме и ассортименте, достаточном для питания по нормам	1–6
Достижение дохода, обеспечивающего возможность потребления продуктов питания на уровне научно обоснованных норм	4–7
Обеспечение соответствия качества производимых продуктов питания требованиям безопасности	1–6
Создание и поддержание запасов продовольствия на случай бедствий и катастроф	3–5

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.

Таким образом, решая проблемы продовольственной безопасности на глобальном уровне посредством оказания продовольственной помощи голодающим или реализации долгосрочной программы борьбы с голодом, мировое сообщество способствует решению продовольственной проблемы в определенных регионах и странах.

В то же время, стимулируя развитие сельскохозяйственного производства в своей стране, например в России, государство тем самым создает условия для повышения степени продовольственного самообеспечения населения планеты, а также субъектов Федерации, семей и низкообеспеченных групп населения. Иными словами, повышение степени продовольственной безопасности конкретного государства за счет увеличения собственного производства продовольствия оказывает положительное воздействие на продовольственное обеспечение как выехавших, так и неехавших структур перарлам.

1.3. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ МНОГОУРОВНЕВОЙ СИСТЕМЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГОСУДАРСТВА

Большинство целей обеспечения продовольственной безопасности адресовано не одному уровню субъектов, а нескольким или большинству. Вместе с тем имеются структуры, ответственные за весь комплекс целей, образующих продовольственную безопасность, — это правительство и законодательные органы 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 экономического региона.

В качестве системообразующего фактора для системы продовольственной безопасности региона принимается его агропромышленный комплекс (АПК). С АПК системно связаны следующие 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 основе следующих принципов:

- 1) функционального (подсистемы обеспечивают выполнение главной цели системы — продовольственной безопасности региона);
- 2) организационного (подсистемы связаны между собой определенной соподчиненностью для выполнения главной цели системы);
- 3) ресурсного (подсистемы обеспечивают количественные и качественные характеристики всей системы);
- 4) технологического (для подсистем формируется способ связи, необходимый для реализации целей).

Таким образом, система продовольственной безопасности — это система взаимосвязанных подсистем, структурированная по функциональному, организационному, ресурсному и технологическому принципам и имеющая главной целью надежное (бесперебойное) и достаточное (по медицинским нормам) снабжение населения основными продуктами питания, гарантирующее отсутствие опасности голода или недоедания.

Разделение 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 способствуют реализации этой цели.

Представление продовольственной безопасности в форме системы позволяет оценить состояние каждой из ее подсистем и на основании этого выявить многоуровневый характер данной системы. Выделены следующие уровни системы продовольственной безопасности:

- П1 — продовольственная сверхбезопасность региона (регион самообеспечен продовольствием на 100 % и сверх этого имеет производственные мощности и запасы для вывоза продовольствия на межрегиональные и мировые рынки);
- П2 — продовольственная устойчивая безопасность региона (регион самообеспечен основным продовольствием на 100 %);
- П3 — продовольственная безопасность региона (регион самообеспечен продовольствием на предельно допустимом уровне, сверх которого продовольствие ввозится из окружающих регионов РФ и импортируется, т. е. регион находится в предкризисном состоянии);
- П4 — опасность (угроза) продовольственной безопасности (регион находится в кризисном состоянии, когда продовольственная безопасность отсутствует);

- П5 — продовольственная предкатастрофа (регион находится в состоянии, когда его население полностью зависит от внешних экономических и административно регулируемых поставок продовольствия);
- П6 — продовольственная катастрофа (в регионе имеет место голод, происходит естественная и миграционная депопуляция населения).

Выделение уровней продовольственной безопасности имеет практическое значение. Такой подход позволяет четко определить фактический уровень продовольственного обеспечения региона и оценить, 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.

Комплексный характер продовольственной безопасности требует прежде всего активных действий правительства каждого государства. Вместе с тем необходима согласованность действий правительств и целенаправленных усилий международной общественности, дополняющих и усиливающих действия отдельных государств.

1.4. КРИТЕРИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РОССИИ

Продовольственная безопасность Российской Федерации и ее регионов рассматривается как способность государства гарантировать удовлетворение потребностей в продовольствии на уровне, позволяющем обеспечивать нормальную жизнедеятельность населения.

Основными критериями обеспечения продовольственной безопасности страны являются следующие:

- степень удовлетворения физиологических потребностей населения в питательных веществах и энергии, соответствии рациона питания человека требованиям минимизации в продуктах питания вредных для его здоровья веществ;
- уровень физической и экономической доступности продуктов питания различным группам 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.

Размеры потребления пищевых продуктов в среднем на душу населения России (рекомендации Института питания РАМН)

Пищевые продукты	Размер потребления	
	кг/год	г/день
Хлеб и хлебобулочные в пересчете на муку	102	279
Картофель	113	310
Овощи и баковые	138	381
Фрукты и ягоды в пересчете на яблоки	71	194
Сахар	40,7	112
Масло и маслосодержащие*	85	232
Рыба и рыбобулочные	23,7	65
Молоко и молочные продукты в пересчете на молоко	406	1096
Молоко цельное	123	337
Молоко обезжиренное	12,8	35
Масло животное (21,7)**	6,0	16,7
Творог (4,0)**	9,1	24,9
Сметана и сливки (9,0)**	6,3	17,8
Сыр, брынза (8,0)**	6,1	16,7
Яйца, шт.	292	8,8
Масло растительное, маргарин, кулинарные жиры	12,2	33

* Включая потребление субпродуктов 2-й категории в размере 4 кг/год.

** В подобных случаях коэффициент пересчета продукта в молоко.

Институтом питания РАМН предложены ориентировочные размеры потребления пищевых продуктов в среднем на душу населения России (табл. 1.4), на основе которых составлена так называемая продовольственная корзина (табл. 1.5). 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.

В интересах сохранения и укрепления здоровья нации необходимо 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 особого внимания должно стать рациональное питание работающих в экстремальных условиях, детей, людей пожилого возраста и страдающих хроническими заболеваниями.

**Выбор основных пищевых продуктов (продовольственной корзины)
для обеспечения базового питания населения России в среднем на душу населения
(рекомендации Института питания РАН)**

Пищевые продукты	Рекомендуемый размер потребления, кг/год	Допустимые (рациональные) колебания, кг/год
Хлебобулочные	110	105–120
Картофель	117	100–120
Овощи и бахчевые	139	75–140
Фрукты и ягоды	71	50–80
Сахар	39	25–43
Маслопродукты	78	45–80
Рыбопродукты	23	10–30
Молочные продукты	280	300–400
Яйца, шт.	281	250–300
Масло растительное	13	9–13

В качестве минимально допустимого уровня питания граждан по количеству и ассортименту продуктов питания, содержанию в них питательных веществ и их энергетической достаточности принимаются нормы потребления, заложенные при расчете минимальной потребительской корзины.

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 поступление его в места потребления в объемах и ассортименте, соответствующий платежеспособному спросу.

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 выполняет агропромышленный комплекс.

Важным параметром продовольственной безопасности является общий удельный вес отечественного и импортного продовольствия в потреблении страны и соотношение этих составляющих 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 в течение 12 мес. составляет не менее 80 %. 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 меры защиты 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 требуется последовательное осуществление комплекса взаимосвязанных организационно-экономических и социальных мер.

В первую очередь нужно обеспечить сбалансированное функционирование агропромышленного комплекса в режиме расширенного воспроизводства в сочетании со 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 необходимо создать правовые и организационно-экономические условия, исключющие криминализацию в сфере производства и особенно в сфере сбыта продовольствия и сельскохозяйственного сырья.

Система обеспечения продовольственной безопасности определяется федеральными законами, указами и распоряжениями президента, решениями Совета безопасности Российской Федерации. На их основе и с учетом региональных законодательных актов Правительство Российской Федерации осуществляет:

- 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, выполнение 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.

Для контроля над состоянием продовольственной безопасности в стране и регионах необходимо разработать систему мониторинга, установить перечень показателей, порядок сбора, обработки и анализа информации. Мониторинг должен содержать сведения:

- об уровне потребления населением страны и регионов продовольствия по сравнению с научно обоснованными нормами;
- соотношении самообеспечения основными видами продовольствия и производственных ресурсов отраслей АПК и их импорта;
- степени дифференциации регионов и социальных групп населения в них по уровню потребления продовольствия;
- состоянии производственного потенциала агропромышленного комплекса и сельского хозяйства (плодородия почвы, наличия и состояния техники, оборудования, производственных помещений, поголовья скота и др.);
- соотношении цен на сельскохозяйственную и промышленную продукцию и уровне государственной поддержки предприятий АПК;
- развитии продовольственных рынков и их влиянии на продовольственное обеспечение населения;
- наличии товарных запасов продовольствия и сырья для его производства, материально-технических ресурсов отраслей АПК.

Подводя итог, следует отметить, что для оценки соответствия сложившегося и прогнозируемого уровня продовольственной безопасности России рассмотренным выше критериям необходима разработка соответствующих параметров,

дифференцированных по регионам, профессиональным и половозрастным группам населения.

Для обеспечения продовольственной безопасности необходима система государственных мер в сочетании с использованием внутренних резервов отраслей, предприятий и хозяйств агропромышленного комплекса на основе их адаптации к рыночным условиям хозяйствования.

1.5. КОНЦЕПЦИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЛИТИКИ В ОБЛАСТИ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ НА ПЕРИОД 2005–2010 гг.

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 в необходимых объемах продовольственного сырья и пищевых продуктов;
- доступность пищевых продуктов для всех слоев населения;
- высокое качество и безопасность пищевых продуктов;
- обучение населения принципам рационального, здорового питания;
- постоянное наблюдение за состоянием питания и здоровья населения, а также за качеством и безопасностью продовольственного сырья и пищевых продуктов.

На первом этапе реализации государственной политики создаются необходимые научные, экономические, нормативно-правовые и организационные условия для увеличения объемов производства отечественных пищевых продуктов, витаминов, минеральных веществ и микроэлементов, формирования системы государственного контроля качества продовольственного сырья и пищевых продуктов на всех стадиях — от поля или фермы до потребителя.

Для формирования законодательной и нормативно-правовой базы необходимо принятие законов:

- регулирующих отношения между производителем и продавцом сырья и пищевой продукции;
- повышающих материальную заинтересованность производителя в высококачественных, здоровых продуктах;
- создающих систему адресной помощи малоимущим слоям населения;
- обеспечивающих финансирование основных мероприятий по здоровому питанию, включая обучение населения принципам и навыкам здорового питания как важнейшего компонента здорового образа жизни;

- разграничивающие полномочия и ответственность за проведение указанных работ между центром и регионами.

Одновременно реализуются мероприятия по гармонизации показателей качества и безопасности пищевых продуктов в соответствии с рекомендациями международных организаций ВОЗ и ФАО*, ведущих производителей пищевых продуктов и продовольственного сырья в мире, что позволит России вступить во Всемирную торговую организацию (ВТО).

Кроме того, проводятся фундаментальные исследования в области науки о питании и в смежных областях, в частности уточняются потребности человека в пищевых веществах и энергии, изучаются защитные свойства пищи, определяются новейшие формы производства, переработки, хранения и транспортирования пищевых продуктов, совершенствуется нормативная и методическая база системы государственного надзора в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, разрабатываются доступные формы пропаганды принципов и навыков здорового питания.

В рамках рассматриваемой концепции государством запланированы мероприятия и программы по преодолению негативных тенденций в состоянии здоровья нации, обусловленных неправильным питанием. Поставлены задачи стабилизации производства основных видов пищевых продуктов, витаминов и биологически активных добавок по мере развития экономики страны, повышения покупательной способности и культуры питания населения, создания новых, научно обоснованных рецептур продуктов для различных социальных и возрастных групп населения России.

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

- здоровье человека является важнейшим приоритетом государства;
- пищевые продукты не должны причинять ущерб здоровью человека.

Объектом государственной политики в области здорового питания является гражданин Российской Федерации — потребитель пищевых продуктов, изготовитель продовольственного сырья и пищевых продуктов и продавец, реализующий продовольственное сырье и (или) пищевые продукты, правовые отношения между которыми регулируются законодательством Российской Федерации.

Сырье или компоненты для производства пищевых продуктов должны быть выращены, произведены или обработаны в условиях, исключающих образование и накопление в них веществ, способных причинить вред здоровью человека. Любые действия с сельскохозяйственным сырьем или пищевыми продуктами в процессе технологической обработки, транспортирования, хранения и реализации населению должны исключать возможность загрязнения, порчи и превращения в продукты, опасные для здоровья и жизни человека.

* ВОЗ — Всемирная организация здравоохранения; ФАО — Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН.

Питание должно не только удовлетворять потребности организма человека в пищевых веществах и энергии, но и выполнять профилактические и лечебные задачи. Предметом особого внимания государства должны стать рациональное питание и состояние здоровья детей.

Поскольку окружающая среда в течение длительного периода будет являться источником загрязнения воздуха, водоемов и почв, процесс питания, устанавливающий взаимосвязь между человеком и окружающей средой, должен способствовать адаптации человеческого организма к неблагоприятным условиям окружающей среды. В связи с этим государство принимает законодательные акты, которые охраняют человека от употребления пищевых продуктов, способных нанести вред состоянию его здоровья.

Всестороннее изучение качества продовольственного сырья, пищевых продуктов и состояния питания населения в целом, а также отдаленных последствий их воздействия на организм человека является важнейшим условием обеспечения здоровья населения.

Наука, как фундаментальная, так и прикладная, развивается в наиболее перспективных направлениях, расширяет наши познания о самом понятии здорового питания, создает технологическую основу для совершенствования процессов производства продовольственного сырья и пищевых продуктов и является важнейшим фактором государственной политики.

Государственная политика в области здорового питания строится на основе постоянного наблюдения за состоянием питания и здоровьем человека с учетом прогнозов развития науки и техники в области производства сельскохозяйственного сырья, пищевых продуктов, минеральных удобрений, ветеринарных препаратов, витаминов, биологически активных добавок и гигиены питания.

Выбор проектов, реализующих основные направления государственной политики, проводится на конкурсной основе с использованием объективной экспертизы и при условии широкой публичности и тесного взаимодействия с научно-технической общественностью.

Для реализации государственной политики в области здорового питания населения России Институтом питания РАМН определены следующие приоритеты федерального уровня: ликвидация дефицита полноценного белка и микронутриентов, создание условий для оптимального физического и умственного развития детей, обеспечение безопасности отечественных и импортных пищевых продуктов, повышение уровня знаний населения в вопросах здорового питания (см. схему на форзаце).

Основные направления реализации государственной политики сформулированы в концепции следующим образом.

В области формирования законодательной, нормативной и информационной базы:

1) создание системы законодательных актов, регулирующих производство, хранение, транспортирование, сбыт, реализацию, качество и безопасность про-

довольственного сырья и пищевых продуктов в направлении повышения ответственности производителя за качество и безопасность пищевых продуктов;

2) законодательное закрепление государственной политики в области здорового питания, в том числе определение приоритетных направлений, источников финансирования мероприятий, правового обеспечения формирования и управления федеральными и региональными целевыми программами;

3) разработка правовых основ определения (экологической) чистоты продовольственного сырья, пищевых продуктов, ставящих надлежащий заслон возможным вредным последствиям от выхода на потребительский рынок не проверенных соответствующими организациями государственного надзора пищевых продуктов и добавок.

В области производства продовольственного сырья:

1) развитие производства сельскохозяйственной продукции, обеспечивающей полную продовольственную безопасность страны по основным группам пищевых продуктов;

2) производство высококачественного сельскохозяйственного сырья путем:

- постепенного перехода от технологий, основанных на крупных севооборотах, монокультуре, генетически однородном видовом составе культур, шаблонной обработке почв, применении возрастающих объемов синтетических удобрений и пестицидов, к бесpestицидным технологиям защиты растений и широкой биологизации и экологизации сельского хозяйства;
- создания на основе технологий живых систем микробных препаратов для ведения экологически чистого земледелия;
- получения трансгенных форм растений и животных и создания на их основе новых сортов и гибридов, пород и линий с высокой устойчивостью к экстремальным условиям среды, обеспечивающих стабильное производство высококачественного сырья для нужд человека;
- разработки нового поколения диагностических и лечебных препаратов (в основном на биологической основе) для борьбы с распространенными болезнями сельскохозяйственных животных, в том числе вирусного происхождения; регламенты применения диагностиков, лечебных препаратов, а также кормовых добавок должны обеспечивать безопасность получаемых продуктов животноводства;
- создания высокопродуктивных и экологически сбалансированных агроэкосистем — здоровой среды обитания человека и производства продуктов питания;
- освоения безвирусной системы семеноводства на промышленной основе;
- разработки новых технологий и технических средств для увеличения производства белковых кормов из соев, рапса, зернобобовых культур и другого сельскохозяйственного сырья;

- создания экологически чистых зон, обеспечивающих сырьем предприятия по производству детских продуктов питания.

В области производства пищевых продуктов:

1) производство белковых препаратов, обладающих определенными свойствами, с использованием новейших методов инженерной микробиологии, пищевой микробиологии и биорганотической химии, а также белковых композиций с различными функциональными и медико-биологическими свойствами, обладающих высокой структурной совместимостью с традиционными пищевыми системами и образующих продукты с лечебно-профилактическими свойствами, включая:

- оптимальное фракционирование сырья с получением препаратов, содержащих наряду с белками биологически активные вещества, способные придать продуктам лечебно-профилактические свойства;
- модификацию белковых препаратов с целью достижения необходимого комплекса функциональных свойств, в том числе за счет использования собственных ферментов сырья;

2) биотехнологические процессы переработки сельскохозяйственного сырья, включая:

- широкое использование ферментных препаратов, в том числе иммобилизованных ферментов и клеток, применение достижений молекулярной биологии и геной инженерии для создания новых поколений пищевых технологий;
- получение новых видов пищевых продуктов общего, специального и лечебно-профилактического назначения, пищевых и кормовых гидролизатов; синтез ароматизаторов, пищевых красителей и биологически активных веществ;
- переработку побочного сырья пищевой промышленности в полноценные продукты питания и высококачественные животные корма;
- синтез незаменимых аминокислот и получение на их основе сбалансированных аминокислотных смесей для обогащения продуктов;
- производство пищевых продуктов, лечебных препаратов из обладающих высокой биологической активностью объектов.

В области обогащения пищевых продуктов незаменимыми факторами:

1) создание отечественного производства витаминов, минеральных веществ, микроэлементов и других пищевых веществ в объемах, достаточных для полного обеспечения потребностей нуждающегося населения, в частности путем обогащения ими продуктов массового потребления;

2) расширение производства биологически активных добавок к пище.

В области профилактики алиментарно-зависимых состояний и заболеваний — разработка и реализация комплексных программ, обеспечивающих:

- ликвидацию существующего дефицита микронутриентов (витаминов, железа, кальция, йода, фтора, селена и др.);

- профилактику распространенных инфекционных заболеваний (гипертонической болезни, патологии обмена веществ, онкологических заболеваний и др.), а также избыточной массы тела и ожирения;
- выпуск высококачественных отечественных адаптированных смесей и продуктов прикорма, а также продуктов для лечебного питания;
- повышение уровня образования специалистов в области науки о питании, а также уровня знаний населения о здоровом питании с широким привлечением средств массовой информации;
- безопасность продовольственного сырья и пищевых продуктов, в том числе получаемых с применением биотехнологии и генной инженерии.

В области обеспечения доступности пищевых продуктов для малоимущих слоев населения:

- 1) создание системы выявления нуждающегося в адресной помощи населения;
- 2) разработка механизмов и различных видов адресной помощи продовольствием нуждающемуся населению.

В области обеспечения безопасности пищевых продуктов и продовольственного сырья:

- 1) осуществление государственного контроля за качеством продовольственного сырья и пищевых продуктов на стадиях производства, транспортирования, хранения и сбыта в соответствии с действующим законодательством;
- 2) совершенствование нормативной и методической базы системы государственного надзора за качеством (безопасностью) пищевых продуктов и продовольственного сырья.

В области формирования у населения принципов и моделей здорового питания:

- 1) ликвидация информационного дефицита по вопросам питания, разработка программ обучения как для специалистов, работающих в области медицины, образования, общественного питания, производства и переработки пищевых продуктов, так и для населения;
- 2) создание информационно-издательских программ.

В области рационализации питания детского населения:

- 1) разработка и реализация комплексной программы поддержки грудного вскармливания;
- 2) обеспечение детей раннего возраста специализированными продуктами;
- 3) обеспечение больных детей специализированными продуктами лечебного питания;
- 4) организация горячего питания для детей школьного возраста.

В области формирования медицинских целей воспитания здорового питания и их корректировки:

- 1) осуществление постоянного наблюдения (мониторинга) за состоянием питания, пищевым статусом, распространенностью алиментарно-зависимых за-



Рис. 1. Реализация концепции здорового питания

болезней и состоянии здоровья различных групп населения во всех регионах Российской Федерации;

2) уточнение потребностей различных групп населения в пищевых веществах и энергии и разработка на их основе рекомендаций по питанию различных групп детского и взрослого населения.

Механизм реализации концепции здорового питания на федеральном и региональном уровнях представлен на рис. 1. Основными блоками данной программы являются социально-экономическая база, развитие производства и повышение уровня знаний.

Важнейшими элементами механизма реализации государственной политики обеспечения продовольственной безопасности являются:

- выбор и оценка приоритетных направлений развития науки и техники в сфере производства и потребления продовольствия;
- федеральные и региональные целевые и научно-технические программы, предусматривающие научно-технические и технологические решения по приоритетным проблемам питания, разработку принципиально новых оборудования и технологий, способных кардинальным образом изменить структуру сферы производства продовольствия, витаминов и пищевых добавок;
- международное научно-техническое сотрудничество, развитие его новых форм для решения проблем в области питания;

- опережающее развитие фундаментальных и поисковых исследований в перспективных направлениях производства и потребления продовольствия;
- формирование экономического механизма, обеспечивающего заинтересованность предприятий России в выпуске качественной продукции для различных групп населения;
- выполнение законов Российской Федерации «О качестве и безопасности пищевых продуктов» и «О продовольственной безопасности Российской Федерации»;
- экспертиза законодательства Российской Федерации, разработка и внесение предложений по обеспечению его соответствия принципам, изложенным в концепции государственной политики в области здорового питания, а также международным требованиям;
- строгий государственный контроль за качеством сельскохозяйственного сырья и готовой продукции на стадиях производства, транспортирования, хранения и сбыта в соответствии с действующим законодательством;
- проведение постоянной пропаганды принципов здорового питания на основании современных требований медицинской науки;
- совершенствование государственной системы стандартизации и сертификации продовольственного сырья, пищевых продуктов и добавок, приведение ее в соответствие с требованиями международной практики;
- создание системы анализа и оценки информации о достижениях и тенденциях развития отечественной и зарубежной науки и техники в области здорового питания и производства экологически чистых пищевых продуктов и добавок, подготовка прогнозирующих и аналитических материалов, используемых для формирования и эффективного проведения государственной политики;
- создание банков данных о химическом составе пищевых продуктов, продовольственного сырья, включая сырье, используемое для разработки биологически активных добавок к пище;
- система непрерывной подготовки инженерных и научных кадров в области сельскохозяйственного производства пищевых технологий и гигиены питания;
- предоставление предприятиям налоговых льгот при создании и освоении в производстве прогрессивных технологий и новых видов продукции, в первую очередь детского питания и продуктов питания массового потребления, обогащенных незаменимыми факторами (витаминами, минеральными веществами и др.), в рамках федеральных научно-технических и целевых программ;
- реализация федеральных целевых программ стабилизации и развития агропромышленного производства в Российской Федерации.

1.6. ХАРАКТЕРИСТИКА НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЙ БАЗЫ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Основой нормативно-правового обеспечения государственной политики в сфере здорового питания населения, добросовестной деятельности хозяйствующих субъектов в области производства и оборота пищевых продуктов, обеспечения защиты прав потребителей и охраны здоровья граждан от некачественных и опасных пищевых продуктов является Федеральный закон «О качестве и безопасности пищевых продуктов» от 2 января 2000 г. № 29-ФЗ (с изм. на 31 марта 2006 г.).

Консентуальные положения закона базируются на следующих основных принципах:

- обязательность соблюдения требований к качеству и безопасности пищевых продуктов на всех этапах их производства, хранения, транспортировки, реализации и использования;
- ответственность изготовителей (поставщиков, продавцов) за качество и безопасность пищевых продуктов на всех этапах их производства и оборота, а также за гарантии качества и безопасности, подтверждаемые системой производственного (технологического) контроля;
- ответственность государства за регулирование процессов обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов посредством государственного нормирования, лицензирования деятельности, связанной с производством и оборотом пищевых продуктов, сертификации и государственной регистрации пищевых продуктов, государственного надзора и контроля, а также мониторинга качества пищевых продуктов и здоровья населения;
- информированность населения о качестве и безопасности пищевых продуктов, эффективности мер государственного регулирования в этой сфере;
- исключение (путем запрещения) из свободного обращения некачественных и опасных пищевых продуктов, а также продовольственного сырья, материалов и изделий, контактирующих с пищевыми продуктами, не соответствующими установленным требованиям, их обязательная утилизация или уничтожение.

Указанный Федеральный закон содержит 30 статей, сгруппированных в отдельные главы.

В главе I «Общие положения» даны основные понятия (см. 1), используемые в целях закона, включающие 17 определений пищевых продуктов, продуктов детского и диетического питания, пищевых и биологически активных добавок, продовольственного сырья, материалов и изделий, контактирующих с пищевыми продуктами, качества и безопасности пищевых продуктов и других терминов.

Правовое регулирование в области обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов, вопросам которого посвящена ст. 2 Федерального закона, предусматривает регулирование отношений в данной сфере как федеральным законодательством, так и законодательством субъектов Российской Федерации.

При этом законы и иные нормативные правовые акты Российской Федерации и субъектов Российской Федерации не могут содержать нормы, противоречащие Федеральному закону «О качестве и безопасности пищевых продуктов».

В *ст. 3* Федерального закона установлены нормы, регламентирующие оборотоспособность пищевых продуктов, а также критерии, по которым пищевые продукты признаются некачественными и опасными для здоровья человека, в связи с чем их оборот (купля-продажа, поставка, экспорт, импорт, передача) запрещается. В данной статье конкретизируются положения базовой нормы гражданского законодательства в части ограничения оборота данного вида продукции, что имеет большое практическое значение для выполнения процедур испытания, утилизации или уничтожения некачественных и опасных пищевых продуктов.

В *ст. 4* Федерального закона установлен механизм обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов, предусматривающий реализацию мер государственного регулирования в данной сфере правовых отношений, выполнение хозяйствующими субъектами, осуществляющими свою деятельность в области производства и оборота пищевых продуктов, комплекса мероприятий, направленных на соблюдение обязательных требований к качеству и безопасности этой продукции, проведение производственного контроля, применение мер по пресечению правонарушений, а также мер административной, гражданско-правовой и уголовной ответственности за нарушения закона.

Большое значение имеют положения *ст. 5*, регламентирующие систему информационного обеспечения в сфере производства и оборота пищевых продуктов, обязательность свободного распространения полной и достоверной информации об их качестве и безопасности. На органы государственного надзора и контроля возлагается ответственность за распространение информации о результатах своей деятельности, принимаемых мерах по предотвращению оборота на потребительском рынке некачественных и опасных пищевых продуктов.

В главе II установлены полномочия Российской Федерации, субъектов Российской Федерации в области обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов.

Глава III Федерального закона посвящена вопросам государственного регулирования и включает статьи, определяющие формы участия государства в области обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов.

В *ст. 9* содержится положение, регламентирующее систему государственного нормирования качества и безопасности пищевых продуктов. Принципиально новым является положение, согласно которому в отношении такой специфической потребительской продукции, как пищевые продукты, вводятся обязательные требования не только к их безопасности, но и к качеству, системе производственного контроля, маркировке и упаковке. В законе определяются состав требований к качеству и безопасности, виды нормативных документов, их устанавливающих (государственные стандарты, санитарно-эпидемиологические и ветеринарные

правила и нормы), а также федеральные органы исполнительной власти, уполномоченные разрабатывать и утверждать указанные нормативные документы.

Новыми являются также положения *ст. 19*, согласно которым в стране вводится система государственной регистрации новых (впервые разрабатываемых и осваиваемых производством) пищевых продуктов, контактирующих с ними материалов и изделий, а также впервые ввозимых на территорию страны импортных пищевых продуктов, материалов и изделий.

Согласно нормам указанной статьи государственная регистрация включает проведение экспертизы качества и безопасности продукции, внесение продукции и ее производителей (поставщиков) в Государственный реестр продукции, разрешенной для изготовления или ввоза в страну и свободной реализации, выдачу заявителям свидетельства о государственной регистрации продукции, дающего право на ее изготовление (ввоз) и реализацию. Организация и проведение государственной регистрации возлагаются на федеральный орган исполнительной власти по государственному санитарно-эпидемиологическому надзору совместно с федеральным органом исполнительной власти по государственному ветеринарному надзору. Государственная регистрация осуществляется в соответствии с положением, утверждаемым Правительством Российской Федерации.

Кардинальные изменения вносятся Федеральным законом в сложившуюся в последние годы систему сертификации пищевых продуктов. В соответствии со *ст. 12* пищевые продукты должны подвергаться оценке и подтверждению их соответствия нормативным требованиям путем подачи изготовителем (поставщиком) декларации о соответствии или посредством сертификации соответствия (обязательной либо добровольной).

Принципиальное значение имеют два положения. Во-первых, обязательной сертификации должны подвергаться в первую очередь те пищевые продукты, материалы и изделия, контактирующие с ними, которые представляют наибольший риск для здоровья человека. Во-вторых, организация и проведение обязательной сертификации пищевых продуктов, материалов и изделий, а также сертификации в сфере услуг общественного питания и розничной торговли продовольственными товарами возлагаются исключительно на обладающие профессиональной компетентностью органы федеральной исполнительной власти, уполномоченные на осуществление государственного надзора и контроля в данной области. Правительство Российской Федерации наделено полномочиями определять такие органы и утверждать положение об организации и проведении обязательной сертификации пищевых продуктов. В систему государственного регулирования Федеральным законом включены государственный надзор и контроль в области обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов. В *ст. 13* определены государственные структуры, которые уполномочены осуществлять эти функции. Собственно полномочия указанных органов, а также порядок проведения надзора и контроля устанавливаются Правительством Российской Федерации.

Федеральный закон вводит в стране систему мониторинга качества и безопасности пищевых продуктов и здоровья населения, являющегося одним из необходимых условий разработки и реализации современной государственной политики в области охраны здоровья населения и рационального питания. В *ст. 14* определены цели такого мониторинга, структуры государственной власти, его осуществляющие в порядке, утверждаемом Правительством Российской Федерации.

В главе IV Федерального закона устанавливаются общие требования по обеспечению качества и безопасности пищевых продуктов, продовольственного сырья (*ст. 15*), контактирующих с ними материалов и изделий, а также специальные требования применительно к различным этапам производства и оборота пищевой продукции: при разработке и постановке на производство новой продукции и технологии ее изготовления (*ст. 16*); производстве (*ст. 17*); фасовке, упаковке и маркировке (*ст. 18*); хранении и перевозках (*ст. 19*), а также при реализации пищевой продукции (*ст. 20*).

В *ст. 21* Федерального закона определены требования по обеспечению качества и безопасности импортируемых пищевых продуктов, сырья, материалов и изделий, условиям заключения договоров (контрактов) их поставки по импорту. Регламентирован порядок осуществления государственного надзора за качеством и безопасностью пищевой продукции на пограничных переходах и в пунктах таможенного оформления грузов, сформулированы положения, направленные на предотвращение ввоза в страну некачественной и опасной продукции.

Принципиальное значение имеют положения *ст. 22*, содержащей требования к организации и проведению действующими субъектами производственного контроля за качеством и безопасностью пищевой продукции, который должен осуществляться на всех этапах ее изготовления и оборота в соответствии с разрабатываемыми для каждого производства, программными производственного контроля.

В *ст. 23* устанавливаются требования к работникам, занятым на работах с пищевыми продуктами, по прохождению ими профилактических медицинских осмотров и гигиенического обучения, а также вводится запрещение допуска к работам с пищевыми продуктами лиц, которые по состоянию своего здоровья могут представлять опасность распространения заболеваний.

Впервые на законодательном уровне устанавливаются требования к процедурам изъятия из оборота некачественной и опасной пищевой продукции (*ст. 24*), проведения ее экспертизы, последующей утилизации или уничтожения (*ст. 25*).

Положения статей, объединенных в главе V Федерального закона, посвящены вопросам административной, уголовной и гражданско-правовой ответственности за нарушения законодательства Российской Федерации в области обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов.

Следует отметить, что основные положения Федерального закона разработаны с учетом международного опыта законодательного регулирования вопросов обеспечения качества и безопасности пищевой продукции, а также общепринятых норм нетарифного регулирования в международной торговле. Это позволит существенно повысить эффективность мер, направленных на предотвращение поступления на потребительский рынок Российской Федерации некачественных и опасных пищевых продуктов.

Постановлением Правительства РФ от 24 июля 2000 г. № 554 были утверждены «Положение о государственной санитарно-эпидемиологической службе Российской Федерации» и «Положение о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании».

«Положение о государственной санитарно-эпидемиологической службе Российской Федерации» устанавливает структуру, задачи и функции государственной санитарно-эпидемиологической службы РФ, преобразованной в настоящее время в Федеральную службу по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор), подчиненную Министерству здравоохранения и социального развития Российской Федерации.

Основными задачами службы являются профилактика инфекционных и массовых неинфекционных заболеваний населения Российской Федерации, предупреждение вредного воздействия на человека факторов среды обитания, гигиеническое воспитание и образование населения.

В числе задач, возложенных на органы и учреждения службы данным Положением, следует отметить следующие:

- организация и проведение санитарно-эпидемиологических экспертиз, расследований, обследований, исследований, испытаний, а также токсикологической, гигиенической и иных видов оценок;
- проведение социально-гигиенического мониторинга и установление причинно-следственных связей между состоянием здоровья и средой обитания человека;
- осуществление государственного санитарно-эпидемиологического нормирования;
- осуществление контроля за выполнением санитарных правил, гигиенических нормативов, санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий;
- выдача санитарно-эпидемиологических заключений по проектам нормативной и технической документации на готовую продукцию, в том числе на пищевые продукты.

Согласно «Положению о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании» нормативными правовыми актами, устанавливающи-

ми санитарно-эпидемиологические требования, являются государственные санитарно-эпидемиологические правила (санитарные правила, санитарные правила и нормы, санитарные нормы, гигиенические нормативы), содержащие:

- гигиенические и противоэпидемические требования по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения, профилактики заболеваний человека, благоприятных условий его проживания, труда, быта, отдыха, обучения и питания, а также по сохранению и укреплению его здоровья;
- оптимальные и предельно допустимые уровни влияния на организм человека факторов среды его обитания;
- максимально или минимально допустимое количественное и (или) качественное значение показателя, характеризующего с позиций безопасности и (или) безвредности для здоровья человека тот или иной фактор среды его обитания.

Государственные санитарно-эпидемиологические правила устанавливают единые санитарно-эпидемиологические требования к различным видам продукции и услуг, в том числе к пищевым продуктам, пищевым добавкам, продовольственному сырью, а также контактирующим с ними материалам и изделиям и технологиям их производства. Юридические лица и индивидуальные предприниматели обязаны иметь официально изданные санитарные правила и методики контроля факторов среды обитания в соответствии с осуществляемой ими деятельностью.

Приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 15 августа 2001 г. № 325 утверждены «Порядок проведения санитарно-эпидемиологической экспертизы продукции», а также перечень продукции, подлежащей санитарно-эпидемиологической экспертизе, в который входят и пищевые продукты — продукты в натуральном или переработанном виде, употребляемые человеком в пищу (в том числе продукты детского питания, продукты диетического питания), бутилированная питьевая вода, алкогольная продукция (в том числе пиво), безалкогольные напитки, жевательная резинка, продовольственное сырье, пищевые добавки и биологически активные добавки, а также материалы, контактирующие с пищевыми продуктами.

Экспертиза продукции проводится органами и учреждениями Роспотребнадзора, организациями, аккредитованными в установленном порядке, экспертами и включает проведение экспертизы документации, лабораторные и инструментальные исследования и испытания. При экспертизе продукции с обследованном условий производства осуществляется дополнительное обследование условий производства.

По результатам экспертизы продукции выдается санитарно-эпидемиологическое заключение установленного образца о соответствии (несоответствии) продукции и (или) нормативно-технической документации на продукцию государст-

венным санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам, которое вносится в соответствующий Реестр санитарно-эпидемиологических заключений.

В отдельный перечень выделена продукция, подлежащая санитарно-эпидемиологической экспертизе в Департаменте государственного надзора Минздрава России, в том числе:

- 1) вода: минеральная природная столовая, лечебно-столовая, лечебная;
- 2) продукты детского питания, в том числе:
 - заменители женского молока (сухие и жидкие, пресные и кислые, начальные и «пополняющие» смеси);
 - продукты прикорма (на зерновой, зерномолочной, шпороващной, мясной, рыбной, масорастительной и рыбо-растительной основах);
 - продукты для питания недоношенных детей и для лечебного питания;
 - детские травяные чаи;
 - специализированные продукты для питания беременных и кормящих женщин;
- 3) продукты диетического (лечебно-профилактического) питания;
- 4) пищевые добавки;
- 5) биологически активные добавки к пище на основе:
 - белков, аминокислот и их комплексов;
 - эссенциальных липидов (растительных масел, рыбьего жира);
 - углеводов и сахаров, меда, сиропов и др.;
 - пищевых волокон;
 - чистых субстанций макро- и микронутриентов, биологически активных веществ или их концентратов с использованием различных наполнителей;
 - природных минералов, в том числе муши;
 - пищевых и лекарственных растений, в том числе цветочной пыльцы;
 - переработки мясо-молочного сырья, субпродуктов, членистоногих, земноводных, продуктов пчеловодства;
 - рыбы, морских беспозвоночных, ракообразных, моллюсков и других морепродуктов;
 - пробиотических микроорганизмов;
 - одноклеточных водорослей;
 - дрожжей;
- 6) пищевые продукты, полученные из генетически модифицированных источников;

7) пищевые продукты, в том числе продовольственное сырье, изготовленные по новым технологиям и (или) из ранее не используемых видов сырья и других компонентов;

8) новые виды материалов, контактирующих с пищевыми продуктами, технологическое оборудование и элементы технологического оборудования, быто-

вые изделия (включая электроприборы), приборы и устройства, изготовленные из новых видов материалов, не прошедших санитарно-эпидемиологическую экспертизу в Департаменте государственного надзора Минздрава России;

9) специализированные продукты питания для спортсменов.

Важным документом в системе обеспечения продовольственной безопасности России является «Положение о проведении экспертизы некачественных и опасных продовольственного сырья и пищевых продуктов, их использовании или уничтожении», утвержденное Постановлением Правительства РФ от 29 сентября 1997 г. № 1263 (с изм. на 16 апреля 2001 г.).

Согласно данному Положению некачественной и опасной признается пищевая продукция, которая:

- не соответствует требованиям нормативных документов;
- имеет явные признаки недоброкачества, не вызывающие сомнений у представителей органов, осуществляющих государственный надзор и контроль в области обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов (далее — органы государственного надзора и контроля), при проверке такой продукции;
- не имеет удостоверения качества и безопасности (в отношении пищевой продукции российского производства), документов изготовителя и поставщика пищевой продукции, подтверждающих ее происхождение, в отношении которой отсутствует информация о государственной регистрации и подтверждении соответствия требованиям нормативных документов (для пищевой продукции, подлежащей государственной регистрации и обязательному подтверждению соответствия);
- не соответствует представленной информации и в отношении которой имеются обоснованные подозрения о ее фальсификации;
- не имеет установленных сроков годности (для пищевой продукции, установленные сроки годности которой является обязательным) или сроки годности которой истекли;
- не имеет маркировки, содержащей сведения, предусмотренные законом или государственным стандартом, либо в отношении которой не имеется такой информации.

Такая пищевая продукция подлежит изъятию из оборота, экспертизе, утилизации или уничтожению.

Экспертиза некачественной и опасной пищевой продукции проводится в целях определения возможности ее дальнейшего использования или уничтожения. До утилизации или уничтожения такая продукция в присутствии представителя органа государственного надзора и контроля денатурируется ее владельцем любым технически доступным и надежным способом, исключающим возможность ее использования в пищу.

Рассматриваемое «Положение о проведении экспертизы некачественных и опасных продовольственного сырья и пищевых продуктов, их использовании или уничтожении» содержит порядок проведения экспертизы такой продукции, а также порядок использования или уничтожения некачественной пищевой продукции.

Контрольные вопросы и задания

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 на 2005–2010 гг. Укажите основные направления ее реализации.
9. Какие нормативные документы лежат в основе нормативно-правового обеспечения государственной политики в сфере здорового питания населения?
10. Каковы основные положения Федерального закона «О качестве и безопасности пищевых продуктов»?
11. Каковы основные задачи и функции Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека?
12. Какие нормативные правовые акты устанавливают санитарно-эпидемиологические требования к продуктам питания?
13. Укажите цели и порядок проведения санитарно-эпидемиологической экспертизы продукции. Какие виды продукции подлежат санитарно-эпидемиологической экспертизе?
14. Перечислите критерии, на основании которых пищевая продукция может быть отнесена к некачественной и опасной. Каков порядок действий в отношении такой продукции?

Глава вторая

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ ПИЩИ И ОСНОВНЫЕ ПУТИ ЕЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

2.1. ПИЩА КАК ВОЗМОЖНЫЙ ИСТОЧНИК И НОСИТЕЛЬ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ. БЕЗОПАСНОСТЬ ПИЩИ

Пищевые продукты представляют собой сложные многокомпонентные системы, состоящие из сотен химических соединений. Эти соединения можно разделить на три основные группы.

1. Соединения, имеющие алиментарное значение. Это необходимые организму нутриенты: белки, жиры, углеводы, витамины, минеральные вещества.

2. Вещества, участвующие в формировании вкуса, аромата, цвета, красителей и продукты распада основных нутриентов, другие биологически активные вещества. К этой группе веществ, имеющих условно-неалиментарный характер, относят также природные соединения, обладающие антиалиментарными (препятствуют обмену нутриентов, например антивитамины) и токсическими свойствами (фазии в фасоли, соланин в картофеле).

3. Чужеродные, потенциально опасные соединения антропогенного или природного происхождения. Согласно принятой терминологии их называют загрязнителями, ксенобиотиками, чужеродными химическими веществами. Эти соединения могут быть химической и биологической природы.

Рассматривая пищу в качестве источника и носителя потенциально опасных веществ, следует также выделить вопросы фальсификации продуктов питания и их производства из генетически модифицированных источников.

Основные пути загрязнения продуктов питания и продовольственного сырья:

использование неразрешенных красителей, консервантов, антиокислителей или применение разрешенных в повышенных дозах;

применение новых нетрадиционных технологий производства продуктов питания или отдельных пищевых веществ, в том числе полученных путем химического и микробиологического синтеза;

загрязнение сельскохозяйственных культур и продуктов животноводства пестицидами, используемыми для борьбы с вредителями растений и в ветеринарной практике для профилактики заболеваний животных;

нарушение гигиенических правил использования в растениеводстве удобрений, сточных вод, твердых и жидких отходов промышленности и животноводства, коммунальных и других сточных вод, осадков очистных сооружений и др.;

использование в животноводстве и птицеводстве неразрешенных кормовых добавок, консервантов, стимуляторов роста, профилактических и лечебных медикаментов или промышленных разрешенных добавок в повышенных дозах;

миграция в продукты питания токсических веществ из пищевого оборудования, посуды, инвентаря, тары, упаковки вследствие использования неразрешенных полимерных, резиновых и металлических материалов;

обработка в пищевых продуктах эндотоксических токсических соединений в процессе теплового воздействия (кипячения, жарения, облучения) и других способов технологической обработки;

несоблюдение санитарных требований в технологии производства и хранения пищевых продуктов, что приводит к образованию бактериальных токсинов (микотоксинов, багдутоксенов и т. д.);

поступление в продукты питания токсических веществ, в том числе радионуклидов, из окружающей среды — атмосферного воздуха, почвы, водоемов.

С точки зрения распространенности и токсичности наибольшую опасность имеют следующие контаминанты: токсины микроорганизмов, токсичные элементы (тяжелые металлы), антибиотики, пестициды, нитраты, нитриты, нитрозамины, диоксины и диоксиноподобные соединения, полициклические ароматические углеводороды, радионуклиды.

Таблица 2.1

Загрязнители, подлежащие контролю
в различных группах продовольственного сырья и пищевых продуктов

Группа пищевых продуктов	Загрязнители
Зерно и зернопродукты	Пестициды, микотоксины (афлатоксины В ₁ , токсарины, копитоксины)
Мясо и мясопродукты	Токсичные элементы, антибиотики, нитрозамины, гормональные препараты, нитраты, полициклические дибензоксидины и дибензофураны
Молочо и молокопродукты	Пестициды, токсичные элементы, антибиотики, афлатоксины В ₁ , полициклические бензопы, полициклические дибензоксидины и дибензофураны
Овощи, фрукты и картофель	Пестициды, нитраты, нитриты

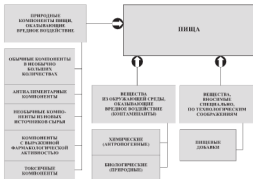


Рис. 2. Посторонние вредные вещества пищи

Существует также проблема загрязнения продовольствия фузариотоксинами: дезоксинивалином и эраделонином, которая обусловлена вспышками фузарного зерна.

По результатам мониторинга за 2000–2005 гг. определен перечень приоритетных загрязнений, подлежащих контролю в различных группах пищевых продуктов (табл. 2.1). По мере развития пищевой токсикологии этот перечень будет дополняться и уточняться.

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

1. Вещества, специфические для определенного вида продуктов растительного и животного происхождения.
2. Пищевые добавки — вещества, специально вносимые в пищевой продукт для достижения определенного технологического эффекта.
3. Контаминанты — вещества химической и биологической природы, попадающие в пищу из окружающей среды.

Из рис. 2 следует, что пища, являясь источником энергии, наряду с пластическими материалами, витаминами, минеральными веществами и микроэлементами может содержать значительное количество 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 загрязнители.

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. Общее загрязнение окружающей среды в результате работы промышленных предприятий металлургической, нефтехимической, целлюлозно-бумажной и других отраслей, применяемые 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 имеет антропогенное происхождение, 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.

2.2. ПРИРОДНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ПИЩИ И ИХ ДЕЙСТВИЕ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

2.2.1. Потенциальная опасность пищевых компонентов

Данные о собственных компонентах пищевых продуктов и их действии на организм человека приведены в табл. 2.2.

Пищевая ценность продуктов растительного и животного происхождения зависит от питательных свойств и усвояемости его составных частей. Оптимальным считается соотношение белков, жиров и углеводов 1 : 1 : 4, растительных и животных жиров — 1 : 3, кальция и фосфора — 1 : (0,5–1,8), кальция и магния — 1 : 0,6 и т. д.

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

Природные компоненты пищевых продуктов и их действие на организм человека

Группы веществ	Источники	Действие на организм
Растительные компоненты		
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, оливковое, арахисовое, кукурузное и другие масла	Пластический материал
Углеводы	Продукты животного и растительного происхождения	Источник энергии
Витамины, минеральные вещества и микроэлементы	Продукты животного и растительного происхождения	Выполнение физиологических функций
Животные компоненты		
Целлюлоза, клетчатка	Фрукты, овощи	Регуляция деятельности пищеварительного тракта
Коллаген	Мясо, птица	Регуляция деятельности пищеварительного тракта
Вещества с выраженной фармакологической активностью		
Этанол	Алкогольные напитки	Наркотическое действие, источник энергии
Кофеин, теобромин	Кофе, чай, какао	Стимулирующий эффект
Бактериальные токсины	Сыры, маринарованные овощи, некоторые фрукты	Гипертоксические действия
Антиалкогольные вещества		
Надбифидары протеина	Соя, горох, фасоль, яйца домашней птицы	Снижение усвояемости белковых продуктов
Антиалкоголины	Продукты животного и растительного происхождения	Развитие гиповитаминозов
Деминерализующие факторы (фитин, щавелевая кислота)	Пшеница, кукуруза, фасоль, горох и др.; шавель, щиповик, ревень, чай, крыжовник смородина и др.	Снижение всасывания кальция и других металлов в кишечнике
Токсичные вещества		
Цианогенные гликозиды	Манка	Нарушение дыхательной цепи
Гликоалкалоиды	Картофель, помидоры, баклажаны	Желудочно-кишечные и неврологические нарушения
Дантолин	Бобы	Фиброз
β-Цианогликозид	Некоторые виды гороха	Нейротоксичность
Лектины	Фасоль и другие бобовые	Агглютинация эритроцитов
Амитоцины	Некоторые шляпочные грибы	Нейротоксичность
Салицилаты и другие горькие вещества	Диффенгелия, мякоть, рыба	Паралич дыхания, желудочно-кишечные и неврологические нарушения
Медикаментозные компоненты из сырья животного сырья		
Генно-модифицированные организмы	Продукты животного и растительного происхождения, в том числе промышленного производства	Действие на организм изучается

цессов либо при резких нарушениях их количественного и качественного соотношения 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 служат источником 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 длительное 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 не только являются 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, а тем самым и 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 болезни сердца. Очевидно, что лица с высоким содержанием холестерина в крови более предрасположены к развитию сердечного приступа. Однако у разных людей наблюдается различия взаимосвязь между приемом насыщенных жиров и холестерина с пищей и содержанием холестерина в крови. Некоторые лица могут употреблять 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 поддержания температуры тела. Печени, выполняющей в организме важнейшую функцию детоксикации вредных веществ, необходимо определенное количество гликогена, которое возмещается и поддерживается на требуемом уровне за счет потребления углеводов. Другой важнейшей функцией углеводов является регулирование обмена белков и жира.

Отрицательные последствия при употреблении углеводов наблюдаются достаточно 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 рафиноза 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 токсичны, степень их токсичности зависит от разных факторов. Существуют безопасные и токсичные уровни содержания каждого микроэлемента. Разность между необходимым уровнем потребления микроэлементов и минимальной дозой, вызывающей хроническую интоксикацию, составит несколько порядков. Однако легко сохраняющийся микроэлемент с течением времени накапливается в тканях, так что минимальная доза, вызывающая токсический эффект, уменьшается.

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

2.2.2. Роль балластных компонентов в питании

К группе балластных компонентов пищи относятся так называемые пищевые волокна — вещества, практически не претерпевающие изменений в желудоч-

но-кишечном тракте, оппичившиеся инертностью к действию пищеварительных ферментов. Пищевыми волокнами являются неусваиваемые углеводы, такие как целлюлоза, гемицеллюлоза, пектин, лигнин. Последние исследования позволяют отнести к этой группе вещества 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 многие 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 числа заболеваний раком толстого кишечника среди населения развитых стран.

2.2.3. 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, тем не менее они обладают исключительно высокой функциональной активностью. К этой группе веществ относятся 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, потому 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, диоксифенилаланин (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 содержится 12 мг/кг серотонина, в спине — до 10 мг/кг, а в помидоре — до 27 мг/кг. При большом употреблении 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 содержится тирамина может достигать 1100 мг/кг, а в маринованной сельди — 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 декарбоксилирования аминокислоты гистидина, которая в значительных количествах содержится в мясе рыб, в частности тунца. Содержание гистамина в большинстве случаев коррелирует с тирамином. В сыре содержится от 10 до 2500 мг/кг гистамина, в рыбных консервах, вяленой рыбе — до 2000 мг/кг. Содержание гистамина в количествах более 100 мг/кг может представлять опасность для здоровья, поэтому реализовывать продукты с таким количеством гистамина запрещено.

Среди других биогенных аминов, обладающих более слабым действием на организм, можно назвать 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). Следует отметить, что при хранении рыбной продукции содержание путресцина и кадаверина, а также спермидина увеличивается.

Необходимо учитывать, что поступление с пищей перечисленных веществ не только сомнительно, но и в ряде случаев значительно превышает фармакологические дозы. Например, чашка черного кофе содержит 100–150 мг кофеина, в 100 г маршированной сельди содержится в среднем 300 мг тирамина, в 100 г бананов — около 3 мг серотонина. Поэтому избыточное потребление продуктов с высокой концентрацией этих веществ может вызвать негативные последствия, особенно у людей, страдающих некоторыми заболеваниями, например гипертонией.

2.2.4. 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 полно изученным веществам данной 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, поскольку они являются веществами белковой природы и блокируют активность ферментов. Эти белки образуют стойкие ингибиторные 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. Трипсинные ингибиторы в зависимости от природы содержащейся в них дваминномонокрбонной кислоты подразделяются на два типа: аргининовый и леуциновый. К аргининовому типу относят соевый ингибитор Кунитца, ингибиторы пшеницы, кукурузы, ржи, ячменя, картофеля, овомуконд куриного яйца и др., к леуциновому — соевый ингибитор Баумана – Барка, овомуконды яиц индейки, ингибиторы утки, а также ингибиторы, выделенные из молока коровы.

Следует отметить, что антиферменты растительного происхождения отличаются достаточно 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 температуре 115 °С или кипячением соевых бобов в течение 2–3 ч. Ингибиторы протеиназ, содержащиеся в белках яиц, достаточно термолabileльны, и при тепловой обработке их ингибирующее действие полностью снимается. Существенное влияние на усвоение белка организмом может оказать только потребление сырых яиц.

Другую группу ингибирующих факторов составляют **антивитамины** — вещества, обладающие способностью блокировать специфическое биологическое действие природных витаминов. Антивитамины 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 термолabileльностью и быстро разрушается при нагревании. Следует отметить, что аскорбатоксидаза проявляет свою ингибирующую 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 действием аскорбатоксидазы и хлорофилла происходит наиболее активно при измельчении растительного сырья, когда нарушается целостность клетки и возникают благоприятные условия для взаимодействия фермента и субстрата. Хранение смеси сырых размельченных овощей в течение 6 ч приводит к потере более 50 % содержащейся в ней аскорбиновой кислоты. Для окисления 50 % аскорбиновой кислоты, содержащейся в свежеприготовленном тыквенном соке, достаточно 15 мин, в соке капусты — 35 мин, в соке кресс-салата — 45 мин и т. д. Поэтому рекомендуется 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 флавоноидами, прогреванием сырья в течение 1–3 мин при температуре 100 °С, что необходимо учитывать в технологии приготовления пищевых продуктов.

Многие виды пресноводных рыб, в частности карповые, сельдевые, карасиковые, содержат тиаминазу — фермент, катализирующий гидролитическое расщепление тиамина (витамина В₁). Тиаминаза, в отличие от аскорбатоксидазы, «работает» внутри организма человека, создавая при определенных условиях дефицит тиамина. Имеются сообщения, что у некоторых жителей Таиланда, употребляющих в пищу сырую рыбу, наблюдается тиаминовая недостаточность, несмотря на высокое содержание тиамина в рационе. В треске, наваге, бычках и некоторых других морских рыбах тиаминаза отсутствует.

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

Разрушающее действие на витамин В₉ оказывают вещества с Р-витаминным действием: ортодифенолы, биофлавоноиды, основными источниками которых служат чай и кофе, а также окситиамины, 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 лизатин, выделенный из семян льна. Из кукурузы выделены низкомолекулярные соединения ниацитина и ниациногена, обладающие антиниациновой активностью.

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

Недостаточность токоферолов (витаминов группы Е) возникает под влиянием неусвоенных 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 труднорастворимые комплексы. К этим факторам относятся фитаты (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.

В растительном сырье щавелевая кислота содержится в свободном и связанном состояниях. В процессе метаболизма свободная щавелевая кислота связывает кальций, обедняя им организм. Деминерализующее действие щавелевой кислоты обусловлено 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 продукте кальция и оксалатов. С этой точки зрения наиболее неблагоприятное влияние оказывают шпинат, портулак, листья свеклы, шавель, ревеня, в которых щавелевой кислоты содержится примерно в 10 раз больше, чем кальция. Действие щавелевой кислоты на обмен кальция настолько сильно, что она может обладать выявленной токсичностью; например, введение ее в корм курам в количестве 2 % часто приводит к их гибели. Описаны случаи смертельных отравлений людей от избыточного потребления продуктов, содержащих большое количество щавелевой кислоты. Летальная 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 легкоусвояемого кальция.

Острая токсичность оксалатов проявляется в их раздражающем действии во рту и желудочно-кишечном тракте, которое иногда вызывает 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 и некоторых овощах (картофель, артишоки и др.). Содержание фитина в злаковых и бобовых достигает 400 мг/100 г, причем основная его 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 соотношение кальция и фосфора в продукте и ниже обеспеченность организма витамином D.

Установлено, что в присутствии дубильных веществ чая усвояемость железа снижается, поскольку они образуют с железом желатинные соединения, ко-

торы 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 усвояемость железа ослабляется аскорбиновой кислотой, цинком, 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.

2.2.5. Токсичные компоненты пищевых продуктов

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

Цианогенные гликозиды. Токсичным компонентом цианогенных гликозидов является цианид, присутствующий в них в форме цианогидрина, связанного с альдегидом или кетоном. Цианогидрин находится в соединении с сахарами, 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 до альдегида или кетона с высвобождением высокотоксичной синильной кислоты (HCN).

Цианогенные гликозиды в растениях — это *лигнамарин* и *лотустралат*, являющиеся компонентами семян льна, белой фасоли, листьев и клубней маниоки; *амигдалин*, который находится в ядре косточковых плодов и горького миндаля; *дохрин*, входящий в состав зерна сорго.

Синильная кислота, высвобождающаяся под влиянием ферментов из гликозидов, — 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, во время Первой мировой войны французская армия использовала синильную кислоту в качестве отравляющего вещества; в гитлеровских концлагерях 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 1000 женщин и детей были поражены мидемией спастического парализа, которая возникла в результате употребления ими кассавы, служащей основной пищей в этом регионе и намокшей в результате засухи необычайно высокого уровня 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 пяти 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 ограничено.

Клиническая картина отравления цианидами: в легких случаях отравления возникают головная боль и тошнота, в тяжелых — поражение дыхательного центра, приводящее к параличу дыхания и смерти.

Гликоалкалоиды. Основные гликоалкалоиды — *сolanin* и его разновидности *chakonan*.

Соланин входит в состав картофеля. Количество его в органах растения различно (мг%): в цветках — до 3540, листьях — 620, стеблях — 35, ростках, проросших на свету, — 4070, кожуре — 270, мякоти клубня — 40. При хранении зрелых и здоровых клубней к весне количество соланина в них увеличивается в три раза. Особенно много его в зеленых, проросших и прогнивших клубнях. Свет, попадающий на картофель, способствует образованию в нем ядовитого гликоалкалоида, при этом 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, питавшихся недоброкачественным картофелем. Часто отравления возникают у детей, которые поедают картофельные ягоды. Клиника отравления развивается быстро: появляется жжение 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, приблизительно равной 2,8 мг на 1 кг массы тела.

В небольших концентрациях соланин обладает противовоспалительным, антиаллергическим, обезболивающим и спазмолитическим действием. При по-

падения его на воспаленную кожу или слизистую оболочку отмечается быстрое уменьшение боли, жара, отечности и воспаления тканей. В малых количествах соланин снижает возбудимость нервной системы, 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 на 10 тыс. жителей. Доказано, что это заболевание связано с употреблением в пищу конских бобов (*Vicia faba*), протруивающих гликозиды *авицин* (2,6-диамино-4,5-дигидрокси-пиримидин-5-β-D-глюкопиранозид) и *комицин* (2,4,5-тригидроксн-6-аминопиримидин-5-β-D-глюкопиранозид). В желудочно-кишечном тракте эти гликозиды под действием β-глюкозидазы гидролизуются до соответствующих агликонов — дивинина и ипоуравина, которые обладают способностью окислять SH-группацию. У людей с наследственной недостаточностью эритроцитарного фермента глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы, 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 бобовых (*Lathyrus*). Заболевание получило название *латиризм*. Известно два типа латиризма: остеолатиризм и нейролатиризм. Токсином, ответственным за развитие остеолатиризма, является γ-глутамил-β-аминопропионатрил, нейролатиризм — β-оксиаланин-α-аланин и α,γ-диамино-масляная кислота. При остеолатиризме, как полагают, токсин блокирует аминогруппы остатков лизина, тем самым препятствуя образованию перекрестных связей в молекулах коллагена. Результатом нарушения метаболизма коллагена является развитие генерализованного остеопороза и повреждений трубчатых костей скелета. Обычно нейролатиризм встречается 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 **фитогемолитины**, или **лектины**. Лектины обладают способностью повышать проницаемость стенок кишечника

для чужеродных веществ, нарушают всасывание нутриентов, вызывают склеивание (агглютинацию) эритроцитов, оказывают ряд других неблагоприятных воздействий.

Высокое содержание лектинов обнаружено в фасоли, соевых бобах и некоторых других бобовых. Лектины являются термостабильными соединениями и при обычной кулинарной обработке продуктов полностью разрушаются. Однако употребление сырой либо не полностью сваренной фасоли или других бобовых может вызвать острое пищевое отравление. Клиническая картина отравления развивается через 2 ч после приема пищи и характеризуется тошнотой, рвотой, диареей. Красная фасоль содержит лектины в концентрации от 37 000 до 53 000 гематтуктининовых единиц на 1 г массы, белая фасоль — 17 000–43 500 гематтуктининовых единиц. Замораживание фасоли в воде в течение 18 ч приводит к удалению 20–65 % лектинов. Следует отметить, что в некоторых случаях при термической обработке фасоли ее гематтуктинизирующая активность значительно возрастает. Это явление объясняется возможностью образования при нагревании более токсичных субединиц лектинов с меньшей молекулярной массой.

Высокоактивный лектин вискумин выделен из овесов белой. Вискумин состоит из двух пептидных цепей, связанных дисульфидными связями. В основе механизма токсического действия вискумина лежит блокирование биосинтеза белка путем снижения каталитической активности рибосом. По механизму действия к вискумину близки токсичные белки абрин и ризин, выделенные из растений (кротоха слабительного и клещевины).

К **токсинам пептидной природы** относятся отличающиеся исключительно высокой токсичностью циклопептиды шляпочных грибов. Около 100 видов шляпочных грибов вызывают пищевое отравление, из них 12 видов содержат летальные токсины, например поганка бледная *Amanita phalloides* и ложные строчки *Cyrtophita oesalenta*. Шляпочные грибы вида *Amanita* содержат **аманитоксины**, являющиеся представителями группы циклических октатетридов, и **фаллотоксины**, относящиеся к группе циклических гептапептидов. Аманитоксины значительно более токсичны, чем фаллотоксины, однако их токсическое действие проявляется значительно позднее с момента поступления в организм. Человек может не ощущать отравления в течение 10 ч. Следует учитывать, что одного зловитого гриба массой около 50 г достаточно, чтобы вызвать у человека отравление с летальным исходом.

2.2.6. Морские токсины

В продуктах животного происхождения наиболее распространенным являются морские токсины.

Давно признано, что океан — богатый и достаточно недорогой источник питания. Непрерывный рост населения Земли требует максимального использо-

ваши рыбы и водных животных, моллюсков и ракообразных в качестве источников белка. Однако многие виды рыб и морских животных могут быть вредны или даже смертельны для человека. Отравления, связанные с употреблением в пищу этих продуктов, отмечались на протяжении всей истории человечества.

Наиболее часто встречаются следующие типы отравлений:

- паралитическое отравление токсинами мяса моллюсков и ракообразных;
- отравление тетродотоксином;
- отравление галлюциногенами;
- отравление истинными, истиннокринными и истинносмектоксинами;
- интоксикация снугатера;
- скомброидное отравление;
- отравление альготоксинами.

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

Паралитическое отравление токсинами мяса моллюсков и ракообразных. В течение нескольких веков известно, что моллюски и ракообразные иногда становятся токсичными. В начале XVII в. было отмечено, что индейцы Порт-Рояла, Нова-Светия поедали своих собак или кору деревьев вместо имевшихся в обилии моллюсков — основного компонента их пищевого рациона. В определенный период года, с конца весны до осени, когда в океане появлялась биологическая нещечина, индейцы не ели моллюсков. 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. Позднее было установлено, что моллюски и ракообразные становятся токсичными, когда они питаются бентосом, в частности панцирными жгутиковыми — динофлагеллатами. Эти организмы, а также другой фитопланктон составляют основу морской пищевой цепи. При определенных условиях развития эти организмы проходят период быстрого роста (цветения), образно называемого «красным приливом». При большой концентрации организмов (около 1 млн на 1 мл) вода окрашивается в различные оттенки красного цвета. При достаточно 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 динофлагеллатами, содержащими токсины. Токсины не действуют на моллюсков и ракообразных, но оказывают влияние на других морских организмы. Поэтому, если на берегу обнаруживается большое количество мертвой рыбы, крабов и других организмов, можно предполагать наличие «красного прилива». Установлено также, что при концентрации динофлагеллат в воде до 200 клеток

на 1 мл двусторонние моллюски становятся очень токсичными. Причиной токсичности являются сильнодействующие нейротоксины — *сакситоксин* и *сакситоксинамины* аммиал (*домитоксин*), выделяемые из динофлагеллат. При отравлении средней степени тяжести паралитический ад 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. Часто болезнь диагностируется неверно, так как ее симптомы сходны с признаками тяжелого опьянения. Существует мнение, что человек может выработать ограниченный иммунитет к этому яду; противоядие неизвестно.

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

Отравление тетродотоксином. Отравление токсиком иглобрюхих рыб — тетродотоксином — 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 с 16 спутниками отравился иглобрюхими рыбами во время своего второго кругосветного путешествия в 1774 г. В Японии, где иглобрюхие рыбы *фугу* считаются деликатесом, тетродотоксическое отравление представляет серьезную проблему. Начиная с 60-х гг. прошлого столетия в Японии ежегодно официально регистрируется до 50–100 случаев отравления *фугу*, смертность в результате таких отравлений составляет 60–70 % всех пищевых отравлений. Наиболее ядовиты у *фугу* моллюки, икра, печень, в меньшей степени — кожа и кишечник. Органы здравоохранения Японии пытались решить данную проблему посредством выдачи лицензий лицам, обученным методам удаления из рыбы этих наиболее токсичных частей.

Действующим началом, вызывающим тетродотоксическое отравление, является тетродотоксин — 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 галлюциногенизирующий токсин локализуется в голове рыбы. При меньшей степени отравления возникают 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 как сырой, так 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. Симптомы отравления ихтиотоксинами — боли в желудке и диарея. Ярким примером такого отравления является «барбусовая холера», вспышки которой наблюдались в Европе. Яд ципринидина, содержащийся в икре рыб (маринек, усачей и османов), вызывает падение артериального давления, снижение температуры тела и паралич дыхательной системы. При токсичных дозах яда возможна остановка сердца.

Ихтиокринотоксины — это токсины, вырабатываемые кожными железами или отдельными клетками некоторых видов рыб (каменных окушей, мурен и др.). Как правило, эти токсины имеют горький вкус, токсичны для других рыб и обладают гемолитическим действием.

Ихтиохемотоксины — это токсины, содержащиеся в сыворотке крови большинства атлантического, сельдевых рыб, анчоусов, тунцов, морского и пресноводного угря. Как правило, отравление наступает при приеме с пищей большого количества свежей крови этих рыб. Симптомы отравления выражаются в возникновении рвоты, нерегулярном пульсе, параличе мышц и дыхательной системы; в тяжелых случаях наступает смерть.

Интоксикация сигуатеры. Сигуатера — 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 сигуа при употреблении в пищу часто вызывает нарушения пищеварения и нервной системы. Термин «сигуатера» появился в научной литературе в 1787 г. В настоящее время известно более 400 видов сигуатокенных рыб.

В результате отравления такой рыбой ежегодно заболевает большое количество людей. Было зарегистрировано, что из 4497 случаев отравления сигуатокенной рыбой 542 случая привели к смертельному исходу. Действительное число таких отравлений неизвестно, так как сигуатера не поддается учету и, кроме того, 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 сжиседельно, из них более 20 зарегистрированных смертельных случаев являются результатом употребления в пищу мяса барракуды.

Типичные симптомы данного отравления включают начальный период желудочно-кишечного расстройства (боли в животе, тошнота, рвота и понос), 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 длиться 20–25 лет.

Заболевание вызывается токсином, происхождение которого до настоящего времени точно не известно. Предполагают, что его вырабатывают придонные синезеленые водоросли. Косвенным подтверждением этого предположения является то, что большинство синуатоксичных рыб обитают vicino дна или, если они хищные, питаются придонной рыбой. Установлено, что синуатера выделяется не одним соединением. Выделено несколько токсичных веществ, включая растворимый в липидах токсин (синуатерин), водорастворимый токсин (синуатоксин) и токсин с высокой молекулярной массой (мейтотоксин). Структура этих токсинов не установлена. Разработаны методы идентификации синуатоксичной рыбы, такие как биологическая проба на мышах или на жаброногих ракообразных. Однако эти методы не могут быть использованы для контроля качества, поскольку не всегда дают удовлетворительные результаты. В связи с тем, что токсины стабильны при замораживании и кипячения, разработаны правила для предупреждения отравления: рекомендуется не употреблять те виды рыб, которые опасны в определенной местности; не употреблять их внутренние органы, особенно печень; не употреблять крупную и старую рыбу, которая с возрастом становится синуатоксичной.

Скомбротное отравление. Наибольшее количество отравлений продуктами моря вызывают токсины, образующиеся при бактериальном разложении из-за неправильного хранения рыбы. Такое отравление называется скомбротным. Симптомы скомбротного отравления напоминают аллергическую реакцию на гистамин: покраснение лица, сильная головная боль, рвота, боли в животе. Эта болезнь редко приводит к смертельному исходу.

Бактериальное разложение тканей тунца, макрели, сардин, анчоусов и других рыб вызывает значительное увеличение концентрации гистамина (2000–5000 мг/л) еще до появления первых видимых признаков ее порчи. Однако причину возникновения скомбротного отравления нельзя объяснить только избыточной концентрацией гистамина. Некоторые люди выдерживают большие количества чистого гистамина (около 180 мг) без вредных последствий. По-видимому, существует другая причина скомбротного отравления, до настоящего времени неизвестная.

Отравление альгатаксинами. Альгатаоксины — это токсины синезеленых водорослей Cyanophyta, обитающих во внутренних пресноводных водоемах.

Массовое размножение синезеленых водорослей, известное как «цветение» воды, — явление экологическое, однако оно имеет важное биологическое и медицинское значение. Развитие синезеленых водорослей приводит к накоплению в теле многих гидробионтов и окружающей водной среде сильнодействующих токсичных веществ, продуцируемых водорослями. Альтотоксины аккумулируются в водной экосистеме, иногда подвергаясь трансформации и сохраняя при этом токсичность. Следующим звеном в цепи аккумуляции и передачи альтотоксинов являются моллюски и рыбы и далее — теплокровные наземные животные и человек. Известны также отравления травоядных (домашнего скота) на водоемах при попадании в пищеварительный тракт как фитопланктона, так и самой воды. Определенную опасность представляет загрязнение альтотоксинами водоснабжения и водозаборов. Отравление человека 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 анатоксины, неосакситоксины, сакситоксины, микроцистины, *L*-лейцин и *R*-аргинин (так называемый токсин *LR*). Последние токсины особенно опасны, в литературе их иногда 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 микробного токсического гастроэнтерита, протекающего по типу дисентерии- или холероподобного заболевания. Основные симптомы: тошнота, боли в желудке, спазмы кишечника, рвота, диарея, головная боль, боли в мышцах и суставах. При кожно-аллергической форме характерны дерматит, зуд, набухшее и гиперемия слизистой глаз (конъюнктивиты), реакция со стороны дыхательных путей по типу бронхальной астмы.

В особую форму выделяют «якусовско-сартапскую болезнь», обычно развивающуюся после употребления в пищу инфицированной синезелеными водорослями рыбы (щуки, судака, налима, окуня и др.). К факторам, провоцирующим начало заболевания, относят физическое напряжение и охлаждение. Интоксикация развивается через 10–72 ч после употребления в пищу рыбы, причем термическая обработка не снижает токсичности. 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 сут. 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.

2.3. БЕЗОПАСНОСТЬ ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИЩИ

В настоящее время с целью увеличения мировых продовольственных ресурсов широко применяются достижения биотехнологии и геновой 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 птиц придает им новые, заданные человеком свойства. В то же время широкое внедрение ГМИ требует решения определенных проблем, связанных с оценкой возможных незаданных эффектов, таких как изменение пищевой ценности отдельных видов продовольствия, аллергические и токсические реакции, отдаленные последствия и т. д.

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

В результате трансгеновой 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.

Большое значение приобретают новые технологии получения трансгенных сельскохозяйственных животных и птиц, 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.

Специфичность и направленность интегрированных генов позволяют менять структуру и цвет мышечной ткани, pH, жесткость, влагоудерживающую способ-

ность, степень и характер жирности, равномерность, а также консистенцию, вкусовые и ароматические свойства мяса после технологической обработки. С помощью геновой 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 геной 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 производства мясных продуктов для умягчения мяса, при изготовлении сыров; амилазные и липолитические ферменты широко применяются в технологии хлебобулочных изделий и т. д. В настоящее время во многих странах мира продукты, полученные с помощью таких «нетрадиционных» ферментов, должны быть зарегистрированы в установленном порядке.

2.3.1. 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 Институте питания РАМН 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, проводят оценку возможных отдаленных последствий для будущих поколений.

На основании результатов проведенных исследований рассматривается вопрос о государственной регистрации и разрешении широкого применения нового продукта или компонента пищи.

Причиной нежелательных последствий могут быть рекомбинантная дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК) и возможность экспрессии на ее основе новых белков, не характерных для данного вида продукции. Именно новые белки могут самостоятельно проявлять или индуцировать аллергенные свойства и токсичность ГМН. Однако большинство новых ГМН не обладают аллергенностью и токсичностью.

Согласно СанПиН 2.3.2.1078-01 для пищевых продуктов из генетически модифицированных источников обязательна следующая информация: «генетически модифицированная продукция», или «продукция, полученная из генетически модифицированных источников», или «продукция содержит компоненты из генетически модифицированных источников» (для пищевых продуктов, содержащих более 0,9 % компонентов ГМН), — а также информация о государственной регистрации. Пищевые продукты, полученные из ГМН и не содержащие ДНК и белок, в дополнительном этикетировании не нуждаются в случае полной эквивалентности пищевой ценности продукта традиционному аналогу.

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 ГМН оценке на безопасность. К таким продуктам, не содержащим белок и ДНК, относятся пищевые и ароматические добавки, рафинированные масла, модифицированные крахмалы, мальтодекстрин, сиропы глюкозы, декстрозы и др.

Статья 5 Федерального закона «О государственном регулировании в области генно-инженерной деятельности» от 5 июля 1996 г. № 86-ФЗ 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 ГМН.

В Российской Федерации постановлением Главного государственного санитарного врача «О нанесении информации на потребительскую упаковку пищевых продуктов, полученных из генетически модифицированных источников» от 8 ноября 2000 г. № 13 создана система проверки безопасности и установлен порядок государственной регистрации пищевой продукции из ГМН, предусматривающий проведение комплексных исследований с медико-генетической, медико-биологической и токсикологической оценкой. При ввозе из-за рубежа пищевой продукции, полученной из ГМН, проводится проверка товарно-сопроводительной документации включая наличие свидетельства о государственной регистрации, выданного в установленном порядке Минздравсоцразвития РФ. При отсутствии этого документа принимается решение о запрете ввоза продукции, а при его наличии изучается санитарное состояние партии продукта и отбираются образцы для лабораторных исследований.

2.3.2 Методы определения генетически модифицированных источников в продуктах питания

В настоящее время основными нормативными документами, включающими описание методов контроля за содержанием в продуктах компонентов из ГМИ, являются следующие:

- ГОСТ Р 52173-2003 «Сырье и продукты пищевые. Метод идентификации генетически модифицированных источников (ГМИ) растительного происхождения»;
- ГОСТ Р 52174-2003 «Биологическая безопасность. Сырье и продукты пищевые. Метод идентификации генетически модифицированных источников (ГМИ) растительного происхождения с применением биологического микрочипа»;
- Методические указания МУК 4.2.1913-04 «Методы количественного определения генетически модифицированных источников (ГМИ) растительного происхождения в продуктах питания».

Методы, приведенные в указанных ГОСТах, позволяют проводить качественный анализ, т. е. выявлять присутствие или отсутствие в анализируемых продуктах компонентов из ГМИ.

Методы, описанные в МУК 4.2.1913-04, позволяют не только проводить качественное определение ГМИ, но и при получении положительного результата проводить количественное определение конкретного ГМИ (в процентах), который был использован при производстве исследуемого продукта.

Все указанные методы базируются на идентификации рекомбинантной ДНК с использованием различных модификаций метода полимеразной цепной реакции (ПЦР).

Основы метода полимеразной цепной реакции. Метод полимеразной цепной реакции (ПЦР), за разработку которого в 1993 г. была вручена Нобелевская премия, предложен Кэри Мюлсом (фирма «Cetus», США) в 1983 г. В настоящее время ПЦР-технологии широко используются как в научных исследованиях, так и при проведении лабораторной диагностики в здравоохранении, системах санитарно-эпидемиологического и ветеринарного надзора (генотипирование, диагностика инфекционных заболеваний, определение генетически модифицированных организмов, идентификация видовой принадлежности мяса и ингредиентов мясных продуктов и т. д.).

В основе метода ПЦР как инструмента лабораторной диагностики лежит обнаружение небольшого фрагмента ДНК, специфичного для определяемого организма, с использованием полимеразной цепной реакции для накопления искомого фрагмента.

Методика проведения анализа с использованием метода ПЦР включает три этапа:

- 1) выделение ДНК из материала пробы;

2) амплификация специфических фрагментов ДНК;

3) детектирование продуктов амплификации.

Выделение ДНК. На данной стадии проведения анализа исследуемый образец подвергается специальной обработке, в результате которой происходит:

- лизис клеточного материала;
- очистка от веществ, ингибирующих полимеразную цепную реакцию (полисахариды, липиды, жирные кислоты, белки и т. д.);
- выделение чистого препарата ДНК, свободного от ингибиторов ПЦР и готового для дальнейшей амплификации.

Амплификация специфических фрагментов ДНК. На данной стадии происходит накопление коротких специфических фрагментов ДНК в количестве, необходимом для их дальнейшего обнаружения.

В основе амплификации лежит естественный процесс многократного увеличения числа копий специфического участка ДНК, катализируемый ферментом ДНК-полимеразой. Этот процесс комплементарного достраивания ДНК матрицы также называется репликацией ДНК.

Амплификация ДНК включает несколько стадий:

- денатурация ДНК (расплетение двойной спирали, расхождение нитей ДНК);
- образование коротких двухцепочечных участков ДНК («затравочного, необходимого для инициации синтеза ДНК);
- синтез новой цепи ДНК (комплементарное достраивание обеих нитей).

Данный процесс можно использовать для получения копий коротких участков ДНК, специфичных для конкретных организмов, другими словами, осуществлять направленный синтез таких специфических участков с целью их последующего определения.

Открытие термостабильной ДНК-полимеразы (Taq-полимеразы) позволило сделать процесс репликации ДНК циклическим и использовать его для работы *in vitro*. При многократном повторении циклов синтеза происходит экспоненциальное увеличение числа копий специфического фрагмента ДНК, что позволяет из небольшого количества анализируемого материала, который может содержать единичные клетки определяемых организмов, получить достаточное количество ДНК-копий для их идентификации тем или иным методом (электрофорез, иммуноферментный анализ (ИФА) и др.).

Комплементарное достраивание цепи начинается не в любой точке последовательности ДНК, а только в определенных стартовых блоках — коротких двуцепочечных участках. При присоединении таких блоков к специфическим участкам ДНК можно направить процесс синтеза новой цепи только в этом участке, а не по всей длине ДНК-цепи.

Для создания стартовых блоков в заданных участках ДНК используют две олигонуклеотидные «затравки», называемые праймерами, которые комплементарны последовательностям ДНК на границах специфического фрагмента и ориентированы таким образом, что достраивание новой цепи ДНК происходит только между ними.

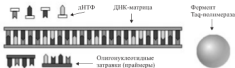


Рис. 3. Исходные компоненты полимеразной цепной реакции (ПЦР)

Таким образом, для проведения амплификации необходимы следующие основные компоненты (рис. 3):

- ДНК-матрица — ДНК или ее часть, содержащая искомый специфический фрагмент;
- праймеры — синтетические олигонуклеотиды (16–30 нуклеотидных пар), комплементарные участкам матричной ДНК, между которыми находится последовательность-мишень (специфический фрагмент ДНК);
- специфический фрагмент ДНК и праймеры, выбор которых играет важнейшую роль при проведении амплификации и оказывает влияние на качество проведения анализа;
- смесь дезоксирибонуклеотидтрифосфатов (дНТФ) — смесь четырех дНТФ, являющихся материалом для синтеза новых комплементарных цепей ДНК;
- фермент Taq-полимераза — термостабильная ДНК-полимераза, катализирующая удлинение цепей праймеров путем последовательного присоединения нуклеотидных оснований к растущей цепи, синтезируемой ДНК;
- буфер-раствор, содержащий катионы и анионы в концентрации, обеспечивающей оптимальные условия ПЦР и стабильное значение pH.

Каждый цикл амплификации включает три этапа, протекающих в различных температурных режимах (рис. 4):

Этап 1. Денатурация ДНК (расплетение двойной спирали). Происходит при температуре 93–95 °С в течение 20–40 с.

Этап 2. Присоединение праймеров (отжиг). Происходит комплементарно к соответствующим последовательностям на противоположных цепях ДНК на границах специфического участка. Для каждой пары праймеров существует своя температура отжига, значения которой обычно находятся в интервале 50–65 °С. Время отжига — 20–60 с.

Этап 3. Достраивание цепей ДНК. Комплементарное достраивание цепей ДНК происходит от 5'-конца к 3'-концу цепи в противоположных направлениях начиная с участков присоединения праймеров.

Материалом для синтеза новых цепей ДНК служит добавляемые в раствор дезоксирибонуклеотидтрифосфаты (дНТФ). Процесс синтеза катализируется фер-

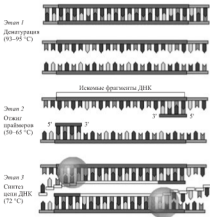


Рис. 4. Цикл амплификации

ментом — термостабильной ДНК-полимеразой (Тад-полимеразой) и проходит при температуре 70–72 °C (см. рис. 4). Время протекания синтеза — 20–40 с.

Для получения достаточного количества копий искомого характеристического фрагмента ДНК проводят 20–40 циклов амплификации. Образовавшиеся в первом цикле амплификации новые цепи ДНК служат матрицами для второго цикла, в котором также происходит образование искомого специфического фрагмента ДНК, так называемого ампликона. В последующих циклах амплификации ампликоны служат матрицей для синтеза новых цепей (рис. 5).

Таким образом, происходит накопление ампликонов в растворе по формуле 2^n , где n — количество циклов амплификации. Поэтому, даже если в исходном растворе находилась только одна двуцепочечная молекула ДНК, за 35 циклов в растворе теоретически должно накапливаться более 30 млрд молекул ампликона. Такого количества достаточно для достоверного визуального определения фрагмента методом электрофореза в агарозном геле.



Рис. 3. Экспоненциальное накопление продуктов амплификации

Фактически же эффективность отдельных циклов амплификации составляет, по некоторым данным, 78–97 %. В случае присутствия в пробе ингибиторов реакции это значение может быть значительно меньше, фактического количества специфических продуктов амплификации более точно можно определить по уравнению:

$$A = M(1 + E)^n,$$

где M — начальное количество ДНК-мишеней; n — количество циклов амплификации; E — эффективность реакции.

Следует отметить, что в процессе амплификации на исходной цепи синтезируются и длинные фрагменты, однако их накопление происходит лишь в арифметической прогрессии по формуле

$$K = Mn,$$

где K — количество длинных продуктов амплификации; n — число циклов.

Таким образом, специфические фрагменты, ограниченные на концах праймерами, впервые появляются в конце второго цикла, накапливаются в геометрической прогрессии и вскоре начинают доминировать среди продуктов амплификации.

Детектирование продуктов амплификации. На данном этапе проводится анализ смеси продуктов ПЦР с целью их идентификации. Используются различные методы, в том числе:

- классический метод горизонтального электрофореза в агарозном геле;
- метод вертикального электрофореза в полиакриламидном геле;
- метод гибридизационных зондов;
- ПЦР «в реальном времени».

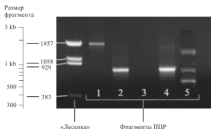


Рис. 6. Электрофоретическое разделение продуктов ПЦР в агарозном геле

Метод горизонтального электрофореза в агарозном геле. На сегодняшний день наиболее распространенным является метод электрофореза, основанный на разделении молекул ДНК по размеру. Для этого готовят пластину агарозного геля, представляющего собой застывшую после расплавления в электрофорезном буфере агарозу с добавлением специального красителя ДНК, например бромистого этидия, образующего с двухцепочечными фрагментами ДНК прочные соединения в виде стесня.

При заливке в геле формируют с помощью гребешок специальные лунки, в которые в дальнейшем вносят продукты амплификации. Пластину геля помещают в аппарат для горизонтального геля-электрофореза и подключают источник постоянного напряжения. Отрицательно заряженная ДНК начинает двигаться в геле от «минуса» к «плюсу». При этом более короткие молекулы ДНК движутся быстрее, чем длинные, а молекулы одного размера движутся с одинаковой скоростью. На скорость движения ДНК в геле влияют также концентрация агарозы, напряженность электрического поля, температура, состав электрофорезного буфера и, в меньшей степени, состав ДНК.

По окончании электрофореза, продолжительностью от 10 мин до 1 ч, гель помещают на фильтр трансиллюминатора, получающего свет в ультрафиолетовом диапазоне (254–310 нм). Энергия ультрафиолета, поглощаемая ДНК в области 260 нм, передается на молекулы красителя, заставляя их флуоресцировать в оранжево-красной области видимого спектра, что позволяет регистрировать их в виде светящихся полос после электрофоретического разделения амплификационной смеси в агарозном геле (рис. 6).

Метод вертикального электрофореза. Отличается от метода горизонтального электрофореза тем, что в данном случае вместо агарозы используют полиа-

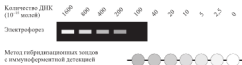


Рис. 7. Сравнительная чувствительность методов детекции

криламидные гели, а разделение продуктов амплификации проводят в специальной камере для вертикального электрофореза.

Электрофорез в полиакриламидном геле имеет большую разрешающую способность по сравнению с агарозным электрофорезом и позволяет различать молекулы ДНК разных размеров с точностью до одного нуклеотида.

Метод гибридизационных зондов. Электрофоретический метод детектирования имеет ряд недостатков, в частности, низкую чувствительность, субъективность считывания результатов и ограничения по определению различных ДНК в одном ампликоне. В качестве альтернативы предложены гибридизационные схемы детекции. В этих схемах образующиеся в результате амплификации фрагменты ДНК гибридизируются (образуют двуцепочечные комплексы — «гибриды») со специфическими олигонуклеотидными зондами. Регистрация таких комплексов может быть проведена флуориметрически или флуориметрически. На практике чаще всего используют микропланшетный формат и систему детекции, сходную с используемой при иммуноферментном анализе. Чувствительность метода гибридизационных зондов с иммуноферментной системой детекции примерно в 100 раз превышает чувствительность метода горизонтального электрофореза (рис. 7).

Гибридизационные методы представляют большой интерес с точки зрения массового скрининга, так как при наличии соответствующего оборудования могут быть легко автоматизированы.

ПЦР «в реальном времени». В последнее время для оценки количества детектируемой ДНК в продуктах амплификации применяется метод, известный как ПЦР «в реальном времени». Суть данного метода детекции состоит в использовании специальных реагентов и приборного обеспечения, позволяющего следить за кинетикой накопления продуктов амплификации.

Существует несколько вариантов реализации ПЦР «в реальном времени», один из которых заключается в следующем. В реакционную смесь вводят гибридизационные зонды, имеющие в своем составе меченные особыми реактивами нуклеотиды, способные флуоресцировать лишь в свободном состоянии. На стадии отжига происходит гибридизация зондов с внутренними участками ампликонов. В процессе синтеза ДНК Таq-полимеразы разрушает зонды в силу

своей экзонуклеазной активностью, что приводит к попаданию меченых нуклеотидов в раствор, где они начинают флуоресцировать. Интенсивность флуоресценции, фиксирующаяся в режиме *on-line* специальным детектором, соответствует количеству продуктов амплификации. Напротив, если гибридизация не происходит, то зонд остается целым и нуклеотиды, входящие в его состав, не флуоресцируют.

При исследовании образцов каждая серия экспериментов сопровождается постановкой амплификации с контролем (несколько 10-кратных разведений ДНК). Сравнение кинетики образования свободных нуклеотидов в реакционных смесях в исследуемом образце и контрольных пробирках позволяет качественно оценить концентрацию ДНК в образце в диапазоне разведений контрольных препаратов ДНК.

2.3.3. Организация ПЦР-лаборатории

Беспреседентно высокая чувствительность ПЦР-технологий диагностики обуславливает необходимость особенно тщательного устройства ПЦР-лаборатории. Это связано с наиболее острой проблемой метода — возможностью контаминации реакционной смеси специфическим ДНК из внешней среды, в результате чего возникают ложноположительные результаты.

Специфические молекулы ДНК, способные служить мишенями в реакции амплификации, могут попадать во внешнюю среду либо непосредственно из образцов на этапе пробоподготовки, либо из пробирок, в которых была завершена амплификация. При недостаточно продуманной организации ПЦР-лаборатории вероятность заражения внешней среды ДНК-мишенями, а затем и постоянной контаминации реакционной смеси очень высока.

Существует несколько способов борьбы с контаминацией, лучшим из которых является правильная организация ПЦР-лаборатории и режима ее работы.

ПЦР-лаборатория должна быть разделена на три зоны — по числу технологических операций (рис. 8). Все три зоны должны представлять собой изолированные комнаты, снабженные предвсасывающими. Желательно наличие устройств

фильтрации воздуха. Если первую и вторую зоны в крайнем случае допускается объединить (при наличии специальных боксов), то комната для детекции должна размещаться как можно дальше от двух других зон (другой этаж, другое здание) и иметь не связанную с ними систему вентиляции. Это одно из наиболее строгих требований при организации ПЦР-лаборатории.

Кроме того, желательно предусмотреть отдельные помещения для переодевания хра-



Рис. 8. Схема маршрутов в ПЦР-лаборатории

нения верхней одежды, приема пищи, складское помещение для лабораторных материалов. Все производственные комнаты должны быть снабжены коротковолновыми ультрафиолетовыми лампами.

Перемещение пробирок, штативов и пр. должно производиться только в одном направлении, при этом потоки не должны пересекаться. Исследуемый материал, поступивший в лабораторию, должен быть как можно быстрее обработан в комнате пробоподготовки. В эту же комнату должны поступать пробирки с реакционной смесью из «чистой зоны» для внесения в них препаратов ДНК. Затем пробирки помещают в амплификатор и по окончании термоциклирования, не открывая крышек, переносят в комнату для детекции.

Все операции (подготовка реакционной смеси, пробоподготовка, детекция) должны выполнять разные люди.

Подготовку реакционной смеси следует проводить в ПЦР-боксе, снабженном электрическими розетками, лампами дневного и ультрафиолетового света. Для обработки клинических образцов должны быть установлены ламинарные шкафы, обеспечивающие вертикальный поток воздуха для безопасности персонала при работе с инфекционным материалом, а также предусматривающие возможность работы без ламинарного потока и длительную экспозицию облучения внутренних поверхностей ультрафиолетовым светом.

Инактивацию биологического материала проводят в автоклаве в течение 1 ч при давлении 1,5 атм. Допускается использование настольных автоклавов.

Запрещается внесение пробирок с положительными контролями или клиническими образцами как до, так и после обработки в комнату подготовки реакционной смеси («чистую зону»).

Если все же, несмотря на принятые меры, следы контаминации обнаружены, все поверхности помещения, оборудования, шкестов, посуды и т. д. необходимо обработать 0,1-молярным раствором соляной кислоты, а все используемые порции реагентов заменить новыми.

Контрольные вопросы и задания

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. Какие опасности представляют для здоровья человека биогенные амины? Приведите примеры.
6. Дайте определение понятию «антипитательные вещества». Перечислите основные группы антипитательных веществ, опишите 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 виды продовольственного сырья и пищевых продуктов, полученных из ГМО, можно не проверять на безопасность?
10. Какой метод лежит в основе идентификации рекомбинантной ДНК в пищевых продуктах из ГМО?
11. Перечислите основные этапы, составляющие суть метода полимеразной цепной реакции.
12. С какой целью проводят амплификацию специфических фрагментов ДНК? В чем суть этого процесса?
13. Какие функции выполняют праймеры и фермент Taq-полимеразы в процессе амплификации?
14. В каком количестве накапливаются продукты амплификации? Какие существуют способы детектирования продуктов амплификации?
15. Какие методы детектирования продуктов амплификации предпочтительны для массового скрининга с целью выявления образцов, содержащих ГМО? Почему?
16. Какие методы детектирования продуктов амплификации лежат в основе проведения количественного анализа?
17. Какие нормативные документы устанавливают методы идентификации продуктов из ГМО?
18. В каких случаях необходимо этикетировать и маркировать продукцию из ГМО?
19. Какие требования предъявляются к организации работ в ПЦР-лабораториях?

Глава третья

ХАРАКТЕРИСТИКА И МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНТАМИНАНТОВ ХИМИЧЕСКОГО И БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ

По данным зарубежных исследователей, из общего количества чужеродных химических веществ, проникающих в организм человека из окружающей среды (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

ЧУЖЕРОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА	
ХИМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ	БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ
ТОКСИЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ: СВИНЕЦ, КАДМИЙ, РТУТЬ, НИКЕЛЬ, ЦИНК, МНГ, ЖЕЛЕЗО, СЕЛЕН, ХРОМ, НИКЕЛЬ	МИКОТОКСИНЫ: АЛФАТОКСИНЫ В ₁ , В ₂ , G ₁ , G ₂ , ДЕОКСИНИВАЛИНОЛ (НОМТОКСИНЫ, T-2 ТОКСИН, ТЕРАЛТОКСИН, ПАУТОКСИН, ОБРАТОКСИНЫ А, СТЕРГМАТОЦИСТИН
ПЕСТИЦИДЫ: ХЛОРОТАРИЧЕСКИЕ, ТРИАЗИНЫ, ФОСФОРОГАНИЧЕСКИЕ, ПИРЕТРОИДЫ, ТИОКАРБАМАТЫ	АНТИБИОТИКИ
СОЕДИНЕНИЯ АЗОТА: НИТРАТЫ, НИТРИТЫ, НИТРОЗАМИНЫ	МИКРООРГАНИЗМЫ: БАКТЕРИИ ГРУППЫ КИШЕЧНОЙ ПАЛОЧКИ (КОЛИФОРМЫ): E. COLI, S. AUREUS, BAC. CEREUS, БАКТЕРИИ РОДА PROTEUS, СУЛЬФАТРЕДУЦИРУЮЩИЕ КЛОСТРИДИИ, ПАТОГЕННЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ (В ТОМ ЧИСЛЕ САЛМОНЕЛЛЫ), ДРОЖЖИ, ПЛЕСЕНЬ
ГЕСТАМИН	ВИРУСЫ
ПОЛИАРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ, В Т.Ч. БЕНЗОАНИТРОС	ГЕЛЬМИНТЫ И ПРОСТЕЙШИЕ
ПОЛИХЛОРИРОВАННЫЕ БИФЕНИЛЫ	НАСЕКОМЫЕ-ВРЕДИТЕЛИ
ГОРМОНАЛЬНЫЕ ПРЕПАРАТЫ	
РАДИОНУКЛИДЫ	

контаминантами. Подчеркивая негативное влияние, оказываемое присутствием контаминантов на здоровье человека, токсичные загрязнители называют также **ксенобиотиками** (в дословном переводе — вещества, чуждые 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).

Предельно допустимая концентрация (ПДК) — концентрация химических, биологических веществ, не оказывающая в течение всей жизни прямого или косвенного неблагоприятного действия на настоящее или будущее поколение, не снижающая работоспособности человека, не ухудшающая его самочувствия и санитарно-бытовых условий жизни.

Предельный допустимый уровень (ПДУ) — 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.

Допустимая суточная доза (ДСД) загрязнителей — максимальная доза (в миллиграммах на 1 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 миллиграммах 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.

На рис. 9 показаны основные направления работы, определяющие технологию оценки безопасности пищевых продуктов. Присутствие в пищевых продуктах одновременно нескольких загрязнителей может сводиться к общему токсическому эффекту. Теоретически возможны четыре варианта токсического действия:

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

Российскими 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 концен-

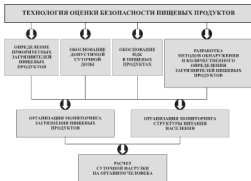


Рис. 9. Технология оценки безопасности пищевых продуктов

трации. 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 их концентрация меньше 1 ПДК (фтора — 1/5 ПДК, бензола — 1/5 ПДК), т. е. суммарное воздействие этих химических веществ в такой концентрации безопасно.

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

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

где $C_{\text{воз}}$, $C_{\text{вод}}$, $C_{\text{прод}}$ — концентрация данного вещества в атмосфере, воде, продуктах питания; ПДК — ПДК экотоксиканта в атмосфере, воде, продуктах питания.

Безопасность пищевых продуктов в микробиологическом и радиационном отношении, а также по содержанию химических загрязнителей определяется из соответствием гигиеническим нормативам, установленным в санитарно-эпидемиологических правилах и нормативах СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов». Указанный документ устанавливает перечень обязательных к определению приоритетных загрязнителей, их предельно допустимые концентрации и рекомендует методы анализа остаточных количеств загрязнителей в пищевых продуктах.

3.2. ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТОКСИЧНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Существует несколько точек зрения по проблеме загрязнений токсичными элементами. Согласно одной из них все химические элементы периодической системы делит на три группы: 1) элементы как незаменимые факторы питания (эссенциальные макро- и микроэлементы); 2) неэссенциальные, или необязательные для жизнедеятельности, элементы; 3) токсичные элементы. Согласно другой точке зрения все элементы необходимы для жизнедеятельности, но в определенных количествах.

Разработана классификация микроэлементов по воздействию на организм человека:

1) микроэлементы, имеющие значение в питании человека и животных (Co, Cr, Cu, F, Fe, I, 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).

Следует отметить, что девять из перечисленных элементов относятся 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 можно установить различие между жизненно необходимыми и токсичными элементами. Все элементы могут проявить токсичность, если они потребляются в избыточном количестве. Кроме того, токсичность химических элементов обнаруживается при их взаимодействии друг с другом. Например, физиологическое воздействие кадмия на организм, в частности его токсичность, зависит от количества присутствующего цинка, а функция железа в клетках определяется 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 относятся ртуть, кадмий, свинец, мышьяк. Они не являются ни жизненно необходимыми, ни благотворными, но даже в малых дозах приводят к нарушению нормальных метаболических функций организма.

Объединенная комиссия ФАО и ВОЗ по пищевому кодексу (Codex Alimentarius) включила ртуть, кадмий, свинец, мышьяк, медь, олово, цинк и железо в число компонентов, содержание которых контролируется при международной торговле продуктами питания. В России согласно действующим санитарным нормам СанПиН 2.3.2.1078-01 подлежат контролю шесть токсичных элементов: ртуть, свинец, кадмий, мышьяк, олово и хром.

3.2.1. Ртуть: источники загрязнения пищевых продуктов.

Токсическая опасность ртути и ее соединений

Ртуть достаточно легко извлекается из руд и, несмотря на ограниченное применение, широко известна в течение многих веков. В природе ртуть находится в трех окисленных состояниях: металлическая или атомарная (Hg^0), окисленная со степенью окисления +1 (Hg_2^{+}) и окисленная со степенью окисления +2 (Hg^{2+}). Свойства ртути с различной степенью 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 четыре соединения с хлором: HgCl^+ , HgCl_2 , HgCl_3^- и HgCl_4^{2-} .

Ртутные соединения относятся к наиболее опасным глобальным загрязнителям биосферы. В большом количестве они содержатся в стоках химических предприятий, бумажных и целлюлозных производств. Ежегодно в результате сжигания каменного угля в атмосферу планеты выбрасывается около 3 тыс. т ртути. Соединения ртути являются действующей основой многих пестицидов, используемых для протравливания семян растений.

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

В пищевых продуктах ртуть может присутствовать в трех 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 поедает рыба, а рыба — птицы. Конечными звеньями пищевых цепей нередко становятся чайки и орлы. Человек может включаться в цепь на любом этапе и в свою очередь также становится конечным звеном; в основном это происходит в результате потребления рыбы. Цепочку передачи ртутных соединений можно представить следующим образом: промышленные выбросы, смывы с полей → водосемы → зоопланктон, ракообразные, моллюски, рыбы, морские животные (морская мука из рыб, морских животных) → домашние животные → человек.

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

За естественный уровень содержания ртути в рыбе принимают величину 0,1–0,2 мг/кг. ВОЗ предлагала считать предельно допустимой концентрацией значение 0,5 мг/кг. Это значение, вероятно, завышено, потому рекомендуется есть рыбу только 1–2 раза в неделю, а беременным женщинам — вовсе не употреблять ее в пищу.

Ныбачное потребление рыбы человеком даже при достаточно 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 безопасной, она возможна даже при потреблении воды и рыбы, практически не содержащих ртути. Содержание ртути в волосах в количестве 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 (период 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 оказывает влияние на наследственность человека. Мозг проявляет особое сродство к метилртути и способен аккумулировать почти в шесть 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 наблюдаться в результате скормливания 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 наиболее опасных токсикантов внешней среды. В природной среде кадмий встречается в очень малых количествах. Наибольшие количества содержатся в почве (в среднем 0,1 мг/г). 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 применяются в качестве стабилизатора пластмасс (поливинилхлорида), в электрических батареях. В результате промышленных выбросов, а также при сжигании кадмийсодержащих пластмассовых отходов кадмий может попадать в воздух.

Кадмий опасен в любой форме: приняты внутрь дозы 30–40 мг уже могут оказаться смертельными. Поэтому даже потребление напитков из пластмассовой тары, материал которой содержит кадмий, является чрезвычайно опасным. Может происходить хроническое отравление, ранними симптомами которого являются поражение почек и нервной системы с последующим возникновением острых костных болей. Тихебно 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 накапливается в первую очередь 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 извлечь из природной среды, поэтому он все больше накапливается в ней и попадает различными путями в пищевые цепи человека и животных. Поглощенное количество кадмия выводится из организма очень медленно (0,1 % в сутки). Кадмий имеет высокий коэффициент биологической кумуляции, полупериод биологического распада кадмия — время, необходимое для снижения накопившегося в органе или организме металла в два раза по сравнению с исходным содержанием — составляет 19–40 лет. Поэтому возникает реальная угроза неблагоприятного воздействия на человеческий организм потребления кадмия даже в низких дозах.

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 дозой кадмия для взрослых людей 500 мкг в неделю, т. е. ДСП составляет 70 мкг/сут., а ДСД — 1 мкг на 1 кг массы тела.

3.2.3. Свинец, его токсичность и источники загрязнения

Свинец относится к наиболее известным ксенобиотикам и среди современных токсикантов играет весьма заметную роль. Свинец находится 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. Традиционно его используют для изготовления пуль и снарядов, для пайки швов жестяных банок, при производстве двигателей, в полиграфии.

Повышенное содержание свинца в окружающей среде обусловлено главным образом 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 применяют к автомобильному бензину в качестве антидетонаторов.

Отмечается увеличенная загрязненность свинцом промышленных районов и городов. Выбросы промышленных предприятий, выхлопные газы автотранспорта попадают в почву, и концентрация свинца в растениях из зон, прилегающих к автотрассам, может увеличиваться в десятки раз. Скапливание травоядными животными травы или сена из придорожных или пригородных зон приводит к накоплению свинца в организме животных. Часть свинца может выводиться из организма с молоком (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 10–15 % 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 13–14 % 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, водой 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.

При попадании 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. Период биологического распада свинца в человеческом организме составляет 5 лет, в костях — 10 лет.

Метаболизм свинца имеет много общего с метаболизмом кальция. Оба металла содержатся в кристаллической структуре костей, которые в основном состоят из фосфата кальция. Свинец токсически воздействует на четыре 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 колики 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, в частности, снижение умственных способностей и агрессивное поведение. Поражение периферической нервной системы выражается в так называемых свинцовых параличах 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/л может вызвать хроническую необратимую нефропатию.

Экспертами ФАО и ВОЗ установлена величина максимально допустимой дозы свинца для взрослого человека — 3 мг в неделю, т. е. ДСД составляет около 0,007 мг на 1 кг массы тела, 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 арсенит свинца, мистарсенат 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, напитках — до 1,3, мясе — до 1,4, молочных продуктах —

до 0,23 мг/кг. В морских продуктах содержится больше мышьяка — обычно 1,5–15,3 мг/кг.

Мышьяк присутствует почти во всех пресных водах. В питьевой воде из различных источников содержание мышьяка определяется 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 металлургических заводов, предприятий, перерабатывающих цветные металлы, сжигающих бурый уголь. 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 организмы животных, потребляющих загрязненные корм, воду, а также в молоко и 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. В зубоортопедической практике применяют пасту с мышьяковистым ангидридом («белый мышьяк»). Органические препараты мышьяка используются при лечении возвратного тифа, малярии и ряда других инфекционных заболеваний.

Однако применение лечебных мышьяковистых препаратов в животноводстве в течение длительного времени или в высоких дозах может привести к накоплению мышьяка в получаемых от животных мясе, молоке, а при противочесоточных обработках — в шерсти.

По данным экспертов ФАО и ВОЗ, суточная доза мышьяка для взрослого человека составляет в среднем 0,05–0,42 мг. При потреблении продуктов с повышенной концентрацией мышьяка возникает опасность интоксикации и других отрицательных последствий.

Трех- и пятивалентные формы мышьяка легко поглощаются в желудочно-кишечном тракте. Количество реально поглощенного мышьяка зависит от вида химического соединения мышьяка и состава пищи. Поглощенный мышьяк быстро распространяется по всем органам и тканям в виде протенинового 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, периферическим неврозам, конъюнктивиту, гиперкератозу и меланоме кожи. Меланомы возникают при длительном воздействии мышьяка и могут привести к развитию рака кожи.

Экспертами ФАО и ВОЗ установлена ДСД мышьяка 0,05 мг на 1 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 является одним из первых металлов, которые человечество начало использовать в чистом виде.

Значительное количество меди применяется в электротехнической промышленности, для изготовления водопроводных и отопительных систем, в сельском хозяйстве и фармакологии.

Медь присутствует почти во всех пищевых продуктах. Суточная потребность в меди взрослого человека — 2,0–2,5 мг, т.е. 35–40 мкг/кг, детей — 80 мкг/кг. Однако при нормальном содержании в пище молибдена и цинка — физиологических антагонистов меди — суточное потребление меди, по оценке экспертов ФАО, может составлять не более 0,5 мг/кг (до 30 мг в рационе).

Стронций — достаточно широко распространенный в литосфере металл. Концентрация стронция в плодах, растущих на нормальной почве, колеблется от 1 до 169 мкг/кг. В животных тканях его содержится 0,06–0,50 мг/кг. Взрослый человек обычно поглощает с пищей 0,4–2,0 мг стронция в сутки.

Стронций плохо абсорбируется в кишечном тракте, поэтому большая 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 необходимо получить цинк с пищей. Во многих странах существуют рекомендации по суточной норме потребления металла. Цинк участвует в ряде важных биологических процессов, особенно ферментативных. Однако избыток цинка вызывает токсическое воздействие на организм.

Токсичные дозы солей цинка действуют на желудочно-кишечный тракт, что 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 разных количествах.

Железо является необходимым микроэлементом. Однако, несмотря на то что содержание железа тщательно регулируется в организме, иногда может поглощаться его избыточное количество. Это приводит к накоплению металла в организме, в результате чего развивается болезнь *siderosis*.

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

По механизму токсического действия и клинической картине отравления сурьма аналогична мышьяку. Токсичная доза для взрослого человека составляет 100 мг/сут., летальная — 500–1000 мг/сут.

Профилактические мероприятия заключаются в строгой регламентации содержания и характера соединений сурьмы в мылах, полуде и припое. В России для посуды допустимая концентрация сурьмы в олове составляет не более 0,05 %.

Олово известно еще с древности. Более половины добываемого олова идет на производство покрытий. При производстве консервных банок используется 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 лаком, 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 олова для взрослых и 100 мг для детей).

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

Никель. В природе никель обычно встречается совместно с мышьяком, сурьмой и серой. В небольших количествах никель присутствует почти во всех почвах. Растения могут содержать его от 0,5 до 3,5 мг/кг. 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 маргарином и спредами, так как никель входит в состав катализатора, используемого для гидрогенизации растительных масел.

Никель плохо абсорбируется из пищевых продуктов и напитков. В тканях организма остается около 3–6 % ежедневно поступающего металла. Распределя-

ется 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. В основном хром применяется в металлургической промышленности для получения нержавеющей стали и для покрытия металлических изделий с целью коррозионной защиты. В небольших количествах хром содержится в большинстве пищевых продуктов и напитков. Среднее суточное потребление хрома с пищей составляет 50–80 мкг. Потенциальным источником повышенной концентрации хрома в пищевых продуктах является загрязнение окружающей среды сточными водами.

С точки зрения биологического действия 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 вызвать диабет и атеросклероз.

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

Российскими токсикологами установлено, что даже растворимые соли алюминия обладают слабым токсическим действием. Хроническое поступление алюминия в дозе 0,3 мг/кг для человека безвредно. К веществам, усиливающим растворение алюминия, относятся пигменты овощей и фруктов, анионы органических гидроксидов, поваренная соль. В процессе приготовления такой пищи в алюминиевой посуде содержание алюминия может увеличиться в два раза. В России и странах СНГ временные нормы содержания алюминия в пищевых продуктах следующие: в молочных продуктах — 1 мг/кг; мясе, соках, напитках — 10; хлебопродуктах, фруктах — 20; овощах — 30 мг/кг.

3.2.6. Методы определения токсичных элементов в пищевых продуктах

Отбор проб пищевых продуктов производится в соответствии с требованиями ГОСТов на отдельные виды пищевых продуктов и сырья. Средняя лабораторная проба подготавливается таким образом, чтобы ошибки, обусловленные неоднородностью пищи по объему, были минимальными.

В большинстве продуктов питания металлы невозможно определить, не разрушая органическую матрицу вещества. Удаление органических соединений из продуктов называют минерализацией образца и проводят с использованием различных методов окисления. Существует три основных способа подготовки образцов пищевых продуктов к определению токсичных элементов: сухая минерализация, мокрая минерализация и кислотная экстракция (ГОСТ 26929-94).

Способ сухой минерализации основан на полном разложении органических веществ путем сжигания пробы сырья или продукта в электропечи при контролируемом температурном режиме и предназначен для всех видов продовольственного сырья и продуктов, кроме продуктов с содержанием жира 60 % и более. Этот метод применим при определении большинства токсичных элементов, за исключением ртути и мышьяка.

Тигель с анализируемой пробой помещают на сетку из огнеупорной плитки и нагревают на слабом огне для начального разложения органического вещества. Затем тигель переносят в муфельную печь, где проводят сжигание при регулируемой температуре 400–600 °С. Для ускорения разложения органических веществ, особенно с низким содержанием золы, рекомендуется использовать вещества, катализирующие процесс сжигания, такие как азотная кислота или некоторые соли. Полученную золу растворяют в определенном объеме разбавленной соляной кислоты или смеси разбавленных соляной и азотной кислот. Образовавшийся раствор используют для дальнейшего определения.

Преимуществами способа сухой минерализации являются возможность анализа больших количеств вещества, что важно при анализе токсичных элементов, содержащихся в продукте на уровне ПДК, а также отсутствие опасности загрязнения анализируемого продукта реактивами. Метод не требует анализа большого количества контрольных проб и постоянного внимания рабочего персонала.

К недостаткам следует отнести возможность потери анализируемых элементов вследствие летучести (особенно при работе с кадмием, селеном, ванадием, сурьмой, мышьяком, ртутью) или взаимодействия с материалом, из которого изготовлен тигель. Чрезмерное нагревание соединений некоторых металлов, например олова, может привести к потере растворимости, что сделает невозможным их дальнейшее определение.

Способ мокрой минерализации основан на полном разрушении органических веществ пробы продукта при нагревании с серной и азотной концентрированными кислотами с добавлением перекиси водорода или хлорной кислоты в качестве катализаторов и предназначен для всех видов сырья и продуктов, кроме сливочного масла и животных жиров.

При мокрой минерализации потери вещества за счет летучести минимальны, поэтому значительно увеличивается полнота извлечения металлов. Преимуществом также является высокая скорость процесса окисления по сравнению с сухой минерализацией.

Однако существует ряд недостатков, ограничивающих применение данного способа подготовки проб. В частности, метод позволяет сжигать только малые объемы образца. При этом расход реактивов достаточно большой, что может привести к завышению данных контрольных опытов. Кроме того, мокрая минерализация является потенциально опасным методом и во избежание взрывов требует постоянного контроля.

Способ кислотной экстракции (используют минерализацию) предназначен для растительного и сливочного масел, маргарина, пищевых жиров и сыров. Он основан на экстракции определяемых токсичных элементов из пробы продукта путем кипячения его с разбавленной соляной или азотной кислотой.

Выбор способа минерализации зависит от природы определяемого металла и анализируемого продукта, а также от метода определения элемента на конечной стадии анализа.

В настоящее время для определения токсичных элементов в лабораториях контроля качества и безопасности пищевых продуктов применяют атомную спектроскопию, полярографию и спектрофотометрию.

Метод **атомной спектроскопии** включает две разновидности, основанные на явлениях атомной эмиссии и атомной абсорбции. Раствор минерализата испытуемой пробы распыляют в воздушно-ацетиленовом или воздушно-пропановом пламени. Металлы, находящиеся в растворе минерализата, попадая в пламя, переходят в атомное состояние. Сталкиваясь со свободными радикалами пламени, некоторые атомы металлов переходят в возбужденное состояние. Возвращаясь в нормальное состояние, атом излучает энергию, характерную для исследуемого металла. Это явление лежит в основе *атомно-эмиссионной спектроскопии*.

Однако даже в высокотемпературном пламени возбуждается лишь небольшая доля атомов. Невозбужденные атомы можно заставить поглощать излучение от наружного источника с собственной резонансной длиной волны, т. е. с длиной волны, которую анализируемые атомы излучают при возбуждении. Часть этого излучения поглощается атомами исследуемого элемента, причем величина поглощения пропорциональна концентрации определяемого элемента в растворе. Это явление лежит в основе метода *атомно-абсорбционной спектроскопии*.

Для анализа токсичных элементов, нормируемых в пищевых продуктах и требующих подтверждения при обязательной сертификации, обычно применяют метод атомно-абсорбционной спектроскопии, так как он отличается высокой чувствительностью, воспроизводимостью и селективностью. Данный метод наиболее удобен для определения металлов, таких как свинец, кадмий, цинк, медь, хром и др. Применение этого метода для анализа ртути и мышьяка требует небольшой модификации оборудования. Так, для определения ртути применяют технику холодного испарения. Ионы ртути Hg^{2+} из анализируемого раствора минерализата подвергают восстановлению хлоридом олова до молекулярной формы ртути Hg^0 , которая, испаряясь, накапливается в специальной абсорбционной ячейке. В данном случае измеряют интенсивность излучения, поглощенного парами ртути. Мышьяк из соединений, присутствующих в минерализате, восстанавливают до летучего производного мышьяка — арсина, после чего измеряют степень поглощения характеристического излучения парами арсина. Для

реализации методов определения мышьяка и ртути разработаны специальные приставки к измерительному оборудованию, в которых в автоматическом режиме протекают процессы восстановления определенных элементов до летучих соединений и их испарения.

Широко используются также **полярографические** методы определения токсичных элементов, в первую очередь из-за значительно более низкой стоимости оборудования по сравнению с оборудованием для атомно-абсорбционной спектроскопии. Полярографический метод основан на том, что различные металлы осаждаются из раствора на катоде при различных электрических потенциалах. Каждый металл имеет характеристический потенциал полуволны, который используется для идентификации. Высота волны является мерой концентрации определяемого элемента. Этот метод особенно удобен для одновременного определения нескольких тяжелых металлов, однако является более трудоемким, требует большой аккуратности при подготовке проб и выполнении анализа.

Спектрофотометрия находит широкое применение для анализа токсичных элементов, особенно в лабораториях, где не требуется проводить большое количество анализов по определению металлов, а затраты на приобретение атомно-абсорбционного спектрометра считаются неоправданными. Преимущества спектрофотометрических методов — простота, дешевизна, как правило, высокая чувствительность. К недостаткам следует отнести невысокую селективность определения в ряде случаев.

3.3. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ ПЕСТИЦИДАМИ

Пестициды — химические соединения, применяемые в сельском хозяйстве для защиты культурных растений от вредителей и паразитов (от лат. *pestis* — паразит, *сводего* — уничтожать), сорных растений, микроорганизмов и вызываемых ими болезней.

Пестициды различаются по сферам применения: инсектициды (против насекомых-вредителей), гербициды (против сорных растений), фунгициды (против грибов), бактерициды (против бактерий), акарициды (против клещей), рентициды (против грызунов). Особую группу составляют дефолианты (средства для удаления листьев и ботвы), ретарданты (препараты для укорачивания соломки) и регуляторы роста растений.

Во всем мире в среднем за год применяется около 3,2 млн т гербицидов, фунгицидов и инсектицидов (в среднем 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.

Среди галогенуглеводородов наиболее широкое применение получили линдан, дельталин 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 применяют эфиры фосфорорганических кислот, хлорированные углеводороды и ртутьорганические соединения.

При использовании указанных гербицидов, фунгицидов и инсектицидов возникает три основные проблемы.

1. Определенные пестициды, в частности 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 запрещенный к применению ДДТ. Когда в организм животного попадает ДДТ (с водой, 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. В этом случае какой-либо другой организм в пищевой сети, поедая первый, получает уже более концентрированную дозу ДДТ.

2. После обработки пестициды могут в течение длительного времени сохраняться в почве или на культурных растениях. Хлорированные углеводороды, такие как ДДТ, и пестициды, содержащие мышьяк, свинец или ртуть, относятся к группе устойчивых: они не разрушаются в течение одного вегетационного сезона под действием солнца или бактерий.

3. Вредители способны становиться устойчивыми к пестицидам, т. е. пестициды перестают их уничтожать. 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 их остаточных количеств в продуктах питания.

Еще одна проблема была выявлена сравнительно недавно. 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 постоянно увеличивающееся количество включается в пищевые цепи.

Поскольку пестициды являются биологически активными веществами, к обращению их в окружающей среде предъявляются особые требования, что позволяет обеспечивать наибольшую эффективность их использования и наименьшую вредность для человека, животных, растений. Современные пестициды, прежде чем они будут допущены к практическому использованию, подвергаются тщательному анализу, при этом особое внимание уделяется изучению их биотрансформации в окружающей среде. На основании результатов иссле-

дования 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 создана система гигиенической регламентации применения пестицидов, направленная на предупреждение их реальной опасности для населения, в том числе 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.). Не допускается использование зооцидов и некоторых протравителей семян, так как еще не созданы препараты, соответствующие указанным выше 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 (онкологич., уродства, мутации и др.). Для оценки опасности разработаны специальные гигиенические классификация 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 следующие:

- 1) 4,4'-дихлордифенилтрихлорэтан (ДДТ) и его метаболиты:
 - 4,4'-дихлордифенилдихлорэтан (ДДД);
 - 4,4'-дихлордифенилдихлорэтин (ДДЭ);
- 2) гексахлорциклогексан (ГХЦГ) и его изомеры:
 - альфа-изомер гексахлорциклогексана;
 - бета-изомер гексахлорциклогексана;
 - гамма-изомер гексахлорциклогексана (линдан);
- 3) гептахлор;
- 4) 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота (2,4-Д кислота, 2,4-Д);
- 5) кепитан;

- 6) альдрин;
- 7) гептахлорбензол;
- 8) гептахлорбутадиев;
- 9) метоксхлор и др.

Из-за высокой устойчивости в окружающей среде и способности к биоконцентрации в пищевых цепях ХОП превратились в глобальные загрязнители. Им присуща сверхкумуляция либо 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. Так, 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 прорастающие 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, однако они хорошо поглощаются листьями из воздушной среды. Пестициды, хорошо адсорбируемые органическими компонентами почвы, донными отложениями и другими элементами водных экосистем, 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 сухих полях.

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 идет с различной скоростью в зависимости от дозы препарата, характера почвы и самого пестицида. Например, для ГХЦГ — 3 года, для дефолванта 2,4-Д — 1 мес.

Проникновение пестицидов в организм человека происходит в основном через рыбу, которую предлагается считать индикатором, своего рода биологической мишенью для оценки степени загрязнения водных экосистем.

Среди ХОП имеются вещества, обладающие мутагенным действием (гептахлорбутадиев, линдан, ДДТ, кептан, кельтан, мильбекс), а также вызывающие пороки развития (ДДТ, эунарен) и мутагенные изменения (ДДТ, линдан, кельтан, кептан). Некоторые ХОП являются канцерогенами (ГХЦГ, гептахлор,

каптан, линдан, фталин) и аллергенами (каптан, линдан). Как заявил на пресс-конференции в Москве известный эколог РАН Алексей Яблоков, одной из причин распространения гомосексуализма в современном мире может быть применение пестицидов. Он пояснил, что пестициды обладают свойством втеряться в эндокринную систему организма, что ведет к негативным изменениям в работе половых гормонов. Кроме того, применение пестицидов постепенно может привести к бесплодию. По данным ученых, уже сегодня количество сперматозоидов в семенной жидкости среднестатистического мужчины в два раза меньше, чем было 40 лет назад.

Использование пестицидов снижает также умственные способности и нарушает иммунитет человека, что, по мнению экологов, позволяет сравнить эти вещества с вирусом иммунодефицита.

Фосфорорганические пестициды (ФОП) — одна из наиболее распространенных и многочисленных групп пестицидов. К ним относятся афугат, 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, в результате чего возможно их поступление в организм человека с продуктами питания, воздухом и водой. Более устойчивы остаточные количества ФОП на citrusовых, что объясняется их растворением в маслах кожуры. Кроме того, в течение достаточно длительного времени ФОП присутствуют в хранящихся продуктах питания, например в зерне.

Хотя ФОП накапливаются в организме не так интенсивно, как ХОП, они все же обладают функциональной кумуляцией — кумулятивными свойствами, проявляющимися в разной степени в результате суммирования токсических эффектов. Симптомы хронических отравлений и острой интоксикации ФОП сходны. Они выражаются в головной боли, спазмах в висках, ухудшении памяти, нарушении сна, дезориентации в пространстве, повышении роговичных рефлексов. При отравлении некоторыми ФОП возможны 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 деградации является метилртуть. При хроническом отравлении наблюдаются потеря веса, слабость, утомляемость, психические расстройства, зрительные и слуховые галлюцинации, стоматит.

Неорганические и органические металлысодержащие пестициды. Среди пестицидов данной группы наиболее широкое распространение получили ве-

органические и органические соединения меди. В настоящее время из медьсодержащих пестицидов (МП) применяют медный купорос, бордоскую жидкость, купрозан и др. Опасность МП для человека подтверждается случаями отравлений им. Смертельная доза для взрослого человека составляет 10 г, а тяжелые отравления наблюдаются при дозах менее 2 г. При остром отравлении МП рвотные массы окрашены в зеленоватый или голубой цвет. Кроме того, медьсодержащие пестициды раздражают кожу, вызывают дерматиты.

Из органических металлодержащих пестицидов применяют оловоорганические пестициды (ООП), такие, как акрициды, фунгициды и бактерициды. Симптомы отравлений ООП этого типа аналогичны симптомам при отравлении оловом.

Критериями токсичности пестицидов являются величины токсических и смертельных доз при различных 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 пестицидов 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 (LD_{50}) и пороговой (вызывающей минимальные нарушения) доз и концентраций при различных путях поступления в организм; зоной токсического действия — отношением LD_{50} 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.

Все вредные вещества делят на четыре класса опасности:

- I — чрезвычайно опасные (ПДК менее 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 более 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 наличия в продуктах детского

питания 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, предоставляющий 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 следующие законодательные документы: Федеральный закон «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами» от 19 июля 1997 г. № 109-ФЗ, Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ, нормативные документы Министерства здравоохранения и социального развития РФ, представленные гигиеническими нормативами (ГН) и санитарными правилами (СанПиН).

Основным документом, регламентирующим содержание пестицидов в продуктах питания, является СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов». Согласно этому документу для продовольственного сырья растительного происхождения обязательна информация о пестицидах, использованных при возделывании сельскохозяйственных культур, fumигации помещений и тары для их хранения, борьбе 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: ГХЦГ (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 контролируются 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 фунгицидов, 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 технологическая и кулинарная 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. Как известно, 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, если пищевое сырье содержит остаточное количество препаратов или веществ, обладающих липофильными свойствами и прочно связывающихся с восками кутикулы. Производные карбаминной и тиокарбаминной кислот, оловоорганические соединения достаточно хорошо смываются водой.

Эффективность мойки значительно повышается при использовании сапфетов, а также различных моющих средств, удаляющих жиры и воск (детергенты, кулестическая сода, спарты). Соотношение между объемами продукта и моющей жидкости должно быть 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 цитрусовых, яблок, груш, бананов, персиков и т. д. достигается их максимальное освобождение от пестицидов — на 90–100 %, хотя такие пестициды, как линифос, монохлорофос, ортен, дравин, темик, кропстон, удаляются не более чем на 50–70 %. Достаточно высокой степени 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 либо увеличение концентрации остаточных количеств пестицидов, либо их удаление. При переработке зерновых культур пестициды неравномерно распределяются в различных фракциях помола. Наибольшее количество загрязнителей обнаруживается обычно в отрубях, наименьшее — 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 ($-18... -23\text{ }^{\circ}\text{C}$) снижение остаточных количеств пестицидов обычно бывает незначительным даже в тех случаях, когда длительность хранения превышает два 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 учитывать, что пестициды могут трансформироваться с образованием более токсичных соединений.

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

3.3.3. Методы определения остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах и продовольственном сырье

Основными лабораторными методами исследования пищевых продуктов на содержание остаточных количеств пестицидов являются газовая и жидкостная хроматография. Доля таких методов, как хромато-массовый, полярмографический, фотометрический, с каждым годом снижается и составляет сейчас менее 1 % исследований. Эти методы характеризуются высокой чувствительностью и селективностью.

Улучшение материально-технической базы лабораторий и обновление приборного парка позволяют использовать более сложные хроматографические методы (капиллярная газовая, жидкостная, высокоэффективная жидкостная, хромато-масс-спектрометрия) для количественного определения пестицидов, однако высокая стоимость и дорогостоящее обслуживание приборов сдерживают широкое применение их в нашей стране. Во многих регионах, в том числе проин-

водящих сельскохозяйственную продукцию, основным методом контроля является тонкослойная хроматография, которая по чувствительности, объективности и точности количественного определения уступает методам инструментального хроматографического анализа.

В настоящее время в качестве арбитражного метода определения хлорорганических пестицидов, нормируемых в пищевых продуктах и сырье, используют капиллярную газожидкостную хроматографию.

Арбитражный метод определения хлорорганических пестицидов основан на экстракции пестицидов из образца продукта этилацетатом, очистке экстракта серной кислотой или силикагелем, концентрировании очищенного экстракта и последующем анализе на газовом хроматографе с электронозахватным детектором (рис. 10).

Раствор анализируемых пестицидов в летучиющем растворителе (гексане) вводится микрошприцем, испаряется в испарителе, подхватывается потоком газа-носителя (азот) и поступает в капиллярную хроматографическую колонку, где происходит разделение смеси определяемых пестицидов на отдельные компоненты. Разделенные вещества элюируются потоком газа-носителя из хроматографической колонки, регистрируются детектором и фиксируются на хроматограмме в виде пиков. Полученная хроматограмма служит основой для качественного и количественного анализа смеси веществ.

Для идентификации пиков на хроматограмме проводят анализ стандартной смеси веществ, т. е. специально составленной и аттестованной смеси определяемых веществ с известными концентрациями и известным порядком выхода в данных условиях хроматофирования.

Особенностью анализа хлорорганических пестицидов является применение электронозахватного детектора. Принцип действия этого детектора заключается в том, что быстрые электроны, излучаемые радиоактивным источником, ионизируют молекулы газа-носителя (азота). При этом возникают медленные электроны, собираемые положительно заряженным катодом и обуславливающие наличие некоторого постоянного фонового тока через детектор. Вещества,



Рис. 10. Схема газового хроматографа

обладающие большим сродством к электрону, т. е. способные активно связывать электроны с образованием малоподвижных отрицательных ионов, вызывают резкое снижение электронного тока в детекторе, регистрируемого электрометром. Такими веществами являются соединения, содержащие атомы галогенов. Поэтому электронозахватные детекторы отличаются высокой чувствительностью и селективностью к хлорорганическим пестицидам.

3.3.4. Анализ структуры загрязнения пестицидами продовольственного сырья и продуктов питания

По результатам проводимого мониторинга содержания пестицидов в пищевых продуктах установилось, что они присутствуют 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 обнаружены в таких видах продуктов питания, как яблоки, молоко, творог жирный, сливки, масло сливочное, кисломолочные напитки 3,2%-й жирности, сметана 20%-й жирности, сыры, чеснок, морепродукты, брынзы, сыровые изделия, сливки 10%-й жирности.

Высокие концентрации остаточных количеств пестицидов на основе препарата ГХЦГ выявлены 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, обнаружены в рыбе копченой, кисломолочных напитках, яблоках, твороге жирном.

Результаты исследований, в которых анализируются показатели накопления ХОП в организме человека, свидетельствуют о том, что эти показатели выше у жителей сельской местности (и с возрастом увеличиваются), а также у женщин (из-за большего содержания жировой ткани) и 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 биоаккумуляции, мигрируя 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 пестицидными препаратами окружающей среды и, в частности, продуктов питания.

При анализе данных, полученных с помощью системы мониторинга «Пестотест», используемой Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, было установлено, что во многих случаях превышение ПДК пестицидов в продуктах питания обусловлено загрязнением почвы и кормофуража. Причинами загрязнения кормов могут служить спос пестицидов с прилегающих участков в процессе их обработки, несоблюдение сроков при уборке кормовых культур и сенокошении, выращивание 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 агрохимикатов, 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 (СанПиН 1.2.1077-01 «Гигиенические требования к хранению, применению и транспортированию пестицидов и агрохимикатов»).

Большое влияние на выявляемость остаточных количеств пестицидов в продуктах оказывают место и процедура отбора проб. Рациональнее проводить исследования продовольственного сырья. Содержание 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 при анализе сырья, сырьевых и переработанных продуктов можно установить причины контаминации и не допустить промышленной переработки загрязненного сырья.

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.






3.4. ДИОКСИНЫ, ПОЛИХЛОРИРОВАННЫЕ БИФЕНИЛЫ И ДРУГИЕ ПОЛИГАЛОГЕНИРОВАННЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ КАК КОНТАМИНАНТЫ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Первые сообщения о полигалогенированных углеводородах (ПГУ) появились в конце XIX в. При исследовании причин возникновения дерматитов у рабочих, занятых в производстве гидроксида калия, получаемого электролизом хлорида калия, была выделена группа 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 противоголов. В 1949 г. в США у рабочих, занятых в производстве 2,4,5-трихлорфенола (ТХФ) и 2,4,5-трихлорфенолсульфусной кислоты, наблюдались сильные отравления, воспаление сальных желез, нарушение периферического обмена, поражения печени, желудка, нервной системы, предрасположенность к инфекционным заболеваниям. 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 гг., а также в Южном Вьетнаме во время химической войны, которую вели США в период с 1961 по 1972 гг. Американские войска, пытаясь подавить партизанское движение, широко использовали дефолиант, называемый агент orange («оранжевый реактив»), который вызывал ускоренное опадание листьев деревьев. С тех пор зафиксировано большое количество случаев этой болезни, но только в конце 70-х гг. 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 преимущества использования полигалогенированных углеводородов в сельском хозяйстве и многих отраслях промышленности были перечеркнуты, когда выявился серьезный недостаток — острое и хроническое воздействие 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 были обнаружены в выхлопных газах автомобилей (1980 г.), продуктах сжигания мусора, грудном молоке женщин (1984 г.), выбросах целлюлозно-бумажной промышленности (1985 г., США, Швеция).

В табл. 3.1 представлены группы полигалогенированных углеводородов, являющихся контаминантами продуктов питания и представляющих опасность для здоровья человека. Указанные соединения, наряду с рассмотренными выше хлорорганическими пестицидами, жлоги относят к разряду суперотоксикантов, подчеркивая глобальный характер загрязнения ими окружающей среды, а также их высокую стойкость и токсичность.

Классификация полигалогенированных углеводородов (ПГУ)

Название соединения	Аббревиатура	Структурная формула	Область применения, источник
Политетрафторированные дифенилы	ПХФ		Диэлектрик в трансформаторах
Политетрафторированные дибензо- <i>о</i> -диоксаны	ПХДД		Примесь в гербицидах-дефолиантах
Политетрафторированные дибензофураны	ПХДФ		Примесь в гербицидах-дефолиантах
Политетрафторированные нафталины	ПХН		Средства защиты растений-дефолианты
Политетрафторированные бифенилы	ПББ		Защелки для герметиков

Наиболее токсичными из полигалогенированных углеводородов являются 2,3,7,8-тетрахлордибензо-*о*-диоксин и 2,3,7,8-тетрахлордибензофуран. Для этих производных диоксинов значение LD_{50} достигает 10^{-4} г на 1 кг массы тела, что существенно выше значения LD_{50} некоторых боевых отравляющих веществ, например зомана и зарина.

3.4.1. Токсическое действие диоксинов и диоксиноподобных соединений

Диоксины поражают практически все формы живой материи — от бактерий до теплокровных. Токсическое действие диоксинов на простейшие организмы обусловлено, по-видимому, нарушением функций металлоферментов, с которыми они образуют прочные комплексы. Значительно сложнее происходит поражение диоксином 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 односторонним активным центром. Таким центром может служить гем — железосодержащее соединение из группы порфиринов, поскольку в силу своих геометрических и электронных параметров он

способен связываться с планарными по структуре диоксинами. А порфирины, как известно, ответственны за перенос кислорода в живом организме. Таким образом, попадая в организм, диоксины выступают в роли индукторов длительных ложных биотворов, способствуя накоплению ряда биокатализаторов-гемопротекторов 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, повышенной физической и умственной работоспособности, а также в повышении чувствительности к биологическим инфекциям и другим лимическим всеобщностям, может привести к негативным последствиям в условиях дополнительных, обычно легко переносимых стрессов.

Вторичные эффекты диоксинов на организм связаны с индуцируемыми ими биокатализаторами — гемопротекторами. Накопление последних опасно, поскольку в комплексах с диоксинами они включают механизм расходования энергетических ресурсов клетки, что вызывает мутации, биодеградацию чувствительных к окислению гормонов, витаминов, липидов, разрушение биомембран и нарушение функций мембраносвязанных комплексов металлов с органическими лигандами, определяющих работу клетки. Особенно чувствительны к подобным негативным воздействиям иммунные клетки. Указанные процессы приводят, с одной стороны, к повышенной скорости биодеградации некоторых низкомолекулярных гормонов, нейромедиаторов, витаминов, ароматических аминокислот, лекарственных соединений, с другой — к биоактивации чужеродных веществ, среди которых особенно опасными являются предшественники афлатоксина В₁, канцерогенов, нейротоксинов и сильных нервных ядов.

Таков краткий перечень негативных изменений в работе клеток на молекулярном уровне, вызванных попаданием в организм диоксинов. В итоге вторичные эффекты диоксинов усугубляют первичные, что приводит к снижению 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, а затем и в других органах. Разрушение диоксинов в организме незначительно: он выводится в основном каломышью, в виде комплексов не установленной 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 устойчивости в организме и избирательного накопления в печени чувствительность особей к диоксину возрастает.

При остром отравлении животных наблюдаются признаки общетоксического действия диоксинов: потеря аппетита, физическая и половая слабость, хро-

ническая усталость, депрессия и катастрофическая потеря веса. К летальному исходу это приводит через несколько дней или 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 дерматитом и образованием долго не исчезающих язв), причем у людей хлоракне может многократно повторяться, даже спустя много лет после излечения. Более сильным поражением диоксином приводит к порфирии: нарушению обмена порфиринов — важных предшественников гемоглобина и простетических групп железосодержащих ферментов (цитохромов). Порфирия проявляется в повышенной фоточувствительности кожи: она становится хрупкой, покрывается многочисленными микропузырьками. При хроническом отравлении диоксином развиваются также различные заболевания, вызванные поражениями печени, иммунных систем и центральной нервной системы.

Указанные заболевания проявляются на фоне резкой активации диоксином важного железосодержащего фермента — цитохрома Р-448. Особенно сильно активируясь в плаценте и в плоде, этот фермент даже в ничтожно малых количествах подавляет жизнеспособность, нарушает процессы формирования и развития нового организма. В очень низких 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 (ПХБ) — 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 хлорированного нафталина. Они вызывают порфирию: активируют митохондриальные 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 обусловлено образованием высокотоксичных полхлордибензофуранов и полхлордибензодioxинов.

3.4.2. Источники загрязнения окружающей среды полигалогенированными углеводородами

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

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

Полхлорированные нафталины выпускали в США, Германии, Великобритании и Франции для использования в качестве защитного слоя резиновых изделий. Именно их производство открыло эпоху полигалогенированных углеводородов. Когда были выявлены токсичные свойства полхлорированных нафталинов, их стали применять в электронике, при изготовлении кабелей и частично в виде пропитки бумаги для конденсаторов в автомобилестроении.

В большинстве развитых стран полхлорированные бифенилы первоначально использовались в открытых системах в качестве добавки к средствам защиты растений. После запрета их применения в открытых системах полхлорированные и полбромированные бифенилы стали использовать в качестве замедлителей горения многих синтетических и взрывоопасных материалов. Полбромированные бифенилы добавляли в пластмассы, такие как полистирол, полиэстер, полиамидные смолы, лаки и полуретиновые пены, использовавшиеся в производстве огнетушителей. Полбромированные углеводороды применялись при изготовлении мебели и в производстве компьютеров. Как и полхлорированные бифенилы, полбромированные соединения очень устойчивы в окружающей среде, при этом отличаются большей растворимостью в воде и способностью легко выщелачиваться из пластмасс, что определяет их способность быстро распространяться в окружающей среде.

В отличие от полхлорированных бифенилов макроконтроль диоксинов в промышленных продуктах никогда не были конечной целью человеческой деятельности, 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 понятие «диоксиновый фон». Источниками

этих ядов являются предприятия практически всех отраслей промышленности, где используется хлор, но наиболее опасны химические, нефтехимические и целлюлозно-бумажные заводы.

Полхлорированные дифенол-и-диоксинны и дифенофураны являются побочными продуктами синтеза пентахлорфенола, в небольших количествах они присутствуют в гербицидах-дефоллантах и консервантах древесины, а также образуются в результате высокотемпературного хлорирования при изготовлении других ПГУ, имеющих широкое применение. Диоксинны могут образовываться в процессе отбеливания сырой целлюлозы, бумаги или картона хлором при получении 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, рано или поздно все ПГУ поступят в воды Мирового океана и в почву. А испарения, атмосферные процессы и воздушный транспорт перенесут вредные соединения в еще имеющиеся экологически чистые районы.

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, концентрация ПГУ в нем будет больше, чем в обезжиренном, что обусловлено высокой липофильностью ПГУ и низкой их растворимостью в водных средах.

В нашей стране одним из основных источников диоксинаов являются химические, целлюлозно-бумажные, металлургические предприятия, где используется токсичный хлор. Деятельность этих предприятий вызвала серьезные загрязнения окружающей среды во многих регионах, в том числе отдаленных от места расположения источника. Они же служат первопричиной диоксинаового загрязнения мясо-молочных продуктов питания, а также молока кормящих матерей.

К числу других производств, в которых образуются диоксинны, следует отнести производство 1,2,4-трихлорбензола, используемого в качестве полупродукта в анилинокрасочной промышленности и в качестве добавок к трансформаторным маслам, а также производство текстильных материалов. Наличие диоксинаов в сточных водах текстильных производств обусловлено использованием для отбеливания «ожавеловой воды» — водных растворов хлорида и гипохлорита натрия.



Рис. 11. Пути попадания диоксинов в биосферу

Особенно опасны арийские высокотоксичные химические загрязнения. Мощным источником диоксиновых загрязнений является уничтожение химического оружия. Химическое перевооружение 1950–1960-х гг. сопровождалось уничтожением ранее накопленных запасов оружия первого поколения, основу которого составляли хлорсодержащие иприт и лецитит. Не менее мощный источник — старты твердотопливных стратегических ракет.

Особо загрязняют атмосферу диоксинными мусоросжигательные заводы, где работы производятся при температуре 800–950 °С. При этом образуется максимальное количество диоксинов. При сжигании 1 кг поливинилхлорида (многие виды линолеума, обоев, пластиковые бутылки) выделяется 50 мкг диоксинов. Эффективное их разрушение возможно только при температурах выше 1150–1200 °С.

На рис. 11 приведена принципиальная схема путей попадания диоксинов в биосферу.

Для подготовки к выполнению Российской Федерацией обязательств в рамках Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния по ограничению поступления полихлорированных бифенилов (ПХБ) в окружающую среду Госкомэкологии России 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 выпус-

кались под марками «Совол» и «Советол» в городах Дзержинск и Новомосковск. В небольших количествах содержащие ПХБ материалы (гексол — смесь ПХБ с гексахлорбутадиевом) некоторое время производились на опытном заводе Всесоюзного научно-исследовательского института гербицидов (Уфа). Общий объем производства содержащих ПХБ диэлектрических жидкостей в то время составлял около 180 тыс. т в год.

Смесь ПХБ «Совол электронизолирующий» использовалась для заполнения конденсаторов, улучшения электронизоляции проводов; «Совол пластификаторный» — в производстве пластических масс и нитроцеллюлозных лаков; «Советол-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. Серпухове.

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

В эксплуатации и резерве находится более 200 тыс. трансформаторов и конденсаторов, в которых имеется около 18 тыс. т содержащих ПХБ масел (в основном «Совол», «Советол», трихлорбензол). Основная часть этого оборудования находится в эксплуатации.

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, в настоящее время существуют разнообразные источники диоксинов и других полигалогенированных углеводородов, проникающих в окружающую среду различными путями. Супертоксиканты этого вида образуются в результате хозяйственной деятельности человека в промышленно развитых странах, особенно в городах, где сосредоточено большинство населения, и имеют, как правило, техногенное происхождение. 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 данные супероксиданты, так же как 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. Обладая способностью образовывать комплексы, они прочно связываются с органическими веществами почвы, накапливаются в остатках погибших почвенных микроорганизмов и омертвевших частях растений. Из почвы диоксины и другие ПГУ выводятся преимущественно механическим путем. Отличающиеся низкой плотностью комплексов 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, овра, долина 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 адгезивной 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, поэтому наибольшее количество этих веществ концентрируется в организмах хищников. В организме человека ПГУ поступают в основном с пищевыми продуктами, прежде всего с мясом, молоком и животными жирами. В растительных жирах диоксины практически отсутствуют, 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 токсическое действие. Так как ПГУ могут перемещаться на большие расстояния, проблема диоксинов и диоксиноподобных соединений имеет глобальный характер, и в ее решении должны быть задействованы все страны. В связи с опасностью накопления в организме детей диоксинов, поступающих с молоком и молочными продуктами, в том числе с грудным молоком, Всемирной организацией здравоохранения разработана международная программа исследований по этой проблеме.

В настоящее время признано недопустимым присутствие диоксинов в продуктах питания, воздухе и питьевой воде. Достичь же этого практически невозможно, поэтому в большинстве развитых стран различными службами контроля

и охраны окружающей среды и здоровья человека установлены нормы допустимого поступления диоксинов в организм человека, а также ПДК или уровни их содержания в различных средах (воздухе, воде, почве и т. д.).

Согласно рекомендациям ВОЗ ДСД диоксинов для человека составляет 10 нг/кг. Аналогичный уровень установлен в России.

3.4.3. Методы анализа полигалогенированных углеводородов в пищевых продуктах и объектах окружающей среды

Основная трудность определения ПГУ, в частности диоксинов, заключается в том, что эти соединения присутствуют в окружающей среде в ничтожно малых количествах, на уровне следов. Поэтому их определение в объектах окружающей среды, которые часто имеют сложный химический состав, подобно поиску иголки в стоге сена и требует использования специальных аналитических методов и сложнейшего оборудования. Анализ ПГУ стал возможен лишь с появлением мощной аналитической базы, позволяющей исследовать эти вещества в количестве 10^{-12} г.

В то же время сложность определения полигалогенированных углеводородов обусловлена тем, что указанные вещества представлены различными по составу химическими соединениями. Например, наряду с наиболее токсичными диоксинами 2,3,7,8-тетрахлордibenzo-*p*-диоксином (2,3,7,8-ТХДД) и 2,3,7,8-тетрахлордibenзофураном (2,3,7,8-ТХДФ) существует 22 изомера ТХДД и 38 изомеров ТХДФ, также обладающих высокой токсичностью. Совокупность однороднозамещенных полихлор- и полибромдibenzo-*p*-диоксинов и dibenzoфуранов включает 420 индивидуальных соединений. Аналогичное разнообразие наблюдается среди полигалогенированных бифенилов. Однороднозамещенные ПХБ включают 209 гомологов и изомеров. Столько же соединений входит в группы полибромбифенилов (ПББ), однороднозамещенных галогенированных азобензолов и их алкоксианалогов. Такое количество высокомолекулярных соединений, циркулирующих в окружающей среде, затрудняет их идентификацию, определение и выбор метода обнаружения.

Аналитические методы и приборы появились сравнительно недавно. Первыми полигалогенированными углеводородами, найденными в окружающей среде и пищевых продуктах, стали полихлорированные бифенилы. Аналитические методы выявления ПХБ основаны на методах, разработанных в 1970-х гг. для выявления хлорорганических пестицидов. Эти методы включают следующие этапы: экстракция ПХБ из анализируемого образца, очистка полученного экстракта, фракционирование и газохроматографическое определение.

Экстракция. Поскольку ПХБ представляют собой липофильные вещества, метод их экстракции из анализируемой матрицы основывается на отделении липидной фракции от остальных веществ, присутствующих в продукте. Это дости-

гается путем экстракции липидной фракции методом Совелета, в котором в качестве растворителей применяют комбинации неполярных растворителей, таких как пентан и гексан, с более полярными, такими как ацетон и дихлорметан. Разработаны методы экстракции ПХБ и диоксинов, основанные на использовании ультразвука и волн СВЧ, которые способствуют более быстрому и полному переходу ПХБ в экстракт.

Очистка экстракта проводится с целью отделения ПХБ от липидов, вместе с которыми ПХБ были экстрагированы из продукта. Возможны два основных способа очистки: во-первых, липиды можно подвергнуть щелочному омылению; во-вторых, очистку экстракта можно провести концентрированной серной кислотой.

Фракционирование. Отделение полихлорированных бифенилов от присутствующих в экстракте других хлорированных углеводородов, таких как пестициды, проводят, как правило, с помощью твердофазной экстракции или гели-хроматографии. Очищенный экстракт наносят на специальный сорбент, где происходит сорбция ПХБ и других углеводородов. Используя последовательно растворители с различной полярностью, проводят фракционное элюирование, собирая фракции, содержащие отдельно ПХБ и другие полигалогенированные углеводороды, например пестициды.

Газохроматографическое определение. Поскольку ПХБ, как и диоксины, а также хлорорганические пестициды, являются летучими веществами, для их определения целесообразно применять газожидкостную хроматографию. Первоначально детектирование проводилось с помощью электрозахватного детектора, однако возникали трудности с идентификацией детектируемых компонентов, так как из-за большого разнообразия родственных соединений, которые могли присутствовать в анализируемой пробе, отсутствовали стандартные смеси ПХБ, которые включали бы все известные изомеры и гомологи ПХБ. Кроме того, не существует хроматографической колонки, способной разделить все 209 изомеров ПХБ в одном хроматографе.

Были разработаны технологии циркуляционной хроматографии, включающей несколько колонок. Суть циркуляционной хроматографии состоит в следующем: сначала смесь анализируемых ПХБ разделяется на зоны в первой колонке, эти зоны подвергаются дальнейшему разделению во второй колонке, после чего компоненты смеси поступают в детектор.

В последнее время в качестве средства идентификации компонентов смесей, разделяемых с помощью капиллярной или циркуляционной хроматографии, широкое применение находит метод масс-спектрометрии органических соединений. Большие возможности масс-спектрометрии как средства изучения структуры соединений, разделенных с помощью газовой хроматографии, использованы

в многочисленных конструкциях комбинируемых приборов, объединяющих достоинства обоих методов. Развитие этого направления привело к созданию хромато-масс-спектрометрии — наиболее совершенного метода изучения состава сложных смесей веществ, сочетающего высокую разделяющую способность капиллярной хроматографии с присущими масс-спектрометрии высокой чувствительностью и большими возможностями получения информации о составе и строении анализируемых соединений.

Основная идея данного метода заключается в том, чтобы зафиксировать масс-спектр идентифицируемого соединения за время, малое по сравнению со временем, в течение которого соответствующая зона выходит из капиллярной колонки. Разделенные в колонке соединения поступают в масс-спектрометр, где их молекулы ионизируются; образующиеся ионы подвергаются разделению по их массе, а точнее, по соотношению массы и заряда. В процессе ионизации органических соединений обычно происходит распад исходной молекулы на более простые фрагменты, регистрируемые как ионы с меньшей массой. Ионизация молекул может осуществляться при соударениях с быстро движущимися электронами, термическим путем, под влиянием высокочастотного электромагнитного поля, при действии искрового или дугового разряда или в результате химической ионизации. Образующиеся ионы разгоняются в электрическом поле, после чего подвергаются разделению по их массам с помощью анализаторов различного типа, при этом проводится запись масс-спектров анализируемых соединений.

Вид записанного масс-спектра позволяет делать вполне определенные заключения о химической структуре изучаемых соединений. Многочисленные масс-спектры органических веществ сведены в каталоги и атласы, с помощью которых решается проблема идентификации пиков разделенных компонентов на хроматограмме.

Следует отметить, что в 1993 г. в России один анализ на диоксины стоил 5 тыс. долларов. Сейчас его стоимость составляет 1–3 тыс. долларов США. Однако, поскольку у большинства государств отсутствуют средства на регулярное проведение подобных анализов, например, на мусороперерабатывающих заводах, о составе выбросов, ежедневно поступающих в атмосферу и гидросферу из труб предприятий, можно только догадываться.

Так как массовый мониторинг диоксинов сейчас невозможен, его проводят в основном в горячих точках — регионах, где назрела экологическая опасность и предполагается их присутствие. Как правило, это места производства и переработки хлорорганических продуктов и территории потенциально опасных химических и нефтехимических предприятий. Другие, более дешевые методы определения диоксинов не применяются из-за их неэффективности, хотя современная аналитическая химия располагает чувствительными методами и средствами определения веществ на уровне следовых концентраций. В настоящее время проанализировано много различных объектов на содержание в них диоксинов.

Сейчас мониторинг диоксинов осуществляется в США, Канаде, Японии, большинстве стран Западной Европы. В России также проводятся подобные работы. В настоящее время пять аккредитованных лабораторий мониторинга диоксинов имеют соответствующие разрешения на его проведение, а результаты их анализа являются официальным документом, характеризующим содержание этого класса супероксидоксикантов в объектах окружающей среды.

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

В России целенаправленно проводятся 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. Указанные вещества подпадают под действие Протокола Конвенции по стойким органическим загрязнителям, принятого на очередной Европейской конференции министров окружающей среды. Еще в 1999 г. комитет Госкомэкологии участвовал в разработке глобальной Конвенции по стойким органическим загрязнителям (разрабатывается под эгидой Программы ООН по окружающей среде).

Пути решения проблемы — 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 (исключение технологий, очистка зараженной местности, пресечение потока продукции, содержащей диоксины, и т. д.). Россия следует к мировому опыту: 14 февраля 2000 г. Правительством Российской Федерации было принято постановление № 128 «Об утверждении Положения о предоставлении информации о состоянии окружающей природной среды, ее загрязнении и чрезвычайных ситуациях техногенного характера, которые оказали, оказывают, могут оказать негативное воздействие на окружающую природную среду».

Следует отметить, что в решении рассматриваемой проблемы принимают участие негосударственные организации и фонды, такие как Гринпис и Союз «За химическую безопасность».

С 1980 г. ежегодно проводятся международные конференции по полихлорированным диоксидам, дифенолфуранам и родственными соединениям. Опасность общепланетарного отравления среды обитания диоксидами и родственными им соединениями осознана сейчас не только экологами, биологами и химиками, исследующими биосферу, но и правительствами разных стран. Это актуальная проблема, включающая многие аспекты охраны окружающей среды и ставшая международно-экологической, ее рассмотрение представляет интерес для широкой обще-

ственности. 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. создана Европейская региональная программа химической безопасности при ВОЗ, в которой главное внимание уделено контролю качества анализов на содержание диоксинов в родственных соединениях.

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

- 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 диоксиноопасных производств;
- замена хлорирования озонированием и УФ-облучением на станциях водочистки;
- постоянные медицинские наблюдения.

Частичное решение указанных проблем предусмотрено Федеральной целевой комплексной научно-технической программой «Экологическая безопасность России», в которой предполагается:

- разработать комплекс мероприятий и федеральную целевую программу по защите окружающей среды от техногенных органических и металлоорганических супероксидоксикантов;
- разработать критерии, методы и организацию оперативного контроля содержания диоксинов и их предшественников в природных условиях;
- разработать методы определения ультранизких 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 биологических 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 диоксиноопасных производств на безопасные технологии;
- реализация экологических мероприятий по реабилитации загрязненных территорий.

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 (аннон NO_3^-). Нитраты 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 достаточно легко переносит дозу нитратов 150–200 мг/сут., 500 мг считается предельно допустимой дозой, а 600 мг/сут. — доза, токсичная для взрослого человека. Для грудных детей токсичной является доза 10 мг/сут.

Министерством здравоохранения России утверждена допустимая суточная 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 современный 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 аккумулировать нитраты не следует выращивать в затененных местах, например в садах.

Известно, что овощи, выращенные в 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 нитрипредуктаз до нитритов — более токсичных соединений. Поэтому особенно опасно хранение готовых овоощных 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 % общего поступления нитритов в организм человека. Нитриты, 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, в первую очередь **нитрозамины**, обладающие исключительной 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 аминогруппы, и оксидов азота. Нитроамины могут образовываться в процессе технологической или кулинарной обработки пищевых продуктов, например, при жарении, копчении, консервировании мясных и рыбных продуктов и т. п. В процессе хранения пищевых продуктов содержание нитрозаминов может существенно возрастать.

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

Наибольшее распространение получили следующие нитрозосоединения: N-нитроэдиметиламин (НДМА), N-нитроэдиэтиламин (НДЭА), N-нитроэдипропиламин (НДПА), N-нитроэдибутиламин (НДБА), N-нитроэдипиперидин (ННП), N-нитроэдипирролидин (ННР).

Больше всего нитроаминов обнаружено в копченых мясных изделиях, колбасах, приготовленных с добавлением нитритов, — до 80 мг/кг, в солевой и копченой рыбе — до 110 мг/кг. В свежем мясе и рыбе нитроамины не обнаруживаются или находятся в следовых количествах — менее 1 мг/кг. Среди молочных продуктов нитроамины обнаружены главным образом в сырах, прошедших фазу ферментации — до 10 мг/кг, а среди напитков — в пиве, где их суммарное содержание может достигать 12 мг/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, а с ней — в ткани. Через 4–12 ч большая их часть (80 % у молодых людей и 50 % у пожилых) выводится из организма через почки. Остальное количество задерживается в организме.

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

Токсическое действие нитритов на человеческий организм заключается в их взаимодействии с гемоглобином крови и проявляется в форме метгемоглобинемии как следствие 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 в отличие от гемоглобина не способен связывать и переносить кислород, что приводит к развитию гипоксии. При нормальном физиологическом состоянии в организме образуется примерно 2 % метгемоглобина, поскольку редуцентами красных кровяных телец (эритроцитов) взрослого человека обладают способностью превращать образовавшийся метгемоглобин снова в гемоглобин.

При хроническом действии нитритов наряду с клиническими проявлениями интоксикации (обильное потоотделение, сыпь, одышка, головокружение) наблюдается уменьшение содержания в организме витаминов А, Е, С, В₁, В₂. 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 жировых 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, в частности нитрозамины, обладают канцерогенными, мутагенными, тератогенными и эмбриотоксичными 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 их вид и сорт. Предпочтительно целесообразно отдавать тем сортам, которым обладают меньшей

способностью накапливать нитраты. Для растений, у которых способность накапливать нитраты особенно сильно выражена (например, листовая зелень, кольраби, редис), необходимо пересмотреть агротехнику.

При выращивании листовых овощей под пленкой необходимо ограничивать рыхление почвы, которое также может способствовать повышению содержания нитратов в овощах.

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

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

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

Следует отметить, что существенное снижение синтеза нитрозо соединений достигается при добавлении к пищевым продуктам аскорбиновой кислоты.

3.5.4. Методы определения нитратов, нитритов и нитрозаминов в пищевых продуктах

Наиболее распространенными методами определения нитратов и нитритов являются фотометрический и ионометрический.

Фотометрический метод определения нитратов и нитритов распространяется на все виды свежей и кулинарно обработанной продукции, плодово-овощные и растительно-мясные консервированные продукты, на все виды зерна и зернопродуктов, включая изделия мукомольно-крупяной и хлебобулочной промышленности, а также на все виды мяса и молочных продуктов.

Суть фотометрического метода определения нитритов заключается в экстрагировании их водой, очистке экстракта и фотометрическом измерении интенсивности окраски азосоединения, образующегося при взаимодействии нитритов с ароматическими аминами.

Метод определения нитратов заключается в экстрагировании их водой, очистке экстракта, восстановлении нитратов до нитритов на кадмевой колонке с последующим фотометрическим измерением интенсивности окраски азосоединения, образующегося при взаимодействии нитритов с ароматическими аминами.

Ионометрический метод широко распространен для определения нитратов в шпиках и овощах. Суть ионометрического метода состоит в извлечении нитратов из анализируемого материала раствором алюминокислых квасцов с последующим измерением их концентрации в полученной вытяжке с помощью

новоселективного электрода. Для ускорения анализа вместо вытокки может быть использован сок анализируемой продукции, разбавленный раствором алюмокалиевых квасцов.

Для анализа нитрозаминов используют флуориметрический и хемилуминесцентный методы.

Флуориметрический метод определения нитрозаминов в пищевых продуктах и продовольственном сырье заключается в выделении летучих нитрозаминов путем перегонки с паром; экстракции хлористым метилом нитроаминов из водного дистиллята; концентрирования экстракта; денитрозирования нитроаминов бромистым водородом в уксусной кислоте; алкилировании образовавшихся аминов реактивом КАЭ с получением флуоресцирующих КАЭ-производных, которые затем разделяют методом тонкослойной хроматографии на пластинках с силикагелем.

Идентификацию нитроаминов осуществляют путем сравнения подвижности в тонком слое силикагеля флуоресцирующих КАЭ-производных из образца с подвижностью соответствующих стандартных производных: диметиламина (КАЭ-ДМА), диэтиламина (КАЭ-ДЭА), диизопиламина (КАЭ-ДИА).

В основе полуколичественного определения лежит визуальное сравнение интенсивности флуоресценции пятен КАЭ-производных из образца с интенсивностью флуоресценции пятен стандартных соединений. Для количественного определения их извлекают из сорбента и измеряют флуоресценцию КАЭ-производных на флуориметре.

Арбитражным методом определения нитроаминов признают хемилуминесцентный метод. Его суть состоит в выделении летучих нитроаминов путем перегонки с паром, экстракции хлористым метилом нитроаминов из водного дистиллята, концентрировании экстракта, разделения смеси методом газомассовой хроматографии и количественном определении немодифицированных нитроаминов с помощью высокоселективного и высокочувствительного хемилуминесцентного детектора.

Для детектирования нитроаминов применяют разновидность хемилуминесцентного детектора — так называемый анализатор термической энергии. Принцип действия этого анализатора заключается в том, что покидающая хроматографическую колонку в токе газа-носителя нитроамины подвергаются каталитическому разложению при повышенной температуре с образованием монооксида азота NO. Далее это соединение с потоком газа-носителя поступает в реакционную камеру, где реагирует с озоном, подаваемым в ту же камеру с потоком воздуха. При этом образуются возбужденные молекулы диоксида азота NO₂, теряющие энергию возбуждения в виде квантов красного света. Это излучение выделяется с помощью темно-красных светофильтров и усиливается фотоумножителем. Чувствительность детектора очень высока, что позволяет определять содержание нитроаминов в пробе на уровне сотен пикограммов на килограмм.

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.

В настоящее время известно более 200 представителей данной группы соединений, образующихся, как правило, при термическом воздействии на пищевые продукты. К наиболее активным канцерогенам относят: бенз(а)пирен, дибенз(а,б)антрацен, дибенз(а,д)пирен; к умеренно активным — бенз(б)флуорантен; к менее активным — бенз(с)пирен, бенз(а)антрацен, дибенз(а,с)антрацен, кризен и др. Наиболее известным представителем ПАУ является бенз(а)пирен.

Канцерогенная активность реальных сочетаний ПАУ на 70–80 % обусловлена наличием бенз(а)пирена. 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 неоконченных процессов неполного окисления приводит к тому, что в конечных продуктах (мясо, рыба) содержание бенз(а)пирена может превышать безопасные нормы. В частности, ПАУ образуются при жарении жира, капавшего 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 поджаренной 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.

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

Немаловажную роль в загрязнении пищевых продуктов ПАУ могут играть полимерные упаковочные материалы. Некоторые компоненты пищевых продуктов вступают в реакцию, т. е. экстрагируют ПАУ из полимерной упаковки. Напри-



мер, эффективным элементом 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 конченных масляных продуктов концентрированных жидкостей, стандартизованных по содержанию ПАУ.

3.6.1. Методы определения бенз(а)пирена в пищевых продуктах

Как отмечалось выше, бенз(а)пирен является индикатором присутствия в продуктах канцерогенных ПАУ. Обладая липофильными свойствами, бенз(а)пирен накапливается в основном в жировой фракции пищевых продуктов. Для того чтобы извлечь бенз(а)пирен из образца, необходимо провести щелочное омыление липидов анализируемого продукта, воздействуя на образец спиртовым раствором щелочи. При этом происходит щелочной гидролиз жиров с образованием глицерина и солей жирных кислот, а также остается неомыляемая фракция липидов, содержащая бенз(а)пирен.

Из неомыляемой фракции липидов бенз(а)пирен выделяют экстракцией гексаном. Полученный экстракт подвергают очистке от мешающих примесей методами колонной хроматографии или твердофазной экстракции. Идентификацию и количественное определение бенз(а)пирена проводят методами спектрофлуориметрии, тонкослойной или высокоэффективной жидкостной хроматографии.

3.7. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО СЫРЬЯ ПРЕПАРАТАМИ, ПРИМЕНЯЕМЫМИ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

3.7.1. Проблемы применения и контроля гормональных препаратов

Термин «гормоны» впервые применил английский физиолог Э. Г. Старлинг в 1905 г. (от греч. *hormáo* — возбуждаю, возбуждаю).

Гормоны представляют собой химические вещества, имеющие определенное значение для морфологического развития организма, а также для биологической и биофизической деятельности его органов. Это органические вещества, продуцируемые живыми клетками и переносимые гуморальным путем, способные воздействовать регулирующим образом на функционирование различных систем организма. Большинство гормонов выделяется в межклеточную жидкость (кровь, лимфа и т. д.) и таким образом достигают органа их действия;

однако некоторые гормоны, такие как тканевые и нейрогормоны, выделяются, минуя кровяной поток, непосредственно в пределы ограниченной тканевой территории их действия.

Одним из определяющих признаков гормонов является их биологическая активность в очень малых концентрациях. По этому признаку гормоны относят к классу биологически активных веществ, к которым причисляются также ферменты и витамины. Однако гормоны 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, причем строительный материал для биосинтеза гормонов может поступать в организм с пищей.

По действию на организм гормоны высших животных можно классифицировать следующим образом: 1) гормоны, стимулирующие обмен веществ (типа надирванных тирозинов); 2) гормоны, возбуждающие нервную систему например, ацетилхолин, норадреналин; 3) гормоны воспроизводства (типа половых гормонов); 4) гормоны, регулирующие гормональное действие (типа гипофиза).

По химической структуре гормоны можно разделить на производные фенола (адреналин, норадреналин, тироксин), белки (инсулин), гормоны передней доли гипофиза (хорионический гонадотропин, тиреоглобулин, секретин); пептиды (адренокортикотропный гормон (АКТГ), глюкагонин, 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 улучшения усвояемости кормов, стимуляции плодовитости животных, многоплодия, регламентации сроков беременности, ускорения полового созревания и т. д. С развитием науки были созданы многие гормональные препараты, которые по анаболическому действию эффективнее природных гормонов в 100 и более раз. Высокая эффективность, а также дешевизна синтеза этих препаратов определили интенсивное внедрение их в практику животноводства (диэтилstilбэстрол, синэстрол, диенострол, гексэстрол и др.). Однако в отличие от природных аналогов многие синтетические гормональные препараты оказались более устойчивыми, они плохо метаболизируются и накапливаются в организме животных в больших количествах, мигрируя по пищевой цепочке в продукты питания.

Ограниченное использование искусственных стимуляторов роста допускается в США, Канаде, Австралии, Новой Зеландии, Аргентине 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 диэтилstilбэстрола в количестве 10–100 мг/кг позволяют быстро получить прирост скота на 5–25 %, что весьма привлекательно для производителей.

Остатки применяемых гормональных препаратов могут присутствовать в сыром мясе после убоя животных и попадать затем через мясные продукты в организм человека. Синтетические гормональные препараты стабильны при приготовлении пищи, способны вызывать нескелетальный дисбаланс в обмене веществ и физиологических функций организма человека. Применение гормональных препаратов и других биокатализаторов требует проведения тщательных питательных 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 стилбенов. Поэтому мясные продукты, продаваемые в розницу, не должны содержать диэтилstilбэстрола. Содержание эстрадиола и тестостерона не должно превышать 0,0005 и 0,015 мг/кг продукта соответственно. В зависимости от вида сырья максимальное содержание стимуляторов роста, стероидов и бета-блокаторов не должно превышать следующих значений (мг/кг):

кравал	0,002–0,010	дексаметазон	0,0005–0,0025
треболон	0,002–0,010	вариколал	0,005–0,025
карбазон	0,005–0,020		

В 1981 г. комитет ФАО/ВОЗ, рассмотрев использование гормонов и веществ с гормональной активностью в животноводстве, разделил употребляемые вещества на две категории:

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

Что касается передовой животноводческой практики, то здесь необходимо получить данные об эффективности ксенобиотических анаболических веществ,

количествах, используемых для достижения эффекта, и уровнях 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 потенциальной канцерогенной активности этих соединений и присутствия в продуктах животноводства остатков или метаболитов, которые могут вызвать эндокринологические или токсикологические последствия у потребителей.

Во многих странах, в том числе в странах Евросоюза и России, применение многих гормональных препаратов запрещено. Экономическая привлекательность применения химических стимуляторов требует жесткого контроля пищевой продукции на содержание остаточных гормонов. На основании действующих директив Европейского сообщества установлены и осуществляется систематический контроль за остаточным содержанием гормональных препаратов в мясе и мясных продуктах (мясо скота и птицы) по ряду веществ (табл. 3.2).

Таблица 3.2

Нормируемые в странах ЕС уровни содержания гормональных препаратов

Наименование	Объект контроля	Допустимый уровень содержания, мкг/кг	Метод контроля
Тестостерон	Сыворотка крови	0,5	ГХ-МС, РНД, ВЭЖХ, ИФА
Эстрадиол 17β	Сыворотка крови	0,04	ГХ-МС, РНД, ВЭЖХ, ИФА
Метилтестостерон	Сыворотка крови, мясо	2,0 0	РНД, ИФА
Этинилэстрадиол	Мясо	0	ГХ-МС, ВЭЖХ, ИФА
Триболол	Мясо	0	ГХ-МС, РНД, ВЭЖХ, ИФА
Дронолакталбострал	Мясо, печень	0	ГХ-МС, РНД, ВЭЖХ, ИФА
Зеранол	Мясо	0	ГХ-МС, ВЭЖХ, ИФА
Кленбутерол	Сыворотка крови, мясо, печень	0	ГХ-МС, ВЭЖХ, ИФА
Доксаметазон	Мясо, печень, сыворотка крови	0,5 2,0	ГХ-МС, ВЭЖХ, ИФА
19-Нортестостерон	Мясо	1,0	РНД, ИФА
Гестагам	Жир	0	РНД, ВЭЖХ, ИФА
Тироксастатин	Сыворотка крови	Не более 100	ГХ-МС, ТСХ, ВЭЖХ

Примечание. ГХ-МС — газовая хроматография с масс-селективным детектированием; РНД — радиоиммунологический анализ; ВЭЖХ — высокоэффективная жидкостная хроматография; ИФА — иммуноферментный анализ; ТСХ — тонкослойная хроматография.

В странах Европейского сообщества потребители предпочитают покупать мясо и мясные продукты, полученные с использованием «гормональных» технологий 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.

К сожалению, в настоящее время в России предусмотрен только рекомендательный, а не обязательный порядок контроля гормональных препаратов. В частности, согласно СанПиН 2.3.2.1078-01 в продуктах животного происхождения контролируются остаточные количества стимуляторов роста животных, в том числе гормональных препаратов. Однако этот контроль основывается на информации, предоставляемой изготовителем (поставщиком) продукции, об использованных при ее изготовлении и хранении стимуляторах роста животных и лекарственных препаратах. Таким образом, если недобросовестный поставщик скрывает информацию о фактическом выращивании мяса по «гормональным» технологиям, возникнет опасность проникновения на российский рынок продукции, содержащей гормональные препараты, так как в этом случае определение остаточных количеств гормональных препаратов необязательно.

3.7.2. Контроль за остаточным содержанием антибиотиков и других ветеринарных препаратов

Развитие сельскохозяйственного производства предусматривает использование в ветеринарии некоторых антимикробных препаратов для профилактики и лечения скота и птицы. Однако в силу их недостаточной эффективности в ряде случаев производители сельскохозяйственно применяют антибиотические вещества, используемые для лечения человека (производимые пенициллина, тетрациклина и левомицетина).

Применение таких препаратов может привести к последующему развитию устойчивой к данным веществам микрофлоры у человека, употребляющего в пищу продукты, содержащие антибиотики. У человека развивается дисбактериоз, и при назначении ему лечения антибиотиками велика опасность неэффективного лечения.

Возможность поступления таких мясных продуктов при импортировании, а также развитие собственного интенсивного животноводства и птицеводства делают проблему контроля весьма актуальной.

Хлорамфеникол (левомицетин) — синтетический антибиотик широкого спектра действия, применение которого запрещено к использованию в животноводстве. Относительная дешевизна препарата и высокая антибактериальная эффективность приводят к его несанкционированному использованию в достаточно широких масштабах, поэтому в мясе, печени, почках, молоке, твороге,

сметане, сыре, яйце и других продуктах довольно часто обнаруживаются остаточные количества левомицетина в концентрациях от 0,02–0,50 ед./г образца (1 ед. активности соответствует 1 мкг чистого вещества).

Тетрациклин является высокоэффективным антибиотиком широкого спектра действия и используется в медицине для лечения различных заболеваний, а также в ветеринарии из-за высокой противомикробной эффективности (хлортетрациклин, окситетрациклин), что является небезопасным с точки зрения развития устойчивости микрофлоры к данному антибиотику у человека, потребляющего в пищу продукцию, загрязненную тетрациклинами. ПДК остаточного содержания антибиотиков тетрациклиновой группы в мясных, молочных и других пищевых продуктах составляет 0,01 ед./г (у высокоочищенного тетрациклина 1 ед. соответствует 1 мкг).

В действующих на территории Российской Федерации требованиях к безопасности мясных продуктов остаточное содержание антибиотиков не допускается и нормируется на уровне долей единицы антибиотической активности (мкг) в одном грамме образца (табл. 3.3).

В настоящее время для аналитического определения остатков антибиотических препаратов используются микробиологические методы, основанные на регистрации роста тест-культур микроорганизмов в присутствии стандартных количеств антибиотиков и анализируемых экстрактов; высокоэффективная жидкостная хроматография; жидкостная хроматография с масс-спектрометрическим детектированием (ЖХМС); тонкослойная хроматография (ТСХ), позволяющая регистрировать появление индивидуального пятна анализируемого вещества; флуоресцентный анализ, основанный на образовании флуоресцирующего комплекса антибиотика со специальным органическим хромофором. Метод газовой хроматографии не используют из-за сложности перевода антибиотиков в летучее состояние.

Таблица 3.3

Допустимый уровень содержания антибиотиков в продуктах питания, ед./г, не более

Группа продуктов	Тетрациклиновая группа	Грибки	Ванкомицин	Стрептомицин	Пенициллин	Нистин
Мясо и птица свежие и охлажденные. Субпродукты и продукты их переработки	0,01	0,05	0,02	—	—	—
Яйца и яйцапродукты	0,01	—	—	0,5	—	—
Молоко и молочнокислые изделия, в том числе сушеные молочные изделия; сыры и творожные изделия; масло из коровьего молока; казеин	0,01	—	—	0,5	0,01	—
Молоко сгущенное	0,01	—	—	0,5	0,01	25

Следует отметить, что традиционное применение хроматографических и спектральных методов для анализа остаточных количеств ветеринарных препаратов позволяет решать задачу аналитического контроля качества, однако вносит ряд проблем. Во-первых, хроматографическая идентификация предусматривает анализ содержания конкретного вещества по времени удерживания хроматографического пика. Известно значительное количество причин, по которым времена удерживания могут варьироваться и даже совпадать для некоторых веществ. В случае очень низких концентраций вещества эта особенность часто является неразрешимой проблемой даже при использовании внутренних стандартов определяемых веществ. Ведущие производители хроматографического оборудования предлагают для надежной двойной идентификации вещества в установленном пике использовать, например, запись УФ-спектра или масс-спектра вещества с последующим сравнением со стандартной базой компьютерных данных. Такой подход к определению остаточного содержания опасных примесей в продовольственном сырье является достаточно надежным, но требует очень дорогостоящего аналитического оборудования и не может быть рекомендован для серийного анализа.

С учетом требований, предъявляемых к экспресс-методам мониторинга продовольствия (чувствительность, селективность метода, скорость получения результатов, стоимость выполнения анализов), наиболее предпочтительным является метод иммуноферментного анализа, в частности его разновидность — метод ELISA, удовлетворяющий всем требованиям, предъявляемым к методам рутинного контроля.

Основные принципы иммуноферментного анализа (ИФА) были предложены немецким ученым Полем Эрлихом на рубеже XIX–XX вв. Размышляя о механизме функционирования защитных систем живого организма, он сформулировал идею «антител», вырабатываемых организмом при проникновении в его ткани чужеродных объектов, названных «антигенами». Конкретный тип чужеродного объекта и способ защитной реакции на вторжение могут быть установлены организмом в результате сверхспецифического взаимодействия антител и антигенов, точно подпадающих друг к другу, как ключ к замку. Впоследствии фундаментальные идеи, выдвинутые Эрлихом, были положены в основу радиоиммунного метода анализа, за разработку которого профессор физики и ядерной медицины Розалин Ялоу в 1977 г. получила Нобелевскую премию. К настоящему времени радиоиммунный метод анализа, предусматривающий использование радиоактивных изотопов и применение достаточно сложного оборудования, практически вытеснен значительно более простым и безопасным методом ИФА.

Рассмотрим кратко упрощенную схему выполнения ИФА. Для анализа химических соединений в пищевых и биологических объектах в основном используется вариант «конкурирующего» иммуноферментного анализа, потому что речь идет только об этом варианте ИФА, который называют также *методом*

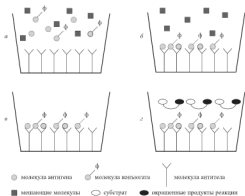


Рис. 12. Схема выполнения иммуноформенного анализа (ИФА):
 а — начало процесса иммуносорбции; б — завершение процесса иммуносорбции;
 в — отмывка планшета; г — развитие цветной реакции

ELISA. Готовые наборы для ИФА в комплектной поставке производителя обычно включают все необходимые для выполнения анализа материалы, буферные и стандартные растворы. Антитела к тому или иному химическому соединению (антигену), полученные из сыворотки крови живых организмов, адсорбированы на твердую поверхность планшета, обычно на 96 лунок (рис. 12, а).

При контакте активированной поверхности носителя с раствором, содержащим антигены (например, левоноргестрел), часть антител специфично взаимодействует с молекулами контролируемого соединения, т. е. дезактивируется. В конкурирующем варианте ИФА контролируемый раствор смешивают непосредственно в лунке планшета с раствором так называемого конъюгата, представляющего собой молекулы антигена, химически связанные (меченные) с молекулами фермента. В течение некоторого периода инкубации планшета (от 30 мин до 2 ч) при определенной температуре антитела на поверхности носителя дезактивируются в результате иммуносорбции как меченых, так и немеченых антигенов (рис. 12, б).

После процедуры отмывки планшета, следующей за инкубацией, на поверхности носителя распределяются только сорбированные антитела, причем соот-

Максимальный уровень содержания антибиотиков в пищевых продуктах, определяемый различными методами

Метод	Определяемое вещество	Предел обнаружения	ПДК, не более	Время анализа, ч
ТСХ	Тетрациклин	0,1 мкг/г	0,01 мг/кг	5
Флуориметрия	— « —	1 мкг/г	0,01 мг/кг	4
ELISA	— « —	6 мкг/г	0,01 мг/кг	3
ELISA	Левометилин	1 мкг (мкг/кг)	0,01 мг/кг	1

пошение меченых и немеченых антигенов зависит от исходной концентрации антигенов в контролируемом растворе (рис. 12, а).

На стадии пробова в лунки планшета добавляют раствор так называемого субстрата. Фрагмент молекулы фермента, адсорбированной из раствора конъюгата вместе с меченым антигеном на поверхности лунки, катализирует химическую реакцию превращения субстрата в окрашенное соединение (рис. 12, а).

По окончании определенного времени развития данной цветной реакции в лунки планшета добавляют фиксирующий реагент и измеряют оптическую плотность содержимого каждой лунки. Поскольку одновременно с анализируемым раствором в некоторые лунки одного и того же планшета дозируются стандартные растворы, после измерения оптической плотности в лунках легко построить калибровочную кривую, по которой вручную или автоматически можно вычислить концентрацию контролируемого соединения в анализируемой пробе.

Применяемые аналитические методы определения содержания антибиотиков различаются по минимально определяемому уровню вещества в зависимости от свойств самого антибиотика (табл. 3.4). Для аналитического определения сложных химических токсиантов пищевых продуктов используют методы, различающиеся по сложности и чувствительности. Наиболее удачное сочетание чувствительности, скорости и стоимости отличает иммуноферментный анализ, позволяющий достаточно быстро проводить скрининг пищевой продукции по максимальному числу показателей. Стандартный хроматографический анализ методом тонкослойной, газожидкостной и жидкостной хроматографии уступает методу ELISA по простоте и минимально определяемому уровню анализируемого вещества. Метод ИФА позволяет определять содержание вредных примесей на уровне до 0,1 нг/мл.

Наиболее оправдано применение метода ИФА для определения сложных органических токсиантов, в частности гербицидов и антибиотиков.

3.8. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО СЫРЬЯ И ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ МИКОТОКСИНАМИ

Микотоксины (от греч. *mykēs* — гриб и *toxikon* — яд) — это вторичные метаболиты микроорганизмических 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. Следует 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 В₁, В₂, G₁, G₂), а также более 10 соединений, являющихся производными или метаболитами основной группы (M₁, M₂, В₁х, G₁х, GМ₁, Р₁, Q₁ и др.).

В природных условиях чаще и в значительных 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, 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 В₁ в виде высокотоксичного метаболита — афлатоксина M₁. При этом пастеризация молока и процесс высушивания не оказывают существенного влияния на содержание в нем афлатоксина M₁. Афлатоксин M₁ был обнаружен как в цельном, так и в сухом молоке и даже в молочных продуктах, подвергшихся технологической обработке (пастеризация, стерилизация, приготовление творога, йогурта, сыров и т. п.). Так, в процессе получения сыра из загрязненного молока 50 % афлатоксина M₁ определяется в творожной массе. При получении масла 10 % афлатоксина M₁ 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 достаточно нестабильны в химически чистом виде и чувствительны к воздействию воздуха и света. Афла-



Афлатоксин M₁



Афлатоксин В₁

токсинны практически не разрушаются при обычной кулинарной обработке контаминированных пищевых продуктов.

Трихотеценовые микотоксинны являются вторичными метаболитами микроскопических грибов рода *Fusarium*, которые поражают зерна и пищевые продукты, вследствие чего у животных и человека возникает алиментарный токсикоз. Чаще всего они обнаруживаются в зерне кукурузы, пшеницы и ячменя. Микотоксинны этой группы отличаются повсеместным распространением, особенно в странах с умеренным континентальным климатом. Нередко в одном и том же продукте обнаруживают два или более микотоксиннов. При проведении обязательной сертификации предусматривается контроль за содержанием двух представителей этой группы, а именно нормируются дезоксиниваленол и T-2 токсин.

Дезоксиниваленол (ДОН) — один из распространенных фузариотоксикосов — 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 коров. T-2 токсин распространен менее широко, но более токсичен, чем ДОН. T-2 токсин вызывает раздражение, кровоизлияния и некроз в пищеварительном тракте. Острая интоксикация трихотеценовыми сопровождается поражением органов кроветворения и иммунокомпетентных органов. Характерны развитие геморрагического синдрома, отказ от корма, рвота.

Зearаленон и его производные также продуцируются микроскопическими грибами рода *Fusarium*. Основным природным субстратом, в котором наиболее часто обнаруживается зearаленон, является кукуруза. Грибы рода *Fusarium graminearum* часто поражают кукурузу в поле на корню и являются причиной гнили початков и стеблей. Контаминация кукурузы зearаленонем может происходить и при хранении. Высока частота обнаружения зearаленона в комбикормах, а также в пшенице, ячмене и овсе. Среди пищевых продуктов этот токсин был обнаружен в кукурузной муке, хлопьях и кукурузном шнеке.

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



зearаленон

Патулин — особо опасный микотоксин, обладающий канцерогенными и мутагенными свойствами. Основными продуцентами патулина являются микроскопические грибы *Penicillium ratatum* 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 токсона может достигать до 17,5 мг/кг. Следует отметить, 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, пюре 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. 3.5.

Система мер профилактики микотоксикозов включает санитарно-микробиологический анализ пищевых продуктов (рис. 13).



Рис. 13. Санитарно-микробиологический анализ пищевых продуктов

Допустимые уровни содержания микотоксинов в отдельных группах пищевых продуктов

Группы продуктов	Микотоксины	Максимально допустимый уровень, мг/кг
Масло и масляные продукты, яйца и яичнопродукты	Афлатоксин В ₁	0,005
Молоко и молочные продукты	Микотоксин В ₁ Афлатоксин В ₁ (сырые для детских и диетических продуктов) Афлатоксин М ₁	Не допускается Не более 0,001 Не более 0,0005
Хлебобулочные и мукомольно-крушные изделия	Афлатоксин Зераленон T-2 токсин (дополнительно к зерновым, крупам, муке) Детоксинизованным (дополнительно к зерновым, крупам, муке, хлебобулочным изделиям) Детоксинизованным (изделия твердые и мягкие сортов)	0,005 1,0 0,1 0,5 1,0
Кондитерские изделия: сахаристые, конфеты и пастильные изделия, какао, какао-порошок, шоколад, кофе	Афлатоксин В ₁ Зераленон (дополнительно к орехам) Для орехов регламентируются по сырию	0,005 1,0
Плодово-ягодная продукция: сырые и переработанные ягоды и цитрусовые, фрукты и виноград, ягоды	Патулин Афлатоксин В ₁ (дополнительно для чая, смородины, фруктовых соков и пюре)	0,05 0,005
Жирные продукты: масло растительное, маргарин, масло сливочное	Афлатоксин В ₁ Зераленон Микотоксин В ₁ Афлатоксин В ₁ (сырые для детских и диетических продуктов) Афлатоксин М ₁	0,005 1,0 Не допускается Не более 0,001 0,0005
Напитки и продукты брожения (пиво, вино, водка и другие спиртные напитки)	Микотоксины регламентируются в сырье	
Другие продукты: напитки и концентраты белков	афлатоксин В ₁ Зераленон	0,005 1,0
кисломолочные	афлатоксин В ₁ (сырые для детских и диетических продуктов)	Не более 0,001
отруби пшеничные	афлатоксин М ₁ афлатоксин В ₁ Зераленон T-2 токсин детоксинизованным	0,0005 0,005 1,0 0,1 1,0

Кроме того, большое внимание уделяется поиску способов дедоксинации и детоксикации сырья и пищевых продуктов, загрязненных микотоксинами. С этой целью используют механические, физические и химические методы:

- 1) *механические* — отделение загрязненного материала вручную или с помощью электронно-калориметрических сортировщиков;
- 2) *физические* — термическая обработка, облучение ультрафиолетовой радиацией;
- 3) *химические* — обработка растворами окислителей, сильных кислот и оснований.

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

3.8.1. Методы определения микотоксинов

Современные методы обнаружения и определения содержания микотоксинов в пищевых продуктах и кормах включают скрининг-методы, количественные аналитические и биологические методы.

Скрининг-методы отличаются быстротой и удобны для проведения серийных анализов, позволяют быстро и надежно разделить загрязненные и незагрязненные образцы. К числу скрининг-методов относятся методы тонкослойной хроматографии (ТСХ-методы), флуоресцентный метод определения зерна, загрязненного афлатоксинами.

Количественные аналитические методы определения микотоксинов представлены химическими, радиомыкуологическими и иммуноферментными методами. В настоящее время наиболее распространенными являются химические методы, включающие две стадии: стадию выделения и стадию количественного определения микотоксинов. Стадия выделения включает экстракцию (отделение микотоксина от субстрата) и очистку (отделение микотоксина от соединений с близкими физико-химическими характеристиками). Окончательное разделение и количественное определение микотоксинов проводится с помощью различных хроматографических методов. Универсальным методом определения всех видов микотоксинов является тонкослойная хроматография (ТСХ).

При отборе проб из партии продукта основной задачей является получение среднего образца или средней пробы, по концентрации микотоксинов являющейся представительной для всей партии (отобранные образцы должны характеризовать качество всей партии). Выполнение этой задачи зависит от природы и распределения микотоксинов, характеристики продукта (сырой, обработанный, сыпучий, жидкий, пастообразный и т. д.), способа подготовки образца. Например, загрязнение зерна афлатоксинами имеет выраженный гетерогенный характер:

в отдельных зернах арахиса их содержание может колебаться от тысячных долей миллиграмма до десятков и более миллиграммов на 1 кг, т. е. различаться на 5-6 порядков. По этой причине вклад ошибки при отборе пробы в общую ошибку анализа при определении афлатоксинов в арахисе является основным и в ряде случаев может составлять более 90 %.

С точки зрения однородности заражения микотоксинами все продукты можно разделить на две группы: 1) продукты с высокой степенью неоднородности (очищенный и неочищенный арахис, масляные семена, целые или грубоизмельченные зерна, орехи); 2) продукты с однородным характером заражения (жидкости: молоко, растительные масла, соки, шоре; мука, размолотые шроты).

Для получения представительного среднего образца продуктов 1-й группы размер исходного образца должен быть максимально возможным (не менее 2 кг), при этом средний лабораторный образец следует выделять из перемолотого (гомогенизированного) среднего образца.

Для однородных продуктов 2-й группы (джем, повидло, фруктовые соки в мелкой жестяной таре, сгущенное молоко, сухие молочные продукты и др.) пробы следует отбирать в количестве единиц упаковки, соответствующих величине среднего образца (100–200 г), при условии, что продукт происходит из одной партии.

Химические методы обнаружения и идентификации отдельных афлатоксинов основаны на их специфической флуоресценции в УФ-свете (около 365 нм), на различиях в подвижности при тонкослойной хроматографии, на специфичности их спектров поглощения и флуоресценции.

В отличие от афлатоксинов трихотексены не обладают поглощением или флуоресценцией в видимой части спектра, что затрудняет их обнаружение при тонкослойной хроматографии. Однако выявить трихотексены с помощью ТСХ возможно при использовании методов, основанных на обработке ТСХ-пластин специальными реагентами, которые образуют с трихотексенами окрашенные или флуоресцирующие производные. Например, Т-2 токсин при обработке пластины концентрированной серной кислотой образует пятна с голубой флуоресценцией в УФ-свете.

Арбитражными методами количественного определения микотоксинов являются следующие:

- газожидкостная хроматография (для Т-2 токсина);
- высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) с использованием УФ-фотометрического детектора (для дезоксиниваленола и нитрулина);
- ВЭЖХ с использованием флуоресцентного детектора (для афлатоксинов и зеараленона).

На рис. 14 представлено устройство современного жидкостного хроматографа в простейшем исполнении. Подвижная фаза из емкости 1 через входной фильтр 9 подается насосом высокого давления 2 в систему ввода образца 3 — ручной инжектор или автосамплер, туда же вводится проба. Далее через фильтр 8

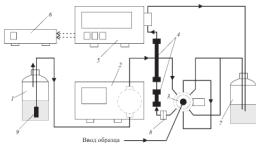


Рис. 14. Устройство жидкостного хроматографа (изократическая система):

1 — емкость; 2 — система высокого давления; 3 — ручной инжектор или автоматический;
4 — разделительная колонка; 5 — детектор; 6 — регистратор или компьютер; 7 — сливная емкость;
8 — форель; 9 — входной фильтр

образец с током подвижной фазы поступает через предколонку в разделительную колонку 4. Затем поток подвижной фазы, выходящий из колонки и содержащий компоненты разделяемой смеси (элюат), поступает в детектор 3 и удаляется в сливную емкость 7. При протекании элюата через измерительный контур детектора происходит регистрация хроматограммы и передача данных на регистратор 6 или в компьютер.

Система, приведенная на рис. 14, является изократической: в процессе хроматографирования состав подвижной фазы не изменяется. Если в ходе хроматографического анализа необходимо изменять концентрацию одного или нескольких компонентов подвижной фазы, то применяют так называемые градиентные системы, состоящие обычно из двух или более насосов. В случае градиентного элюирования каждый растворитель подается из отдельного сосуда в специальную смешивательную камеру с магнитной мешалкой, где по определенной программе происходит их смешивание с заданным соотношением объемов.

Для анализа микотоксинов чаще применяются градиентные системы ВЭЖХ, где в качестве подвижной фазы используются растворы ацетонитрила в воде с линейно изменяющейся во времени концентрацией.

Хроматографическая колонка представляет собой металлическую трубку длиной от 150 до 250 мм с внутренним диаметром 4,6 мм, запечатленную специальным сорбентом на основе силикагеля с привитыми углеродородными радикалами. Предколонка служит для защиты хроматографической колонки от загрязнений.

УФ-фотометрический детектор является наиболее распространенным видом детекторов для ВЭЖХ. Принцип действия детектора аналогичен принципу действия обычного спектрофотометра: он регистрирует оптическую плотность раствора. Различие состоит в том, что УФ-детектор является проточным, вместо кюветы с раствором в нем используется фотометрическая ячейка. Поток элюата протекает через рабочую ячейку, а через сравнительную ячейку направляется поток чистой подвижной фазы. Источником света служит ртутная лампа, дающая интенсивное УФ-излучение. Свет с нужной длиной волны выделяется с помощью подходящих оптических фильтров, проходит через ячейки, частично поглощается молекулами подвижной фазы и разделяемых компонентов и улавливается фотоприемником. Светопоглощение (оптическую плотность) элюата непрерывно регистрирует самонисец или компьютер, записывая хроматограмму. Разделяемые компоненты смеси (например, микотоксины) представлены на хроматограмме в виде пиков. Положение пика на хроматограмме используют для идентификации вещества, а площадь пика — для количественного определения.

Более сложное устройство представляет собой флуоресцентный (флуориметрический) детектор. Такой детектор использует способность органических соединений, в частности афлатоксинов и зеараленона, флуоресцировать под действием УФ- или видимого излучения. Флуоресцентный детектор имеет проточную ячейку с двумя взаимно перпендикулярными оптическими каналами. Один из них служит для подвода возбуждающего излучения, другой позволяет измерять интенсивность флуоресценции. В случае анализа афлатоксинов В₁ и М₁ длина волны возбуждающего излучения составляет 360 нм, а длина волны испускаемого излучения — 420 нм.

Следует отметить, что для анализа афлатоксинов можно применять также УФ-детектор, однако его чувствительность на порядок ниже, чем у флуориметрического детектора, поэтому при анализе низких концентраций афлатоксинов (на уровне ПДК и ниже) предпочтительным является флуоресцентное детектирование.

3.9. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

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

Всемирная организация здравоохранения разработала перечень пищевых продуктов по степени загрязнения микроорганизмами и частоте случаев отравлений.

Категория 1 — пищевые продукты или их компоненты, наиболее часто служащие прямым источником пищевых отравлений, например, цельные молочные и сухие молочные продукты, мучные кондитерские изделия со сливочным кремом.

Категория 2 — пищевые продукты или их компоненты, являющиеся источником пищевых отравлений человека, например, злаковые продукты, мажаны, мед, шоколад.

Категория 3 — пищевые продукты или их компоненты, которые при несоблюдении санитарных требований к их производству могут стать причиной пищевого отравления, например, начинка для мучных кондитерских изделий.

Категория 4 — пищевые продукты или их компоненты, в редких случаях являющиеся причиной пищевых отравлений, например, изделия с быстропортящимися фруктами.

Категория 5 — пищевые продукты или их компоненты, подвергшиеся термической обработке, обеспечивающей их безопасность, например, галеты, крекеры, печенье, леденцовая карамель.

Категория 6 — пищевые добавки, загрязняющие основной продукт, например, красители, ароматические вещества, желатин, агар-агар, ферменты.

Возбудители заболеваний, связанных с употреблением пищевых продуктов, весьма разнообразны. Наличие в пищевых продуктах некоторых микроорганизмов или метаболитов, образующихся в результате их роста, может вызвать различные заболевания человека, которые делятся на два вида: 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 т. п.

Задачей микробиологического контроля является максимально быстрое обнаружение и выявление путей проникновения микроорганизмов-критериев в производство, отагов и степени размножения их на отдельных этапах технологического процесса; предотвращение развития посторонней микрофлоры и активное уничтожение ее.

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 безопасности.

Соответствие пищевых продуктов требованиям санитарных правил и других нормативных документов подтверждается в ходе санитарно-микробиологической экспертизы в установленном порядке. При проведении сертификации со-

ответствия пищевых продуктов контроль безопасности по микробиологическим показателям является обязательным.

Пищевые продукты должны соответствовать установленным нормативным 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 относится количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), бактерий группы кишечной палочки (БГКП);
- БГКП (коли-формы), бактерии семейства *Enterobacteriaceae*, энтерококки;
- условно-патогенные микроорганизмы (*E. coli*, *S. aureus*, бактерии рода *Proteus*, *B. cereus* и сульфитредуцирующие клостридии, *Vibrio parahaemolyticus*);
- патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы и *Listeria monocytogenes*, бактерии рода *Yersinia*;
- микроорганизмы плесени (дрожжи и плесневые грибы, многоклеточные 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 кишечной палочки (БГКП). Общую бактериальную обсемененность определяют в основном чашечным методом. Выполнение анализа включает четыре этапа:

- 1) приготовления ряда разведений из отобранных проб;
- 2) посев на стандартную плотную питательную среду;
- 3) выращивание в течение 24–48 ч при температуре 30 °С;
- 4) 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 бактерии 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, поскольку сапрофиты являются основными показателями загрязненности продукта.

Определение бактерий группы кишечной палочки основано на способности кишечной палочки образовывать 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 кишечной палочки (среда Коссера с лактозой) различных объемов или нанесок исследуемого продукта: 1,0; 0,1; 0,01; 0,001 мл (или г). Пробирки с посевами помещают в термостат при температуре 37 °С на 24 и 36 ч, затем их просматривают и выявляют пробирки, в которых наблюдаются рост бактерий (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 принадлежности бактерий (по культуральным признакам роста и биохимическим свойствам выделенных колоний) к коIFORMным бактериям.

В заключение отметим, что пищевые отравления и пищевые инфекции — наиболее серьезная и широко распространенная опасность, связанная с питанием. Поэтому при оценке безопасности пищевых продуктов прежде всего определяют микробиологические критерии.

Контрольные вопросы и задания

1. Дайте определения понятиям «предельно допустимая концентрация», «предельно допустимый уровень», «допустимая суточная доза».
2. Какие из токсичных элементов подлежат контролю в пищевых продуктах согласно действующим санитарным нормам?
3. Дайте характеристику токсической опасности соединений ртути.
4. Охарактеризуйте основные источники загрязнения пищевых продуктов кадмием.
5. Дайте характеристику токсичности свинца и укажите основные пути его попадания в продукты питания.
6. Каково действие на организм человека оказывают соединения мышьяка? Каковы основные источники загрязнения пищи соединениями мышьяка?
7. Какие явления лежат в основе методов атомно-эмиссионной и атомно-абсорбционной спектроскопии?
8. Охарактеризуйте преимущества и недостатки методов атомной спектроскопии и колориметрии, используемых для определения токсичных элементов в пищевых продуктах.
9. Как классифицируются пестициды в зависимости от сферы их применения?
10. Какие основные проблемы в сфере обеспечения безопасности пищевых продуктов возникают в связи с применением пестицидов?
11. Дайте краткую характеристику фторорганических, ртутьорганических и металлосодержащих пестицидов.
12. Какие методы анализа применяются для определения остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах?
13. Какие группы полициклоароматизированных углеводородов Вам известны? Укажите источники их поступления в окружающую среду и продукты питания.

14. Охарактеризуйте токсическое действие полигалогенированных углеводородов на организм человека.
15. Как следует понимать выражение «диоксиновый фон»?
16. Какие основные источники поступления нитратов, нитритов и нитроаминнов в продукты питания и пищевое сырье?
17. Охарактеризуйте действие соединений азота на человеческий организм, укажите потенциальную опасность этих соединений.
18. Какие методы определения нитратов, нитритов и нитроаминнов в пищевых продуктах рекомендуют использовать в практике сертификационных испытаний?
19. Охарактеризуйте токсическое действие полициклических ароматических углеводородов.
20. Какие вещества являются индикатором присутствия в продуктах канцерогенных ПАУ?
21. Какие методы анализа применяют для определения бенз(а)пирена?
22. Какие принципы положены в основу различных видов классификации гормонов и веществ с гормональной активностью?
23. В чем заключается потенциальная опасность применения гормональных препаратов для выращивания сельскохозяйственных животных?
24. Охарактеризуйте потенциальную опасность антибиотиков, содержащихся в пищевых продуктах.
25. Какими методами возможно определение остаточных количеств антибиотиков? Охарактеризуйте эти методы анализа, укажите их преимущества и недостатки.
26. Охарактеризуйте микотоксины различных групп в зависимости от источников их поступления в пищевые продукты и токсического действия на организм человека и животных.
27. В каких продуктах и какие микотоксины нормируются? Каковы предельно допустимые уровни содержания микотоксинов в продуктах?
28. Какие методы анализа микотоксинов относят к скрининг-методам, а какие — к арбитражным? Почему?
29. Какие особенности отбора проб при анализе микотоксинов? С чем это связано?
30. Дайте определение понятиям пищевой отравления и пищевой нетоксикации.
31. Сформулируйте цели и задачи микробиологического контроля безопасности пищевых продуктов.
32. Какие группы микроорганизмов включены в гигиенические нормативы по микробиологическому показателю?

Глава четвертая

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, каждое из которых характеризуется своими физико-химическими свойствами: *альфа*-излучение представляет собой поток положительно заряженных частиц (атомов гелия), скорость которых может достигать 20 000 км/с; вследствие наличия положительного заряда α -частицы отклоняются в магнитном поле (к северному полюсу). *Бета*-излучение — поток отрицательно заряженных частиц (электронов), движущихся со скоростью света; вследствие наличия отрицательного заряда электроны отклоняются в магнитном поле (к южному полюсу). *Гамма*-излучение — коротковолновое магнитное излучение, близкое по свойствам к рентгеновскому; распространяется со скоростью света, в магнитном поле не отклоняется, обладает высокой энергией — от нескольких тысяч до нескольких миллионов электронвольт.

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

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

Радиационный фон Земли складывается из трех компонентов:

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

К природным источникам облучения человека относят следующие.

1. *Космическое излучение.* Доза космических радионуклидов практически полностью обусловлена воздействием изотопа углерода-14 (^{14}C), образующегося при взаимодействии космического излучения с атмосферным воздухом, и составляет 12 мЗв/год.

2. *Инталляция.* Наибольший вклад в суммарную дозу облучения населения дает инталляция 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 (^{222}Rn), а также дозой, полученной за счет растворения газообразного ^{222}Rn в крови и последующего облучения внутренних органов человека. Суммарная эффективная доза при инталляции составляет около 1260 мЗв/год.

3. *Поступление с пищей и водой.* Доза внутреннего облучения за счет поступления природных радионуклидов с водой и пищей включает две составляющие:

а) доза, обусловленная воздействием калия-40 (^{40}K). Эта доза практически одинакова для всех людей и не может быть существенно изменена. Содержание стабильного калия-39 (^{39}K) в организме человека регулируется водно-солевым балансом. Калий-40 поступает и выводится из организма в постоянном соотношении со стабильным калием. Поэтому содержание ^{40}K 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. Среди радионуклидов уранового и ториевого рядов наибольший вклад в облучение людей вносят свинец-210 (^{210}Pb), который возникает при распаде ^{222}Rn и его короткоживущих дочерних продуктов, содержащихся в атмосферном воздухе. Свинец-210 и образующиеся при его распаде висмут-210 (^{210}Bi) и полоний-210 (^{210}Po) осаждаются на земную поверхность, создавая глобальные выпадения природных радионуклидов, что приводит к радиоактивному загрязнению воды, поверхности водоемочников, 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.

Наибольшая доза облучения населения искусственными источниками создается при использовании излучения в медицине, в первую очередь при проведении рентгено-диагностических процедур. Вторыми по значимости являются глобальные выпадения радионуклидов, в основном цезия-137 (^{137}Cs) и стронция-90 (^{90}Sr), в результате испытаний ядерного оружия в атмосфере. Наибольшая создаваемая ими доза была зафиксирована в 1963 г. (140 мкЗв/год). После запрещения ядерных испытаний она непрерывно снижается и на сегодняшний день составляет 5 мкЗв/год.

В настоящее время при глобальных выпадениях искусственных радионуклидов создаются дозы примерно в 10 раз меньше, чем при глобальных выпадениях природных радионуклидов. Так, доза облучения населения, проживающего на территориях, подвергшихся радиоактивному заражению, составляет 2 мкЗв/год. В основном эта доза обусловлена последствиями Чернобыльской аварии 1986 г. Дозы от всех остальных аварий значительно ниже: текущие выбросы и обросы АЭС и других радиационных объектов дают крайне малый вклад в среднюю дозу облучения населения.

На сегодняшний день наиболее опасными для организма человека техногенными радионуклидами являются радионуклиды ^{137}Cs и ^{90}Sr , период полураспада которых составляет приблизительно 30 лет. Это означает, что через 30 лет после аварии на Чернобыльской АЭС, т. е. к 2016 г., распадется только половина атомов этих элементов, а к 2190 г. останется около 1 % нераспавшихся ядер атомов (закон распада радиоактивных элементов является обратно-экспоненциальной зависимостью).

Биологическое воздействие ядерных излучений на живые объекты включает два этапа:

- 1) первичное действие излучения на биохимические процессы, функции и структуры органов и тканей;
- 2) нейротонные и гуморальные сдвиги, возникающие в организме под влиянием радиации: нарушение обмена веществ, ферментативных процессов и пр.

В результате взаимодействия излучений с биосредой живому организму передается определенная доля 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 увеличивается 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 уменьша-

ется практически до нуля. Радionуclidы 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, определяющими в конечном счете 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 токсичным 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.

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

При поступлении в организм радионуклидов большое влияние на степень биологического действия оказывает наличие нерадионуклидных химических элементов-аналогов. Элементами-аналогами являются кальций и стронций. Щелочноземельный изотоп стронция-90 вытесняет кальций из его соединений.

Цезий-137 всасывается в желудочно-кишечном тракте полностью, распределяется в организме равномерно, преимущественно в мягких тканях. Степень всасывания в кишечнике стронция-90 составляет 9–60 %, так как щелочноземельные элементы образуют труднорастворимые соединения, накапливается он в основном в костной ткани.

Распределение радионуклидов в организме слабо зависит от возраста. Для всех радионуклидов критическими органами являются кроветворная система и половые железы, так как в них даже при малых дозах радиации происходят существенные изменения. У беременных радионуклиды проходят через плаценту и откладываются в тканях плода. Наиболее интенсивное всасывание и депонирование происходит у молодого растущего организма. Так, стронций-90 сначала в большом количестве откладывается в губчатых, а в дальнейшем — 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 с помощью различных технологических или агротехнических приемов, а также путем моделирования питания, т. е. использования рационов, содержащих минимальное количество радионуклидов.

За счет обработки пищевого сырья: тщательного мытья, чистки продуктов, отделения малозначимых 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 не рекомендуется.

Существенного снижения содержания радионуклидов в молочных продуктах можно достичь путем получения из молока жировых и белковых концентратов. При переработке молока в сливки остается не более 9 % цезия и 5 % стронция; в творог — 21 % цезия и около 27 % стронция; в сырах — 10 % цезия и до 45 % стронция. В сливочном масле сохраняется лишь около 2 % общего количества цезия, содержащегося в цельном молоке.

Одним из направлений радиозащитного питания является увеличение потребления витаминов-антиоксидантов (А, Е), обладающих радиопротекторными свойствами. Поэтому желательно больше употреблять в пищу различных растительных масел: оливкового, кукурузного, подсолнечного (по 2–3 столовых ложки в день). Ускорить выведение из организма радионуклидов, в том числе цезия, способны аскорбиновая кислота (витамин С), пантотеновая 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, кукурузы.

Пищевой рацион 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 исключения в рацион продуктов и веществ, обладающих радиозащитным, иммуноактивирующим или адаптогенным действием, их кулинарная и технологическая обработка — реальный путь уменьшения последствий внутреннего облучения организма человека.

4.2. НОРМАТИВНО-ПРАВОВАЯ БАЗА ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В 1996 г. принят Федеральный закон «О радиационной безопасности населения», что явилось важным шагом в формировании законодательной базы РФ в области обеспечения радиационной безопасности. Дальнейшее развитие закон получил в «Нормах радиационной безопасности — НРБ-99», «Основных санитарных правилах обеспечения радиационной безопасности — ОСПОРБ-99» и других нормативных документах.

Изготавливаемые, ввозимые и находящиеся в обороте на территории РФ пищевые продукты по безопасности и пищевой ценности должны соответствовать СанПиН 2.3.2.1078-01, 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 СанПиН, 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 B , значение которого вычисляют по результатам измерения удельной активности цезия-137 и стронция-90 в пробе:

$$B = (A/H)_{\text{Cs}} + (A/H)_{\text{Sr}},$$

Здесь A — удельная активность ^{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 и задания

1. Что понимается под радиоактивностью? 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 радиационного питания.
7. Охарактеризуйте нормативно-правовую базу обеспечения радиационной безопасности.

Глава пятая

ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК И КОНТРОЛЬ ЗА ИХ ПРИМЕНЕНИЕМ

Прежде всего приведем основные требования и определения, касающиеся пищевых добавок, чтобы показать их роль в технологии производства продуктов питания и порядок проведения гигиенической экспертизы.

5.1. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Согласно определению ВОЗ под пищевыми добавками понимают химические вещества и природные соединения, которые сами по себе не употребляются в пищу, а добавляются к ней для улучшения качества сырья и готовой продукции.

В нашей стране принято следующее определение, которое не противоречит определению ВОЗ:

Пищевые добавки — природные или искусственные вещества и их соединения, специально вводимые в пищевые продукты в процессе их изготовления в целях придания пищевым продуктам определенных свойств и (или) сохранения качества пищевых продуктов (СанПиН 2.3.2.1078-01).

К пищевым добавкам не относятся соединения, повышающие (определяющие) пищевую ценность или фармакологическую направленность продуктов питания, например, витамины, минеральные вещества, аминокислоты, пищевые волокна, другие биологически активные добавки (БАД).

Таким образом, пищевые добавки не относят к пищевым продуктам и их следует отличать от БАД, которые согласно современным представлениям относятся к отдельной группе пищевых продуктов специального назначения.

В санитарно-эпидемиологических правилах и нормативах, касающихся гигиенических требований по применению пищевых добавок, даны определения ряду других терминов, в том числе функциональным классам пищевых добавок.

Комплексные пищевые добавки — готовые композиции, многокомпонентные смеси, состоящие из отдельных пищевых добавок, разрешенных для использования в соответствии с действующими санитарными правилами. В состав

комплексных пищевых добавок могут входить пищевые продукты: соль, сахар, специи, крахмал и др.

Удостоверение качества и безопасности пищевых добавок (анализирующий сертификат) — документ, в котором изготовитель удостоверяет соответствие качества и безопасности каждой партии пищевых продуктов требованиям нормативных и технических документов.

Оборот пищевых добавок и вспомогательных средств — купля-продажа (в том числе экспорт и импорт), иные способы передачи пищевых добавок и вспомогательных средств, их хранения, перевозка.

От пищевых добавок следует отличать **технологические вспомогательные средства** — любые вещества или материалы (за исключением оборудования и посуды), которые, не являясь пищевыми ингредиентами, преднамеренно используются при переработке сырья и производстве пищевых продуктов для выполнения определенных технологических целей. Вспомогательные средства (или их дериваты) удаляются в ходе технологического процесса, хотя незначительные (неудаленные) количества их могут оставаться в готовом продукте.

К вспомогательным веществам относят: осветляющие, фильтрующие материалы, флокулянты и сорбенты; катализаторы; экстракционные и технологические растворители; питательные вещества (подкормка в биотехнологическом производстве пищевых продуктов); ферментные препараты животного, растительного и микробного происхождения; вспомогательные средства (материалы и твердые носители) для иммобилизации ферментных препаратов.

Вспомогательные средства могут применяться с другими технологическими целями. Как и для пищевых добавок, для вспомогательных средств разработаны гигиенические регламенты их применения.

Количественное превышение пищевых добавок, используемых в производстве продуктов питания, может привести к отрицательным последствиям для здоровья человека. В связи с этим большое значение приобретает экспертиза пищевых добавок (в том числе санитарно-гигиеническая).

Экспертиза пищевых добавок включает оценку их потребительских свойств, соответствие требованиям нормативных и технических документов. Органолептические, физико-химические, микробиологические, технологические свойства и другие показатели качества и безопасности определяются в зависимости от вида пищевой добавки и ее назначения.

В настоящее время в мировой пищевой промышленности используется около 2 тыс. пищевых добавок. Огромные масштабы их распространения потребовали от всемирного сообщества единой классификации, гигиенической регламентации, разработки способов и технологий применения, что представляет собой приоритетные направления в области товарной экспертизы пищевых добавок.

Одним из путей гармонизации являлась разработка международной цифровой системы кодификации пищевых добавок — International Numbering System

(INS), которая включена в кодекс ФАО/ВОЗ для пищевых продуктов Codex Alimentarius (Ed. 2, V, 1).

Каждой пищевой добавке присвоен цифровой трех- или четырехзначный номер с предшествующим ему буквосочетанием INS, в Европе — с предшествующей ему литерой E (Europe), которая сопровождается индексом, соответствующим определенной пищевой добавке, поскольку многие добавки имеют длинные и труднотрактоносимые названия.

Согласно системе Codex Alimentarius пищевые добавки классифицируются по их назначению:

- E100–E182 — красители;
- E200 и далее — консерванты;
- E300 и далее — антиокислители (антиоксиданты);
- E400 и далее — стабилизаторы консистенции;
- E500 и далее — эмульгаторы;
- E600 и далее — усилители вкуса и аромата;
- E700–E800 — запасные индексы для другой возможной информации;
- E900 и далее — антифлаванты, противовоспалительные вещества;
- E1000 и далее — глазирующие агенты, подсластители, добавки, препятствующие слеживанию сахара, соли, добавки для обработки муки, крахмала и т. д.

Разрешение на применение добавок выдается специализированной международной организацией — Объединенным комитетом экспертов ФАО/ВОЗ по пищевым добавкам и загрязнителям (ОКЭПД, или ДЖЕКФА — JECFA). В рамках Европейского союза действует аналогичная комиссия.

ДЖЕКФА и «Кодекс алиментарийс» дают рекомендации органам здравоохранения большинства стран мира. Вместе с тем перечень добавок Европейского союза отличается от установленного ВОЗ с учетом специфики отдельных стран. Информация о применяемых добавках широко публикуется для защиты прав потребителей.

В нашей стране разработаны и утверждены «Санитарные правила по применению пищевых добавок», которые постоянно совершенствуются и адаптируются к международным правилам и нормам.

Товарная экспертиза пищевых добавок проводится на стадии изготовления и на всех этапах их товародвижения. Одним из этапов этой экспертизы является создание и анализ технологии подбора и внесения в продукт пищевой добавки (их комплекса) с учетом особенностей ее химического состава и функциональных свойств, характера действия, вида продукта, особенностей сырья, состава и свойств пищевой системы, технологии, в отдельных случаях — упаковки и хранения. В большей степени это относится к разработке технологии подбора и применения новых пищевых добавок.

Процедура санитарно-эпидемиологической экспертизы, одного из основных разделов товарной экспертизы пищевых добавок, определяется действующей

щими СанПиН и должна соответствовать нормативной документации Российской Федерации и международным требованиям — директивам ЕС и спецификациям FAO/ВОЗ.

Так, при проведении экспертизы новой пищевой добавки необходимы следующие документы, оценивающие безопасность этой добавки для здоровья человека:

- характеристика вещества или препарата с указанием его химической формулы, физико-химических свойств, способов получения, содержания основного вещества, наличия и содержания полупродуктов, примесей, степени чистоты, токсикологических характеристик (в том числе метаболизма в живом организме), механизма достижения желаемого технологического эффекта, возможных продуктов взаимодействия с пищевыми веществами;
- технологическое обоснование применения новой продукции, ее преимущества перед уже существующими добавками; перечень пищевых продуктов, в которых используются добавки и вспомогательные вещества, дошировки, необходимые для достижения технологического эффекта;
- техническая документация, в том числе методы контроля пищевой добавки (продуктов ее превращения) в пищевом продукте;
- для импортной продукции дополнительно предоставляется разрешение органов здравоохранения на ее применение в стране-экспортере (изготовителе).

Постановка пищевых добавок на производство осуществляется после их регистрации в соответствии с процедурой, установленной Минздравом России, при наличии технической документации, санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии требованиям безопасности, а также при наличии соответствующих условий производства, определяемых санитарными правилами и нормами.

Если производитель использует генетически модифицированные пищевые добавки (ферментные препараты и др.), то он обязан их декларировать в установленном порядке.

Импортируемые пищевые добавки также должны соответствовать действующим в России санитарным правилам и гигиеническим нормативам, если иное не оговорено международными соглашениями.

Еще один важный этап товарной экспертизы пищевых добавок — установление соответствия правилам маркировки, условиям транспортировки, хранения и реализации. Маркировка пищевых добавок осуществляется в соответствии с законодательством РФ, нормативной и технической документацией на их производство. Пищевая добавка, предназначенная для розничной продажи, должна иметь на упаковке (этикетке) маркировку «Пищевая» с указанием рекомендаций по применению, способу употребления и дозы. При использовании комплексных пищевых добавок указывается массовая доля в продукте тех пищевых добавок, уровень которых нормируется СанПиН.

В настоящее время в связи с принятием Федерального закона о техническом регулировании Союз производителей пищевых ингредиентов приступил к формированию пакета исходных данных, необходимых для подготовки технического регламента по пищевым добавкам. Технический регламент должен устанавливать обязательные для рассмотрения и соблюдения характеристики конкретной продукции, процессов ее производства, процедуры подтверждения соответствия обязательным техническим требованиям, а также требованиям, предъявляемым к терминологии, упаковке, конструкции, способу исполнения, маркировке или этикетированию. Поэтому правила экспертизы качества и безопасности пищевых добавок постоянно дополняются и изменяются с учетом накопленного опыта в России и за рубежом.

5.2. ГИГИЕНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ЗА ПРИМЕНЕНИЕМ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК

Применение пищевых добавок в пищевой промышленности и общественном питании регламентируется нормативно-технической документацией, «Санитарными правилами по применению пищевых добавок», «Медико-биологическими требованиями и санитарными нормами качества продовольственного сырья и пищевых продуктов».

В ГОСТах и технических условиях пищевые добавки обычно указывают в разделе «Сырье и материалы». Если нарушение регламентов применения пищевых добавок отражается на степени безопасности и пищевой ценности продукта, то показатели, характеризующие действие пищевых добавок (цвет, аромат, вкус и т. д.), выносятся в перечень физико-химических и органолептических показателей нормативного документа, кроме того, приводятся методы испытания пищевых добавок. Используемые пищевые добавки должны быть указаны при маркировке пищевых продуктов.

Гигиенический контроль за применением пищевых добавок осуществляют органы Госстандартизации. Для внедрения в производство новых пищевых добавок необходим гигиенический сертификат. Контроль за применением пищевых добавок, включенных в нормативные документы на продукты питания, могут осуществлять аккредитованные в Системе ГОСТ Р органы по сертификации пищевых продуктов и продовольственного сырья.

Перечень пищевых добавок, разрешенных для применения в Российской Федерации, постоянно расширяется и корректируется с учетом все возрастающей потребности в них, а также по мере адаптации санитарных норм, принятых в нашей стране, к международным и европейским стандартам безопасности, особенно при создании новых добавок и изучении их свойств.

Контрольные вопросы и задания

1. Дайте определение пищевым добавкам и укажите их назначение в технологии производства продуктов питания. В чем состоит их принципиальное отличие от биологически активных добавок к пище?
2. Могут ли пищевые добавки представлять опасность для здоровья человека? Какими документами регламентируется применение пищевых добавок?
3. Охарактеризуйте процедуру проведения санитарно-гигиенической экспертизы пищевых добавок.

Глава шестая

ПОЛИМЕРНЫЕ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ КАК ВОЗМОЖНЫЙ ИСТОЧНИК ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

Специфика применения полимерных материалов в пищевой промышленности и общественном питании заключается в том, что они соприкасаются с продовольственным сырьем и пищевыми продуктами. Поэтому к полимерным материалам предъявляются специфические требования по безопасности исходя из направления их использования.

Полимеры бывают синтетические и натуральные, последние могут быть модифицированы химическими способами обработки. На практике указанные полимеры применяют не в чистом виде, а в различных сочетаниях. При этом в состав полимерных композиций вводят отвердители, пластификаторы, наполнители, красители, порообразователи, другие компоненты для придания полимерам определенных свойств.

Полимерные материалы, контактирующие с продуктами питания, должны обладать необходимыми эксплуатационными свойствами и соответствовать гигиеническим требованиям. Эксплуатационные свойства (химическая стойкость, прочность и т. д.) зависят от назначения пищевого продукта, условий эксплуатации упаковки или оборудования. Гигиенические требования разрабатываются и утверждаются органами Госстандарта в результате токсикологических и других специальных исследований.

Использование полимерных и других материалов в качестве упаковки направлено на решение следующих задач:

- обеспечение возможности расфасовки и транспортировки продукта;
- защита от воздействия окружающей среды, болезнетворных и вредных микроорганизмов;
- сохранение питательной ценности продукта;
- увеличение срока годности продукта и т. д.

При этом материалы не должны изменять органолептических свойств продукта и, как сказано выше, выделять химические вещества, оказывающие в определенных количествах вредное воздействие на организм человека. Добавки

и низкомолекулярные примеси химически не связаны с полимером, поэтому при определенных условиях они легко переходят в продукты питания и могут неблагоприятно влиять на здоровье человека. В рецептуру полимерного или другого материала не должны входить вещества, обладающие токсичностью. Список таких веществ определяется федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Добавки подразделяют на допустимые и недопустимые в зависимости от биологической активности, степени миграции из полимерных материалов, опасности вредного влияния на организм. Использование добавок регламентируется гигиеническими нормативами, определенными в токсикологическом эксперименте. Такими нормативами являются: ДКМ — допустимое количество миграции, мг/л; ДМ — максимально допустимая суточная доза, мг/д.

В технологии производства полимерных материалов наиболее часто применяются следующие соединения:

1. *Мономеры.* Типичным представителем является стирол (винилбензол) — бесцветная жидкость, имеющая характерный запах, кипит при температуре 146 °С; ДКМ — 0,01 мг/л; используется при получении полистирола. Этинилхлорид — бесцветная жидкость с раздражающим запахом, кипит при температуре 116 °С, за счет содержания хлора обладает высокой биологической активностью; ДКМ — 0,1 мг/л. Винилхлорид — бесцветный газ без запаха, кипит при температуре 13,8 °С; ДКМ — 0,01 мг/л.

2. *Катализаторы и инициаторы полимеризации.* В качестве катализаторов используют, как правило, неорганические соединения. Их остаточное содержание в полимере характеризуется величиной зольности. Зольность — количество, контактирующего с пищевыми продуктами, не должно превышать 0,02 %.

В качестве инициаторов используют кислородорганические и неорганические перекиси, гидроперекиси и диазосоединения. Их содержание в полимерных материалах не должно превышать 0,2 %.

3. *Стабилизаторы* применяются для сохранения заданных свойств полимеров; подразделяются на антиоксиданты, антиозонанты, свето-, термостабилизаторы и т. д. Среди термостабилизаторов широко распространены стеараты металлов: кальция, цинка, бария, свинца и др. Стеараты кальция и цинка малотоксичны, другие известные стеараты обладают высокой токсичностью.

4. *Пластификаторы.* Используются для повышения пластичности и (или) эластичности, придания полимерным материалам морозо-, водо-, маслостойкости и т. д. Наиболее широко применяются: глицерин, парафиновое масло, триолемины, эфиры фталевой, себациновой, адипиновой и лимонной кислот, низкомолекулярные полиэферы, стеариновая кислота и ее соли (стеараты кальция и цинка), ацетилакрибутилцитрат, этилгексифенилфосфат и др. Указанные пластификаторы практически не токсичны.

5. *Наполнители* вводят для облегчения переработки, придания прочности и т. д. Используют диоксид кремния, мел, целлюлозу, древесный шпон, дву-

окиси титана, которые малотоксичны и не представляют опасности для здоровья человека.

6. **Ракмодификаторы.** Используют в процессе проведения полимеризации или поликонденсации. Как правило, это органические соединения: толуол, бензол, этилацетат, гексан, бензин, метилэтилкларид и др., которые могут оставаться в незначительных количествах в готовых полимерных материалах и мигрировать в пищевой продукт. Степень их токсичности определена в специальных справочниках.

7. **Красители.** Могут быть как природного, так и синтетического происхождения. Последние подразделяют на органические и неорганические, включая различного рода пигменты. В зависимости от происхождения красители отличаются по степени своей безопасности. Гарантия безопасности красителей устанавливается допустимым количеством миграции (ДКМ).

6.1. ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА МАТЕРИАЛОВ, КОНТАКТИРУЮЩИХ С ПИЩЕВЫМИ ПРОДУКТАМИ

Гигиеническая экспертиза материалов, контактирующих с пищевыми продуктами, включает оценку их пригодности для такого контакта, порядок и правила проведения испытаний.

При гигиенической оценке пригодности материалов для контакта с пищевыми продуктами учитываются следующие факторы:

- отсутствие изменений органолептических свойств продукта — прочности, консистенции, цвета, запаха, вкуса;
- отсутствие миграции в пищевой продукт чужеродных химических веществ, входящих в состав материала, в количествах, превышающих гигиенический норматив;
- отсутствие стимулирующего действия материала или его компонентов на развитие микрофлоры;
- отсутствие химических реакций или других взаимодействий между материалом и пищевым продуктом.

Проведение экспертизы предусматривает следующие этапы работы:

- 1) изучение влияния материалов на органолептические свойства продукта;
- 2) определение качественного и количественного состава веществ, выделяющихся из материалов;
- 3) изучение биологической активности (токсикологических свойств) веществ, выделяющихся из материалов.

Первый и второй этапы обязательны при проведении текущего санитарного надзора. Соблюдение всех трех этапов необходимо при предупредительном санитарном надзоре, а также при оценке гигиенической безопасности материалов, что важно знать эксперту пищевых продуктов.

Количество образцов и порядок их исследований определены в соответствующих нормативных документах.

После проведения органолептических исследований готовят водные вытяжки или вытяжки в модельные среды. Модельные растворы готовят с целью имитации пищевых продуктов. Эти растворы не имеют специфических, свойственных натуральным продуктам запахов и вкусов, которые могут перекрывать посторонние вкусы и запахи. Модельная среда готовится в зависимости от вида продукта по установленной методике.

Температурный режим заливки и выдержки полимерного материала в модельном растворе зависит от реальных условий контакта материала с продуктом. Время выдержки обычно не превышает 10 сут., для материалов, контактирующих с консервами, — 10, 30, 60 сут. и более. Соотношение площади материала и объема модельной среды удобное брать 1 : 1.

Исследование водных вытяжек. Оценка запаха проводится по 3-балльной шкале. Положительную оценку получают материалы, имеющие запах не более 1 балла. Вкус выражают словами: слабый, ясно выраженный, сильный. Привкус — посторонний, горьковатый, липкий, свойственный нефтепродуктам и т. д. Отклонение от органолептических свойств, принятых стандартом, является основанием для запрета применения материала, контактирующего с пищевой продукцией.

Санитарно-химические исследования включают:

1. Определение суммарного количества веществ. Показателями суммарного количества мигрирующих веществ являются окисляемость, количество бромлирующих веществ, сухой остаток, изменение pH водных вытяжек, определение спектра исследуемых соединений. Высокие показатели окисляемости и содержания бромлирующих веществ свидетельствуют о наличии органических соединений. Окончательное заключение о возможности использования материала для контакта с пищевыми продуктами может быть сделано после анализа отдельных компонентов и их количественной оценки согласно установленным нормам.

2. Анализ отдельных компонентов материала.

После выдачи соответствующего заключения на упаковочных изделиях пищевого назначения проставляется маркировка: «Для пищевых продуктов», «Для сухих пищевых продуктов», «Для холодной воды» и т. д.

Контрольные вопросы и задания

1. Почему полимерные и другие материалы, используемые в пищевой промышленности, общепитовом питании и торговле, могут являться источниками загрязнения пищевых продуктов переходными количественными веществами?
2. Назовите основные группы токсикантов полимерных и других материалов — возможных загрязнителей пищевой продукции.
3. Как осуществляется контроль за безопасностью применения полимерных и других материалов?

Глава седьмая

ГИГИЕНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ЗА ПРИМЕНЕНИЕМ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК К ПИЩЕ

Федеральным законом Российской Федерации «О качестве и безопасности пищевых продуктов» от 2 января 2000 г. № 29-ФЗ биологически активные добавки к пище отнесены к пищевым продуктам.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 10 августа 1998 г. № 917 одобрена Концепция государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации на период до 2005 г., в которой биологически активные добавки к пище определены как важнейшие средства быстрого устранения дефицита в питании пищевых веществ и минорных компонентов пищи. В настоящее время эта программа пролонгирована на период до 2010 г.

Биологически активные добавки (БАД) к пище (англ. food supplements) вошли в современную медицину и технологию производства пищевых продуктов сравнительно недавно. Однако эмпирический и культовый поиск различных природных компонентов растительного, животного и минерального происхождения, их применение с профилактическими и лечебными целями известны с глубокой древности. Еще до новой эры в Египте, Китае, Тибете, Индии и других странах Востока сложились довольно стройные системы терапии различных заболеваний с помощью растительных, минеральных и животных препаратов, а во II в. н. э. древнеримским врачом Клавдием Галеном впервые были разработаны технологические приемы изготовления лекарств (настоев, экстрактов, порошков) из природного сырья.

Достижения химии XIX – начала XX вв., особенно в области органического синтеза, совершили революцию в фармакологии и оттеснили на задний план природные лекарственные средства. Чистые химические соединения с известной структурой, их высокая эффективность и точность дозирования, узкая направленность действия и минимальные побочные эффекты на фоне почти неограниченных возможностей современной химии — вот те достаточно убедительные аргументы, которые до недавнего времени не позволяли делать сильно-выбуждающих оптимистических прогнозов в области так называемой традиционной медицины.

Однако такого рода взгляды оказались ошибочными и свидетельствуют о большом значении как природных БАД, так и их синтетических аналогов.

БАД являются источниками незаменимых пищевых веществ, минорных компонентов пищи, про- и пребиотических природных компонентов, которые содержатся в них в пределах физиологических потребностей человека и (или) на уровне их содержания в рационе при условии оптимального питания. БАД восполняют дефицит в питании пищевых и биологически активных веществ; способствуют ассимиляции пищи, поддержанию нормального состояния микроэкокомплекса пищеварительной системы; регулируют неспецифическую резистентность организма, в том числе при высоких физических и психоэмоциональных нагрузках, воздействия неблагоприятных экологических условий, при беременности, лактации и других состояниях; снижают риск развития заболеваний.

7.1. ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ И НОРМАТИВНАЯ БАЗА БАД. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящее время действуют следующие основные нормативные документы в области, производства, оборота, безопасности и эффективности БАД: Методические указания 2.3.2.721-98 «Определение безопасности и эффективности биологически активных добавок к пище»; СанПиН 2.3.2.1290-03 «Гигиенические требования к организации производства и оборота биологически активных добавок к пище»; СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов». Эти документы разработаны в соответствии с Федеральными законами Российской Федерации «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» и «О качестве и безопасности пищевых продуктов».

Согласно вышеуказанным нормативным документам приняты следующие термины и определения:

Биологически активные добавки к пище (БАД) — композиции натуральных или идентичных натуральным биологически активных веществ, предназначенных для непосредственного приема с пищей или введения в состав пищевых продуктов с целью обогащения рациона отдельными биологически активными веществами или их комплексами.

Нутрицевтики — БАД, применяемые для коррекции химического состава пищи человека в качестве дополнительных источников нутриентов: белка, аминокислот, жиров, углеводов, витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон.

Парафармацевтики — БАД, применяемые для профилактики, вспомогательной терапии и поддержки в физиологических границах функциональной активности органов и систем.

Пребиотики — пищевые вещества, избирательно стимулирующие рост и (или) биологическую активность представителей защитной микрофлоры ки-

печника, способствующие тем самым поддержанию ее нормального состава и биологической активности;

Пробиотики (дубиотики) — БАД, в состав которых входят живые микроорганизмы и (или) их метаболиты, оказывающие нормализующее воздействие на состав и биологическую активность микрофлоры пищеварительного тракта.

Пробиотические микроорганизмы — живые непатогенные и нетоксигенные микроорганизмы (преимущественно родов *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Fructibacterium* и др.), являющиеся представителями защитных групп нормального кишечного микробиоценоза человека и природных симбиотических ассоциаций, благотворно влияющие на организм человека, поддерживая нормальный состав и биологическую активность микрофлоры пищеварительного тракта.

Пробиотические продукты — пищевые продукты, изготовленные с добавлением живых культур пробиотических микроорганизмов и пробиотиков.

Качество БАД — совокупность характеристик, которые обуславливают потребительские свойства, эффективность и безопасность БАД.

Безопасность БАД — отсутствие опасности для жизни и здоровья людей нынешнего и будущих поколений.

Фальсифицированные БАД — БАД, умышленно измененные (поддельные) и (или) имеющие скрытые свойства и качество, информация о которых является заведомо ложной или недостоверной.

Идентификация БАД — деятельность по установлению соответствия определенных БАД нормативным, техническим документам и информации о пищевых продуктах, материалах и изделиях, содержащейся в прилагаемых к ним документах и на этикетках.

Оборот БАД — купля-продажа (в том числе экспорт и импорт) и иные способы передачи (далее — реализация), их хранение и перевозка.

Утилизация БАД — использование некачественных и опасных пищевых продуктов, материалов и изделий в целях, отличных от целей, для которых пищевые продукты, материалы и изделия предназначены и в которых обычно используются.

7.2. КЛАССИФИКАЦИЯ БАД

Наиболее приемлемой является классификация, представленная в СанПиН 2.3.2.1290-03. Исходя из этого документа БАД можно подразделить на следующие группы, применяемые:

- как дополнительные источники пищевых и биологически активных веществ для оптимизации углеводного, жирового, белкового, витаминного и других видов обмена веществ при различных функциональных состояниях организма;

- для нормализации и (или) улучшения функционального состояния органов и систем организма человека, в том числе самостоятельно или в составе продуктов, оказывающих общескрепляющее, мягкое мочегонное, тонизирующее, успокаивающее и иные виды действия при различных функциональных состояниях;
- для снижения риска заболеваний, нормализация микрофлоры желудочно-кишечного тракта, в качестве энтеросорбентов и др.

7.3. КОНТРОЛЬ ЗА ПРИМЕНЕНИЕМ

БАД следует рассматривать не как лекарство, а как отдельную группу пищевой продукции с описанными выше направлениями использования.

БАД к пище вырабатывают в виде сухих и жидких концентратов, экстрактов, настоев, бальзамов, изюльтов, порошков, сиропов, таблеток, драже, капсул и других форм в соответствии с техническими условиями, технологическими инструкциями и рецептурами.

В настоящее время действует СанПиН 2.3.2.1290-03 «Гигиенические требования к организации производства и оборота биологически активных добавок к пище».

Действующая в Российской Федерации система государственной регистрации БАД, оценка их качества и безопасности соответствуют имеющемуся мировому опыту, в частности, рекомендациям комиссии «Кодекс Алиментариус» и соответствующим законодательствам Канады, Германии, Великобритании и других стран, в том числе федеральному акту США о пищевых продуктах, медицинских препаратах и косметических средствах от 20.01.1999.

С учетом мирового и отечественного опыта в России разработана Система контроля за производством и реализацией БАД. На основе действующих нормативных документов определена методология оценки потребительских свойств БАД, определяющих их качество и безопасность.

Санитарно-эпидемиологическая экспертиза включает следующие процедуры:

- первичная экспертная оценка заявок, документов и материалов, характеризующих данную продукцию;
- определение потребности в проведении необходимых испытаний (в зависимости от полноты исходных сведений и особенностей БАД);
- проведение комплекса химических, микробиологических, токсикологических, других видов исследований и оценка их результатов с целью подтверждения безопасности и подлинности рассматриваемой продукции;
- экспериментальные исследования токсикологических, физиологических и метаболических эффектов, подтверждающих заявленную эффективность и безопасность БАД (при необходимости);

- клиническая оценка эффективности БАД (при необходимости);
- оценка результатов экспериментальных и клинических испытаний и наблюдений;
- оценка методов исследований основных ингредиентов, действующих начал и подлинности БАД;
- подготовка и оформление экспертного заключения;
- подготовка и оформление регистрационного удостоверения.

Для нового или впервые вводимого в России БАД установлены дополнительные процедурные действия на соответствие требованиям к качеству и безопасности (поскольку эти требования отсутствуют в действующих санитарно-эпидемиологических правилах и нормативах):

- обоснование разработчиком нового вида продукта в проекте нормативного и (или) технического документа;
- соответствие действующим санитарным правилам и гигиеническим нормативам для аналогичного по составу и свойствам продукта;
- соблюдение требований, предъявляемых к продукту в стране его происхождения;
- рекомендации международных организаций.

При санитарно-эпидемиологической экспертизе биологически активных добавок к пище, предназначенных для детей первых трех лет жизни, необходимо учитывать, что БАД не должны содержать идентичные натуральным и синтетические вещества.

Организационная оценка БАД проводится, как правило, на первом этапе товарной экспертизы. Ее результаты могут быть основанием для отказа в регистрации или проведения дополнительных физико-химических и микробиологических исследований.

Требования к упаковке БАД. Упаковка должна обеспечивать сохранность и качество БАД на всех этапах их оборота; при упаковке БАД используются только те материалы, которые в установленном порядке разрешены для контакта с пищевыми продуктами или лекарственными средствами; информация наносится на упаковку БАД в соответствии с действующими законодательными нормативными документами, регламентирующими вынесение на этикетку информации для потребителя.

Информация для потребителя, наносимая на индивидуальную или транспортную упаковку, должна, в частности, содержать следующие сведения:

- наименование БАД;
- товарный знак изготовителя (при наличии);
- обозначение нормативной или технической документации, обязательным требованиям которой должны соответствовать БАД (для БАД производства России и стран СНГ);
- состав БАД с указанием ингредиентов в порядке их убывания в весовом или процентном выражении;

- основные потребительские свойства БАД;
- масса или объем БАД в единице потребительской упаковки и масса или объем единицы продукта;
- противопоказания для применения при отдельных видах заболеваний;
- указание, что БАД не является лекарством;
- дата изготовления, гарантийный срок годности или (и) дата истечения срока реализации продукции;
- условия хранения;
- государственная регистрация БАД с указанием номера и даты;
- местонахождение, наименование изготовителя (продавца) и местонахождение и телефон организации, уполномоченной изготовителем (продавцом) на принятие претензий от потребителей.

Информация доводится до сведения потребителей в любой доступной для прочтения форме.

Использование термина «экологически чистый продукт» в названии при нанесении информации на этикетку БАД, а также иных терминов, не имеющих законодательного и научного обоснования, не допускается.

Ответственность перед потребителем за качество и эффективность БАД накладывают на их разработчиков и производителей исключительно важное обязательство: они должны гарантировать сохранность содержащихся в продукте регламентированных биологически активных веществ, а также их доступность, безопасность и усвояемость организмом человека.

Контрольные вопросы и задания

1. Дайте определение БАД. Какое значение в питании современного человека имеют БАД?
2. Современная классификация БАД как продуктов специального назначения.
3. Особенности, предъявляемые к оценке качества и безопасности БАД.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Антипина Л. В. Методы исследования мяса и мясопродуктов / Л. В. Антипина, Н. А. Плотова, Н. А. Рогов. М.: Колос, 2001. 376 с.
- Антипина Л. В. Роль технологических процессов в обеспечении биологической безопасности питания / Л. В. Антипина, Н. А. Соснова. М.: РосАгро АПК, 2000. 302 с.
- Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Продовольственная безопасность. Разд. 2 / А. В. Горюнов, О. А. Масленникова, А. Н. Австриевских и др. М.: МГФ «Знание», 2001. 480 с.
- Безопасность России. Экологическая безопасность, устойчивое развитие и природоохранные проблемы. М.: МГФ «Знание», 1999.
- Безопасность России. Экологическая диагностика. М.: Машиностроение; МГФ «Знание», 2000.
- Биологически активные добавки в питании человека (оценка качества и безопасности, эффективность, характеристика, применение в профилактической и клинической медицине): Учеб. для последиплом. образования врачей всех спец. / В. А. Тутельян, Б. П. Суханов, А. Н. Австриевских, В. М. Позинковский. Томск: Изд-во НТЛ, 1999. 296 с.
- Борисенко Е. Н. К вопросу о международной продовольственной безопасности / Е. Н. Борисенко // Безопасность. 1996. № 7/12. С. 63–70.
- Борисенко Е. Н. Продовольственная безопасность — важная составляющая системы экономической безопасности России / Е. Н. Борисенко // Пробл. окружающей среды и природ. ресурсов. 1997. № 2. С. 76–86.
- Домченко Л. В. Безопасность пищевых сырья и продуктов питания / Л. В. Домченко, В. Д. Навыкта. М.: Пищепромиздат, 1999. 360 с.
- Дудкин М. С. Новые продукты питания / М. С. Дудкин, Л. Ф. Шалунов. М.: Наука, 1998. 300 с.
- Жукова Г. Ф. Н-нитрозамины в нитритах в мясе и мясопродуктах / Г. Ф. Жукова, М. С. Торская, В. И. Родио, С. А. Хотимченко // Вопр. питания. 1999. Т. 68. № 4. С. 32–34.
- Журавская Н. К. Исследование и контроль качества мяса и мясопродуктов / Н. К. Журавская, Л. Т. Алексина, Л. М. Огаришеникова. М.: Агропромиздат, 1985. 296 с.
- Иванкин А. Н. Об экологической безопасности пищевых продуктов / А. Н. Иванкин, А. В. Бердугина, А. Д. Неслюдов // Экол. системы и приборы. 2001. № 8. С. 39–44.
- Иванкин А. Н. Анализ остаточного содержания вредных препаратов в мясных продуктах с использованием метода ELISA / А. Н. Иванкин, А. Д. Неслюдов, С. Н. Суханова, А. В. Галан / Мясн. индустрия. 1998. № 3. С. 49–51.
- Иванкин А. Н. Экологическая безопасность мясных продуктов. Анализ антибиотиков / А. Н. Иванкин, А. Д. Неслюдов, А. В. Бердугина и др. // Хранение и переработка сельхозсырья. 1999. № 3. С. 27–30.

- Иванкин А. Н. Экологическая безопасность мясных продуктов. Анализ гормонов / А. Н. Иванкин, А. Д. Неклюдов, А. А. Бердугина, Б. С. Карто, А. В. Галкин // Хранение и переработка сельхозсырья. 1999. № 3. С. 30–33.
- Крусь Г. Н. Методы исследования молока и молочных продуктов / Г. Н. Крусь, А. М. Шалыгина, З. В. Волокитина. М.: Колос, 2002. 368 с.
- Лисинян А. К. Методы практической биотехнологии. Анализ компонентов и микроорганизмов в мясных и других пищевых продуктах / А. Б. Лисинян, А. Н. Иванкин, А. Д. Неклюдов. М.: ВНИИМП, 2002. 408 с.
- О продовольственной безопасности России. Саратов: ИСЭИ АПК РАН, 1997. 54 с.
- Полыновский В. М. Гигиенические основы питания, качество и безопасность пищевых продуктов: Учеб. для вузов / В. М. Полыновский, 4-е изд., испр. и доп. Новосибирск: Сиб. ун-в. изд-во, 2005. 522 с.
- Полыновский В. М. Пищевые и биологически активные добавки / В. М. Полыновский, А. Н. Антрасевич, А. А. Вековцев. 2-е изд., испр. и доп. М.: Кемерово: Издат. об-ние «Российские университеты»: «Кубассвуиздат: АСТШ», 2005. 275 с.
- Покровский А. А. Метаболические аспекты фармакологии и токсикологии пищи / А. А. Покровский. М.: Медицина, 1997. 251 с.
- Питание здорового питания. Федеральный и региональный уровни / В. Н. Покровский, Г. А. Романенко, В. А. Княжес, Н. Ф. Герасименко, Г. Г. Овощенко, В. А. Тутельян, В. М. Полыновский. Новосибирск: Сиб. ун-в. изд-во, 2002. 344 с.
- Руденко Б. А. Высокоэффективные хроматографические процессы. Т. 1. Газовая хроматография / Б. А. Руденко, Г. Н. Руденко. М.: Наука, 2003. 425 с.
- Руденко Б. А. Высокоэффективные хроматографические процессы. Т. 2. Протекции с конденсированными подвижными фазами / Б. А. Руденко, Г. Н. Руденко. М.: Наука, 2003. 287 с.
- Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов / Под ред. Н. М. Скурлатина, В. А. Тутельяна. М.: Брандес: Медицина, 1998. 342 с.
- СанПиН 2.3.2.1078-01. Производственные сырье и пищевые продукты (2.3.2.) Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. М., 2002. 369 с.
- Современные приоритеты питания, пищевой промышленности и торговли: Сб. науч. тр., посвящ. юбилею кафедры биотехнологии, товароведения и управления качеством КемТИПП / Под общ. ред. В. М. Полыновского. М.: Кемерово: Издат. об-ние «Российские университеты»: «Кубассвуиздат: АСТШ», 2005. 509 с.
- Степанова А. Э. Что такое дискиины / А. Э. Степанова // Вес о мясе. 1999. № 4. С. 42–43.
- Химия пищи / Н. А. Рогов, Л. В. Антипова, Н. Н. Дунченко, Н. А. Жеребков. М.: Колос, 2000. 384 с.
- Щербakov В. Г. Биохимия растительного сырья / В. Г. Щербakov. М.: Колос, 1999. 350 с.
- Эйлер К. И. Методы контроля качества и безопасности пищевых продуктов / К. И. Эйлер // Рос. хим. журн. 1994. № 1. С. 39–46.

ПРИЛОЖЕНИЯ

**Рекомендуемые объединенным комитетом экспертов ФАО/ВОЗ
по пищевым добавкам и загрязнителям максимальные уровни
остатков ветеринарных (зоотехнических) препаратов
в пищевых продуктах животного происхождения**

Идентиф.	Название препарата	Вид сельскохозяйственного животного	Наименование продукта	Максимальный уровень остатков, мкг (г)	ДОТ***
1	2	3	4	5	6
1. Стимуляторы роста					
1.1	Эстрадиол-17β [†] Ethinodiol-17β	Крупный рогатый скот, баранчики, козы	Печень, почки, жир	—	0–0,05 (Г)
1.2	Прогестерон [†] Progesterone	Крупный рогатый скот, баранчики, козы	Печень, почки, жир	—	0–30 (Г)
1.3	Тестостерон [†] Testosterone	Крупный рогатый скот	Печень, почки, жир	—	0–2 (Г)
1.4	Зеранол ^{***} Zeranol	Крупный рогатый скот	Мясо Печень	0,002 0,01	0–0,5 (З)
1.5	Тренболон ацетат Trenbolone acetate	Крупный рогатый скот	Мясо Печень Почки	0,002 или β-trenbolone 0,01 или α-trenbolone	0–0,01 (З)
1.6	Карбадокс Carbadox	Свиньи	Мясо Печень	0,005 0,03 или эквивалент 2-карбоксиметила	— (З)
1.7	Бычья соматотропин ^{††} (Bovine somatotropins)	Крупный рогатый скот молоконого назначения	Молоко, мясо, печень, почки, жир	—	— (З)
1.8	Меленгестрол ацетат ^{***} Mestrogesterol acetate	Крупный рогатый скот	Печень Жир	0,002 0,005	0–0,3 (З)
2. Глюкокортикоиды					
2.1	Дексаметазон ^{***} Dexamethasone	Крупный рогатый скот, коза, свиньи	Мясо Почки Печень	0,0005 0,0005 0,0025	0–0,015 (З)
		Крупный рогатый скот	Молоко	0,0003	
3. Глюкозаминогликаны					
3.1	Азелапон Azelaclone	Свиньи	Мясо Жир Печень Почки	0,05 0,05 0,1 0,1 или сумма азелапона и азеларона	0–5 (З)
4. β-Адреностероиды-блокаторы					
4.1	Салазол ^{***} Salazolsol	Свиньи	Мясо, жир Печень Почки	0,005 0,025 0,025	0–0,1 (Г)

1	2	3	4	5	6
3. Антибактериальные средства					
5.1	Спектиномицин*** Spectinomycin	Крупный рогатый скот, свинья, овца, кури	Мясо Печень Почки Жир	0,5 2,0 5,0 2,0	0-40 (6)
		Куры	Яйца	2,0	
5.2	Наропен*** Naropen	Крупный рогатый скот Крупный рогатый скот	Молоко Мясо Печень Почки Жир Молоко	0,2 0,5 10,0 30,0 0,5 0,5	0-40 (7)
		Свинья, овца, коза, утка, индейка, кури	Мясо Печень Жир Почки	0,5 0,5 0,5 0,5	
5.3	Гентамицин*** Gentamycin	Куры Крупный рогатый скот, свинья	Яйца Мясо Жир Печень Почки	0,5 0,1 0,1 2,0 5,0	0-30 (6)
5.4	Цифлоксур Cefixur	Крупный рогатый скот Крупный рогатый скот, свинья	Молоко Мясо Печень Почки Жир	0,2 1,0 2,0 6,0 2,0	0-50 (5)
		Крупный рогатый скот	Молоко	0,1	
5.5	Сулфадимидин*** Sulphadimidine	Крупный рогатый скот, овца, свинья, птица	Мясо Печень Почки Жир	0,1 0,1 0,1 0,1	0-50 (3)
5.6	Флуорквин*** Flumequine	Крупный рогатый скот Крупный рогатый скот, свинья, овца, кури	Молоко Мясо Печень Почки Жир	0,025 0,5 0,5 3,0 1,0	0-30 (8)
5.7	Линкомицин*** Lincomycin	Крупный рогатый скот, свинья, овца, кури	Мясо Печень Почки Жир	0,1 0,5 0,5 0,1	0-30 (8)
5.8	Тиафенкокс Thiaphenicol	Крупный рогатый скот Свинья	Молоко Мясо Печень Почки Жир	0,16 0,05 0,1 0,5 0,05	0-5 (7)
				или сумма тиафенколита и количества тиафенколита в расчете на тиафенкокс	

1	2	3	4	5	6
5.9	Дифлоксацин*** Difloxacin	Крупный рогатый скот, суды	Мясо	0,2	0–20 (5)
			Печень	0,4	
			Полое	0,4	
			Жир	0,1	
		Свинья	Мясо	0,1	
			Печень	0,05	
			Полое	0,2	
			Жир	0,1	
5.10	Оспирамицин Ospiramycin	Крупный рогатый скот	Мясо	0,2	0–50 (5)
			Печень	0,6	
			Полое	0,3	
			Жир	0,3	
			Молоко	0,2	
			Молоко	0,2	
		Кобы	Мясо	0,2	
			Печень	0,6	
			Полое	0,6	
			Жир	0,3	
		Свинья	Мясо	0,2	или сумма оспирамицина и неооспирамицина
			Печень	0,6	
			Полое	0,3	
			Жир	0,3	
5.11	Сарафлоксацин*** Sarafloxacin	Индюки, суды	Мясо	0,01	0–0,3 (5)
			Печень	0,06	
			Полое	0,06	
			Жир	0,02	
			Жир	0,02	
6. Антикоагулянты					
6.1	Клоксател*** Cloxatel	Овцы	Мясо	1,5	0–20 (3)
			Печень	1,5	
			Полое	5,0	
			Жир	2,0	
		Крупный рогатый скот	Мясо	1,0	
			Печень	1,0	
			Полое	3,0	
			Жир	3,0	
6.2	Неораксел Neoraxel	Крупный рогатый скот	Печень	0,1	0–1 (5)
			Жир	0,04	
			Молоко	0,01	
или 22,23-дигидропер- акетат В ₂ (H ₂ B ₂)					
6.3	Флурбендазол*** Flubenzazole	Свинья	Мясо	0,01	0–12 (3)
			Печень	0,01	
		Птица	Мясо	0,2	
			Печень	0,5	
			Яйца	0,4	
6.4	Тиабендазол Tibendazole	Крупный рогатый скот, овцы, козы, свинья	Мясо	0,1	0–100 (5)
			Печень	0,1	
			Полое	0,1	
			Жир	0,1	
		Крупный рогатый скот, козы	Молоко	0,1	
			Молоко	0,1	
или сумма тиабендазола и 5-окситиабендазола					

1	2	3	4	5	6
6.5	Триклабендазол Triclabendazole	Крупный рогатый скот	Моло Печень Почки Жир	0,2 0,3 0,3 0,1	0-3 (1)
		Овцы	Моло Печень Почки Жир	0,1 0,1 0,1 0,1	
				или 5-хлор-6-(2',3'-дихлорфенокси)-бензо-мидолат-2-ил	
6.6	Левamisole*** Levamisole	Крупный рогатый скот, овцы, свиньи, птицы	Моло Печень Жир Печень	0,01 0,01 0,01 0,1	0-6 (2)
6.7	Фебантел, фенбендазол и оксифендазол Febantel, Fenbendazole and Oxibendazole	Крупный рогатый скот, овцы, свиньи, кроли, кошки	Моло Печень Жир Печень	0,1 0,1 0,1 0,5	0-7 (6)
		Крупный рогатый скот	Молоко	0,1 или сумма фенбендазола, оксифендазола и оксифендазола сульфата в пересчете на оксифендазол сульфат	
6.8	Моxidectin*** Moxidectin	Крупный рогатый скот	Моло	0,02	0-3 (6)
		Овцы	Моло	0,02	
		Овцы	Моло	0,05	
		Крупный рогатый скот, овцы, свиньи	Печень Почки Жир	0,1 0,05 0,5	
6.9	Дорамектин*** Doramectin	Крупный рогатый скот	Моло	0,02	0-0,5 (7)
		Свиньи	Моло	0,005	
		Крупный рогатый скот, свиньи	Печень Почки Жир	0,1 0,03 0,15	
6.10	Абамектин Abamectin	Крупный рогатый скот	Печень Почки Жир	0,1 0,05 0,1	0-1 (4)
				или дорамектин (B1 ₁)	
6.11	Эпринексестин Eprinomectin	Крупный рогатый скот	Моло Печень Почки Жир Молоко	0,1 2,0 0,3 0,25 0,02	0-10 (6)
				или эпринексестин (B1 ₁)	
7. Антигельминтные препараты					
7.1	Диклофурил*** Dichloruril	Овцы, кролики, птицы	Моло Печень Почки Жир	0,5 3,0 2,0 1,0	0-30 (6)

7.2	Имазоксарб*** Imidacarb	Крупный рогатый скот	Мясо Печень Полое Жир Молоко	0,3 3,0 1,5 0,05 0,05	0–10 (6)
В. Циклопропиды					
8.1	Изоклетамидиум*** Isocletamidium	Крупный рогатый скот	Мясо Жир Молоко Печень Полое	0,1 0,1 0,1 0,5 1,0	0–100 (3)
8.2	Диметазин*** Dimetazin	Крупный рогатый скот	Мясо Печень Полое Молоко	0,5 12,0 0,5 0,15	0–100 (2)
В. Метилариды					
9.1	Циклопропид*** Cyclopropidin	Крупный рогатый скот, овец, козы	Мясо Печень Полое Жир	0,02 0,02 0,02 0,4	0–2 (8)
9.2	Дисциклан*** Discyclanil	Крупный рогатый скот Овцы	Молоко Мясо Печень Полое Жир	0,03 0,2 0,4 0,4 0,15	0–7 (8)
9.3	Трихлорфон*** Trichlorfon	Крупный рогатый скот	Мясо Печень Полое Молоко	0,05 0,05 0,05 0,05	0–20 (8)
9.4	Делтаметрин*** Deltamethrin	Крупный рогатый скот, овец, козы	Мясо Печень Полое Жир	0,03 0,05 0,05 0,5	0–10 (7)
		Крупный рогатый скот	Молоко	0,03	
		Буры	Яйца	0,03	
9.5	Фенокс*** Phoxin	Крупный рогатый скот, овец, козы, олени	Мясо Печень Полое Жир	0,05 0,05 0,05 0,4	0–4 (7)
		Крупный рогатый скот	Молоко	0,01	

* Комитет экспертов ФАО/ВОЗ рекомендует анализ остаточных количеств половых гормонов и прогестерона проводить в печени, почках и жире, но максимальные допустимые уровни остатков данных стероидов не приведены.

** Относится к полученным методом пены или имитации пенной антимонии полным аналогам бычьего соматотропина (БСТ) — препараты пены, бычьей слюны чистоты (Гардентон без примесей), соматотробу (капнатрон), соматотробу (капнатрон), соматотробу (капнатрон) и соматотробу (капнатрон). В связи со значительными отличиями БСТ и соматотропина человека по химическому составу, физико-химическим, иммунологическим свойствам и видовой специфичности, а также на основе оценки отдельных препаратов Комитет считает, что наличие максимальных остатков БСТ в пищевых продуктах безопасно для здоровья человека, поэтому нет необходимости устанавливать максимальные уровни остатков данных препаратов. Показана возможность использования дубликатных методов оценки продуктов животного происхождения соматотропина человека.

*** Указанные максимальные уровни остатков даны на каждый препарат.

**** ДСП — допустимое суточное поступление в кг/кг массы тела.

**Допустимые уровни содержания биологически активных веществ
в пищевых продуктах при использовании ароматизаторов и экстрактов
из растительного сырья***

Вещество	Биологически активные вещества	Максимальный уровень в продуктах, мг/кг		Примечания
		пищевые продукты	биологически напитки	
3.17.1.	Амарановая кислота	20	20	100 мг/кг в алкогольных напитках и пищевых продуктах, содержащих грибы
3.17.2.	Бета-Амарон	0,1	0,1	1 мг/кг в алкогольных напитках и приправах, используемых для вкуса
3.17.3.	Алисан	0,1	0,1	50 мг/кг в алкогольных напитках
3.17.4.	Барбарис	0,1	0,1	10 мг/кг в алкогольных напитках
3.17.5.	Гинеридин	0,1	0,1	10 мг/кг в алкогольных напитках; 1 мг/кг в кондитерских изделиях
3.17.6.	Иваксон	5	5	10 мг/кг в таблетированных (пастельных) кондитерских изделиях; 50 мг/кг в алкогольных напитках
3.17.7.	Кумарин	2	2	10 мг/кг в алкогольных напитках и в определенных типах карамельных кондитерских изделий; 50 мг/кг в кондитерских изделиях
3.17.8.	Пугалон	25	100	250 мг/кг в желе или напитках с ароматическими эссенциями мяты; 350 мг/кг в кондитерских изделиях с использованием мяты
3.17.9.	Сантонин	0,1	0,1	1 мг/кг в алкогольных напитках с содержанием алкоголя более 25%
3.17.10.	Сафлор и ксантофил	1	1	2 мг/кг в алкогольных напитках с содержанием алкоголя не более 25%; 5 мг/кг в алкогольных напитках с содержанием алкоголя более 25%; 15 мг/кг в пищевых продуктах, содержащих мускатный орех и мускатный орех
3.17.11.	Синевильная кислота	1	1	50 мг/кг в желе, мармеладе и подобных продуктах; 1 мл/л объема алкоголя в алкогольных напитках; 5 мг/кг в консервированных фруктовых соках
3.17.12.	Туйон (альфа и бета)	0,5	0,5	5 мг/кг в алкогольных напитках с содержанием алкоголя не более 25%; 10 мг/кг в алкогольных напитках с содержанием алкоголя более 25%; 25 мг/кг в пищевых продуктах, содержащих препараты на основе зеленого чая; кофе; 35 мг/кг в корице
3.17.13.	Ханон	0,1	0,5	300 мг/кг в алкогольных напитках; 40 мг/кг в мармеладомаслянистых изделиях и конфетах с ароматическими начинками

* Указанные вещества, за исключением лимона и лайма, не допускается добавлять в пищевые продукты и напитки; они могут попадать в пищевые продукты только из ароматизаторов и экстрактов, изготовленных из растительного сырья.

Биологически активные вещества, компоненты пищи и продукты, являющиеся их источниками, не оказывающие вредного воздействия на здоровье человека при использовании для изготовления биологически активных добавок к пище

1. Пищевые вещества:

1.1. Белки, производные белков (животного, растительного, микробного и иного происхождения): изоляты белков, концентраты белков, гидролизаты белков, аминокислоты и их производные.

1.2. Жиры, жироподобные вещества и их производные:

1.2.1. Растительные масла — источники эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот, фитостеролов, фосфолипидов, жирорастворимых витаминов.

1.2.2. Жиры рыб и морских животных — источники полиненасыщенных жирных кислот, фосфолипидов, жирорастворимых витаминов.

1.2.3. Индивидуальные полиненасыщенные жирные кислоты, выделяемые из пищевых источников: льняновая, линоленовая, арахиновая, эйкозапентаеновая, докозагексаеновая и другие кислоты.

1.2.4. Стеролы, выделяемые из пищевого сырья.

1.2.5. Среднечеточечные триглицериды.

1.2.6. Фосфолипиды и их предшественники, включая лецитин, кефалин, колени, станол-амин.

1.3. Углеводы и продукты их переработки:

1.3.1. Пищевые волокна (целлюлоза, пемиделлозаны, пектин, лигнин, камеди и др.).

1.3.2. Полигидроксимасляны (хитозан, хондритинсульфат, глюкозаминотриозаны, глюкозамин и др.).

1.3.3. Крахмал и продукты его гидролиза.

1.3.4. Инулин и другие полифруктозаны.

1.3.5. Глюкоза, фруктоза, лактоза, лактулоза, ребоза, ксилоза, арабиноза.

1.4. Витамины, витаминоподобные вещества и кофакторы: витамин С (аскорбиновая кислота, ее соли и эфиры), витамин В₁ (тиамин), витамин В₂ (рибофлавин, флавинмононуклеотид), витамин В₃ (пиридоксин, пиридоксаль, пиридоксамин и их фосфаты), витамин РР (никотинамид, никотиновая кислота, соли никотиновой кислоты), фолиевая кислота, витамин В₁₂ (цианокобаламин, метилкобаламин), пантотеновая кислота (соли пантотеновой кислоты), биотин, витамин А (ретинол и его эфиры), каротиноиды (бета-каротин, ликопин, лютеин и др.), витамин Е (токоферолы, токотриенолы и их эфиры), витамин D и его активные формы, витамин К, паракваинобоксонная кислота, пиридоксальная кислота, оротовая кислота, инозит, метилметионинсульфоний, карнитин, пантотеновая кислота.

1.5. Минеральные вещества (микро- и макроэлементы): кальций, фосфор, магний, калий, натрий, железо, йод, цинк, бор, хром, медь, сера, марганец, молибден, селен, кремний, ванадий, фтор, германий, кобальт.

2. Минорные компоненты пищи:

2.1. Ферменты (растительного происхождения или полученные биотехнологическими методами на основе микробного синтеза).

2.2. Полифенольные соединения, в том числе с выраженными антиоксидантными действиями — биофлавоноиды, аллоксантидины, катехины и др.

2.3. Естественные метаболиты: интарная кислота, альфа-кетокислоты, убихинон, лимонная кислота, фумаровая кислота, винная кислота, эрритрин, цитруллин, креатин, ботани, глутатин, таурин, яблочная кислота, мадрол, мотеноиданты, октанозанол, хлорофилл, терпеноиды, триглицериды, резвератрол, стеноиды.

3. Пробиотики (в монокультурах и в ассоциациях) и пребиотики:

3.1. Бифидобактерии, в том числе видов *infantis*, *bifidum*, *longum*, *breve*, *adolescentis*; *Lactobacillus*, в том числе видов *acidophilus*, *fermentii*, *casei*, *plantarum*, *bulgaricus* и др.; *Lactococcus*; *Streptococcus thermophilus*; *Propionibacterium* и др.

3.2. Различные классы олиго- и полисахаридов (фруктоолигосахариды, галактоолигосахариды природного происхождения, микробного синтеза и др.).

3.3. Биологически активные вещества — иммунные белки и ферменты, пептипептиды, лизоцим, лактоферрин, лактопероксидаза, бактериоцины молочнокислых микроорганизмов, азидоангидриды препаратов из толстой и盲докой человека.

4. Растения (лиственные и лекарственные), продукты моря, рек, озер, пресмыкающиеся, членистоногие, минералоорганические или минеральные природные субстанции (в сухом, порошкообразном, таблетированном, капсулированном виде, в виде водных, спиртовых, жировых суспензий и водных экстрактов, настоев, сиропов, концентратов, балезинов); мушкетеры, спорулина, хлорелла, дрожжи инактивированные и их гидролизаты, цеолиты и др.

5. Продукты пчеловодства: маточное молоко, прополис, воск, цветочная пыльца, перга.

Биологически активные вещества, компоненты пищи и продукты, являющиеся их источниками, которые могут оказать вредное воздействие на здоровье человека при использовании для изготовления биологически активных добавок к пище

1. Растения, содержащие сильнодействующие, наркотические или ядовитые вещества.
2. Вещества, не свойственные пище, пшеницы и лекарственным растениям.
3. Неприродные синтетические вещества — аналоги активно действующих начал лекарственных растений (не являющиеся эссенциальными факторами питания).
4. Антибиотики.
5. Гормоны.
6. Потенциально опасные ткани животных, их экстракты и продукты их переработки, в том числе материалы риска передачи агентов прионных заболеваний (бычья губчатая энцефалопатия):
 - череп, включая мозг и глаза, небные миндалины, спинной мозг и позвоночный столб быков (коров) старше 12 мес., коз (козлов), овец (баранов) старше 12 мес. или имеющих коренные резцы, прорезывающиеся оковы десны;
 - олосовина овец (баранов) и коз (козлов).
7. Токсины и органы человека.
8. Спорозооные микроорганизмы (*B. subtilis*, *B. licheniformis* и т. п.); представители родов и видов микроорганизмов, среди которых распространены условно-патогенные варианты микроорганизмов (*Enterococcus faecalis*, *faecium*, *Escherichia*, *Candida* и т. п.); живые дрожжи.

Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ

Методические рекомендации МР 2.3.1.1915-04

*Утверждены руководителем Федеральной службы
по надзору в сфере защиты прав потребителей
и благополучия человека
2 июля 2004 года*

В составе биологически активных добавок к пище могут использоваться отдельные микроорганизмы или композиции микроорганизмов, предназначенные для нормализации и поддержания микробиоценоза (зубистия, пробиотики и синбиотики).

Термины и определения

Адекватный уровень потребления — уровень суточного потребления пищевых и биологически активных веществ, установленный на основании расчетов либо экспериментально определенных величин или оценок потребления пищевых и биологически активных веществ группой/группами практически здоровых людей (с использованием эпидемиологических методов), для которых данное потребление (с учетом показателей состояния здоровья) считается адекватным (используется в тех случаях, когда рекомендуемая величина (норма) потребления пищевых и биологически активных веществ не может быть определена).

Альтернативные источники пищевых и биологически активных веществ — источники пищевых и биологически активных веществ, в установленном порядке разрешенные для пищевого и медицинского использования, получаемые из источников, не относящихся к биологически традиционному пищевому сырью и пищевым продуктам (химический синтез, биотехнологические методы получения, лекарственные растения, природные минеральные сырье, продукты пчеловодства и др.).

Биологически активные добавки к пище — природные (идентичные природным) биологически активные вещества, предназначенные для употребления одновременно с пищей или введенные в состав пищевых продуктов.

Верхний допустимый уровень потребления — наибольший уровень суточного потребления пищевых и биологически активных веществ, который не представляет опасности развития неблагоприятных воздействий на показатели состояния здоровья практически у всех лиц (конкретно) из общей популяции. По мере увеличения потребления сверх этих величин потенциальный риск неблагоприятных воздействий возрастает.

Продукты диетического питания — предназначенные для лечебного и профилактического питания пищевые продукты.

Рекомендуемая величина (норма) потребления пищевых веществ — уровень суточного потребления пищевых веществ, достаточный для удовлетворения потребностей в них конкретных групп здоровых лиц с учетом возраста и пола.

Специализированные пищевые продукты — пищевые продукты с заданным химическим составом за счет обогащения, илтигмизации или замещения макро- и микронутриентов другими пищевыми компонентами для различных категорий населения (продукты для питания спортсменов, активизирующие и беременные женщины, пожилых лиц, детей и др.).

Традиционные источники пищевых и биологически активных веществ — источники пищевых и биологически активных веществ животного, растительного и микробиологического (биотехнологического) происхождения, безусловно и традиционно относящиеся к пищевому сырью и пищевым продуктам.

Рекомендуемые величины суточного потребления пищевых и биологических активных веществ для взрослых в составе продуктов диетического (лечебного и профилактического) питания и БАД к пище (энергетическая ценность 10000 кДж или 2300 ккал)

Пищевые и биологически активные компоненты пищи	Традиционные пищевые продукты и продовольственные сырье животного и растительного происхождения	Альтернативные источники идентичных традиционным источникам пищевых и биологически активных веществ	Адекватный уровень потребления (мг, мкг, мкг, с БОЕ доп.)	Верхний допустимый уровень потребления (мг, мкг, мкг, с БОЕ доп.)
1	2	3	4	5
Аминокислоты	Белки животного и растительного происхождения	Нетрадиционные сырье животного, растительного, биотехнологического происхождения и химического синтеза, разрешенного к использованию в установленном порядке		
Незаменимые	— « —	— « —		
Валин	— « —	— « —	3,6 г	3,9 г
Изолейцин	— « —	— « —	3,0 г	3,1 г
Лейцин	— « —	— « —	4,6 г	7,3 г
Лизин	— « —	— « —	4,1 г	6,4 г
Метионин + цистин	— « —	— « —	1,8 г	2,8 г
Тreonин	— « —	— « —	2,4 г	3,7 г
Триптофан	— « —	— « —	0,8 г	1,2 г
Фенилаланин + тирозин	— « —	— « —	4,4 г	6,9 г
Заменимые				
Аланин ¹	— « —	— « —	6,6 г	10,6 г
Аргинин ²	— « —	— « —	6,1 г	9,6 г
Аспарагиновая кислота	— « —	— « —	12,2 г	19,5 г
Гистидин	— « —	— « —	2,1 г	3,4 г
Глицин	— « —	— « —	3,5 г	6,6 г
Глутаминовая кислота	— « —	— « —	13,6 г	21,6 г
Пролин	— « —	— « —	4,5 г	7,2 г
Серин	— « —	— « —	6,3 г	13,3 г
Липиды				
Насыщенные ЖК с средней длиной цепи	Жиры животного и растительного происхождения	Масло кокосовое, пальмоядровое	28 г	—
Мононенасыщенные ЖК	Жиры животного и растительного происхождения	Масло тыквы, рисовое, кукурузное, жер бразова, сурва	30 г	—
Полиненасыщенные ЖК, в том числе:	Жиры растительного происхождения, жиры рыб	Масло тыквы, жер бразова, сурва	11 г	20 г
Самый часто «3» (о-линоленовая, а-линоленовая, докозагексаеновая)	Жиры растительного происхождения (льняное, соевое), жиры рыб	Масло горчичное, кукурузное, фисовое, жер бразова, сурва, троеж	1 г	3 г

1	2	3	4	5
Семейство <i>u-6</i> (малоизвестная, у-лико- ликовая, конъюгат ликоликовой кисты)	Жиры растительного происхождения	Масло кокосовое (<i>Cophaena beata</i>), сморчидина, буренина (<i>Burera officinalis</i>), пылы, биогенноликоликового происхождения	10 г	—
Алкалоиды	Почки рыб (капел, ом и др.)	Почки акулы	1 г	2 г
Стеролы:				
<i>u-Ситостерин</i>	Соя, морковь, кокос, карнавал	Дурья геларостенный, корень, плод (<i>Aurelia argentea</i>); ферра форулицидная, корень (<i>Ferula ferulacoides</i>); пас- тушья сумка, растение (медицинская киста) (<i>Carrollia balsa-pastoris</i>) сладкая соя, корень, карнавал (<i>Chrysinica glabra</i>)	20 мг	60 мг
<i>u-Ситостерин-О- плексид</i>	Морковь, апельсин	Пассифлора китайский, древесина (<i>Schizandra sinensis</i>)	300 мг	600 мг
Ситостерин	Соя, фасоль, толок, шпинат	Расторопша пятнистая, семена (<i>Silybum maritimum</i>); кислая горчи- ца, семена (<i>Sinapis alba</i>)	20 мг	60 мг
Сквален	Масла растительные (оливковое, рисовое и др.)	Масло щерицы кровавой (амаранта) (<i>Amaranthus cruentus</i>); жар-птица акулы	0,4 г	1,5 г
Фосфолипиды (фосфатидилхолин (лецитин), фосфа- тидиглицерин, фосфатидилсерин, фосфатидитартрат и др.)	Масла растительные, яичный желток	—	7 г	15 г
Моно- и дисахариды	Фрукты, овощи, молоко и продукты, получен- ные на их основе	Продукты ферментатив- ного гидролиза полисахари- дов, химического синте- за и продукты биотехно- логии	50 г	75 г
Моносахариды				
Глюкоза	Фрукты, овощи, мед и продукты, получен- ные на их основе	Продукт гидролиза поли- сахаридов и полученный биотехнологически	—	35 г
Фруктоза	Фрукты, овощи, мед и продукты, получен- ные на их основе	Продукт гидролиза поли- сахаридов (картошка) и полученный биотехнологически	35 г	45 г
Галактоза	Молоко, молочные продукты	Продукт гидролиза поли- сахаридов	0,7 г	2 г

1	2	3	4	5
Рыбная**	Входит в состав РНК растительных и животных клеток (печень, икра, икра лососевых рыб, проросшие зёрна)	Продукт биохимической	0,2 г	1 г
Дисахариды***				
Сахароза	Сахар, фрукты, овощи и продукты, полученные на их основе	Продукт гидролиза полисахаридов (крахмала)	—	65 г
Мальтоза	Солодовый экстракт, проросшие зёрна	Продукт гидролиза полисахаридов (крахмала)	—	65 г
Лактоза	Молоко, молочные продукты		15 г	30 г
Многочастичные азотистые соединения				
Сорбит	Яблоки, вишня, груша, слива, рябина, боярышник	Продукт химического синтеза; натуральн. сахара, растен. (надземная часть) (Сорбиты бета-галактоиды), кока, обыкновенный, кора (Fraxinus excelsior); подорожник большой, листья (Plantago major)	15 г	40 г
Ксилит	Овощи и фрукты	Продукт гидролиза ксиланов (древесины берёзы, культурной конфорки, хлопковой целлюлозы и др.)	15 г	40 г
Эритрит	Фрукты, вино, пшено, овсяный солод	Продукт биохимической обработки кукурузного и пшеничного крахмала	15 г	45 г
Производные моносахаридов				
Глюкозамин (глюкозамин сульфат)	Субпродукты животного происхождения	Продукт гидролиза крахмальной пшеницы, животных, морских организмов, итд.	0,5 г	0,75 г
Галактозамин (галактозамин сульфат)	Субпродукты животного происхождения, морская капуста	Продукт гидролиза крахмальной пшеницы, животных, морских организмов	0,5 г	0,75 г
Гликуроники, пентурановая кислота	Субпродукты животного происхождения, морская капуста и другие бурые водоросли	Продукт гидролиза крахмальной пшеницы, животных, морских организмов	0,5 г	0,75 г
Хондроитинсульфат	Субпродукты животного происхождения	Продукт гидролиза крахмальной пшеницы, животных, полисахаридов морских организмов	0,4 г	1,2 г

1	2	3	4	5
Полисахариды, в том числе:				
Галакти- н глюкозаманы	Входит в состав растительных слизей; модифицированные яма, палео, опара для теста	Сладкая лихорадочная, свежая (Acorus officinalis); или белая, древесная, кора (Zai aba); драква пеньки	10 г	25 г
Полифруктаны (инулин и др.)	Топинамбур, цикорий	Полук большой, корня (Anatum terre); колочия бесстебельный, корня (Culina asula); ратто- роция пеньки, корня, (Turbit matalum); оду- ванчик лекарственный, корень (Talluscut officinalis Web.)	10 г	20 г
Арабиногалактан	Входит в состав растительных слизей	Экстракт древесины лактоиды	10 г	20 г
Хитозан	Субпродукты живот- ного происхождения	Паншеры ракообразных, хитин насекомых	5 г	15 г
Пищевые волокна				
В том числе растворимые: пектин, камеди, кар- рагинаны, алгар- анер, гуамаккария, альгинаты и др.	Яблоки, грейфрут, картофель, капуста, бар- барек, коренья морская, косточковые фрукты, крупы, зер- новые, овсянка и др.	Копосольные крупноцвет- ковые, корень (Ply- sodon grandiflorus); коло- цент обыкновенный, пло- ды (Caulis colousifloris); лен посевной, семена (Lilum ulmifolium L.); карбонизированный палео	2 г	8 г
В том числе нерастворимые: целлюлоза, геми- целлюлоза, лигнин и др.	Капусты, брюквы, пшеница, цитрусовых, листовая зелень, облепиха, морковь и др.	Салатная пшеница, корень, коренья (Glycyrrhiza glabra); карамель корня, коренья (Pharbitis cathartoides)	20 г	40 г
Микроэлементы:				
Витамины				
Витамин С (аскор- биновая кислота, ее соли и эфиры, дигидроаскорбино- вая кислота)	Щавель, перец огуречный, черная смо- родина, облепиха, земляника, цитрусо- вые, яма, капуста, зеленый порошок, зеленый лук, карто- фель	Полученный путем хими- ческого синтеза; или; хмель обыкновенный, цветы (Humulus lupulus); лохотра посевная, побе- ги (Albifolia) (Medicago sativa); шиповник, плоды (Malpighia glabra L.)	70 мг	700 мг
Витамин В, (тиамин)	Семечки пшеницы, печенье, пшено, крупы (пшеница, овсянка, гречиха), ячмень (редкой, но цельного зерна), бобы, яма, зеленый порошок	Полученный путем хими- ческого синтеза; драква пеньки	1,7 мг	6,1 мг

1	2	3	4	5
Витамин В ₆ (рибофлавин, флювенононуклеотид)	Печень, почки, телят, сыр, цветная капуста, цельнозерно, бобовые, зеленый горошек, мясо, крупы (гречневая, овсяная), хлеб (из муки грубого помола)	Полученный путем химического, биологического синтеза; дрожжи пекарские	2,0 мг	6,0 мг
Витамин В ₁₂ (цианокобаламин, перидоксиль, перидоксиль или фосфаты)	Печень, почки, телят, мясо, рыба, бобовые, крупы (гречневая, пшеничная, ячменная), геркулес, картофель, хлеб (из муки грубого помола), гранат	Полученный путем химического синтеза; дрожжи пивные	2,0 мг	6,0 мг
Витамин PP (никотинамид, никотиновая кислота, никотинамидовая кислота)	Печень, сыр, мясо, колбасы, крупы (гречневая, пшеничная, овсяная), бобовые, хлеб (пшеничный грубого помола)	Полученный путем химического синтеза; дрожжи пекарские	30 мг	60 мг
Фолиевая кислота	Печень, почки, треска, бобовые, хлеб (ржаной, из цельного зерна), яйца (перепелки, цыплят, сазан, гус и др.)	Полученная путем химического синтеза; дрожжи пивные	400 мкг	600 мкг
Витамин В ₉ (цианокобаламин, метилкобаламин)	Печень, почки, мясо, рыба	Полученный путем химического синтеза; дрожжи пивные	3 мкг	9 мкг
Пантотеновая кислота (или ее соли)	Печень, почки, бобовые, мясо, телят, рыба, яичный желток, почки	Полученная путем химического синтеза; дрожжи пивные, кормовые плесени	5 мг	15 мг
Биотин	Печень, почки, бобовые (соя, горох), яйца	Полученный путем химического синтеза; дрожжи пивные	50 мкг	150 мкг
Витамин А (ретинол и его эфиры)	Печень, треска, печень, сливочное масло, молочные продукты, рыба	Рыбий жир, биотехнологический синтез (тургорные бактерии <i>Nattoactinobium natto</i>)	1,0 мг	3 мг
Каротиноиды			15 мг	30 мг
В том числе β -каротин	Морковь, петрушка, укроп, лук, абрикосы, тыква, облепиха, помидоры, репеш, шалфей	Полученный путем химического синтеза; водоросль <i>дональмита солана</i> (<i>Dunaliella salina</i>); биомасса гриба <i>Monascus blarea</i> , спорулина	5 мг	10 мг
Ликопин	Тыква, помидоры, красный перец, сладкий перец, капуста, фрукты и овощи красного и оранжевого цвета	Полученный путем химического синтеза; биомасса гриба <i>Monascus blarea</i>	5 мг	10 мг

1	2	3	4	5
Потен	Капуста, кабачки, шпинат, красная капуста, петрушка, зеленый горошек, зеленый перец, спаржа, шпинат	Полученный путем химического синтеза; барбитурат, промископтин, надзонная часть (<i>Parthenocarpic effect</i>); масло зародышей пшеницы, спаржулин; люцерн посевная, клевер (<i>Medicago sativa</i>)	5 мг	10 мг
Зодиакактин	Кукуруза, шпинат, мандаларин	Полученный путем химического синтеза	1 мг	3 мг
Аспирактин	Лососевые рыбы, крабы, креветки	Водоросли гематококкус	2 мг	6 мг
Витакин Е (токоферолы, витаминизированная эфир)	Растительные масла, крупы, хлеб, орехи	Полученный путем химического синтеза; масло семян зародышей пшеницы, семена пшеницы, ростки пшеницы (<i>Triticum vulgare</i>), шпинат кровяной (<i>Amaranthus tricolor</i>)	15 мг	100 мг
Витакин D и его активные формы	Печень, треска, рыба, рыбий жир, пшеница, яйцо, сливочное масло	Полученный путем химического синтеза; рыбий шпинат	5 мг	15 мг
Витакин К	Шпинат, капуста, кабачки, растительные масла	Полученный путем химического синтеза; витамин дурюман, листья (<i>Urtica dioica</i>)	120 мг	360 мг
Витаминологические вещества				
Инозит	Печень, субпродукты, соевые бобы, капуста, дыня, грейпфрут, яблоки	Полученный путем биотехнологического или химического синтеза; дрожжи пивные	500 мг	1500 мг
L-Карнитин	Мясо, рыба, птица, молоко, сыр, творог	Полученный путем биотехнологического или химического синтеза; из пищевого сырья	300 мг	900 мг
Коэнзим Q10 (убинонен)	Мясо, молоко, соевое масло, бобы соевые, яйца, рыба, шпинат, орехи	Полученный путем биотехнологического или химического синтеза; из пищевого сырья	30 мг	90 мг
Липовая кислота	Печень, почки	Полученная путем биотехнологического или химического синтеза	30 мг	70 мг
Метилметионин-сульфоний (U)	Капуста, шпинат, морковь, помидоры	Полученный путем биотехнологического или химического синтеза	200 мг	500 мг
Оротовая кислота (B ₁₅)	Молоко, печень	Полученная путем биотехнологического или химического синтеза; дрожжи	300 мг	900 мг
Парааминобензойная кислота	Печень, почки, струбы, пшеница	Полученная путем биотехнологического или химического синтеза; дрожжи пивные	100 мг	300 мг

1	2	3	4	5
Селен	Зерновые, морепродукты, печень, почки, сердце, чеснок	Соли неорганические и органических кислот; сырье, полученное биотехнологическим путем (дрожжи, сперттина, клеточные дивизионистные комплексы и др.); пищевые дрожжи, экстракт (<i>Aspergillus niger</i>), спири (грибы)	70 мкг	150 мкг
Медь	Мясо, морепродукты, орехи, зерновые, какао, струба	Соли неорганические и органических кислот; сырье, полученное биотехнологическим путем (дрожжи, сперттина, клеточные дивизионистные комплексы и др.); медные комплексы хлорофилла	1 мг	5 мг
Молибден	Печень, почки, фасоль, горох, зеленые листовые овощи, дыня, абрикос, цельное коровье молоко	Соли неорганические и органических кислот; сырье, полученное биотехнологическим путем (дрожжи, сперттина, клеточные дивизионистные комплексы и др.)	45 мкг	200 мкг
Хром	Печень, сыр, бобы, горох, цельное зерно, перец черный	Соли неорганические и органических кислот; сырье, полученное биотехнологическим путем (дрожжи, сперттина, клеточные дивизионистные комплексы и др.)	60 мкг	250 мкг
Марганец	Печень, крупы, фасоль, горох, гречиха, арбуз, чай, кофе, зеленые листовые овощи	Соли неорганические и органических кислот; сырье, полученное биотехнологическим путем (дрожжи, сперттина, клеточные дивизионистные комплексы и др.)	2,0 мг	11 мг
Кремний	Цельное зерно, овсянка, морковь, репа, бобовые, радио, кукуруза, банан, капуста, абрикос	Соли неорганические и органических кислот; сырье, полученное биотехнологическим путем (дрожжи, сперттина, клеточные дивизионистные комплексы и др.); экстракт пшеницы (<i>Equisetum arvense</i>)	5,0 мг	10 мг
Ванадий	Печень, почки, рыба, яйца	Соли неорганические и органических кислот; сырье, полученное биотехнологическим путем (дрожжи, сперттина, клеточные дивизионистные комплексы и др.)	10 мкг	30 мкг

1	2	3	4	5
Фтор	Морская рыба, чай	Соли неорганические и органические кислот; сырье, полученное биотехнологическим путем (дрожжи, спертинин, азотные аминокислотные комплексы и др.)	1,5 мг	4,0 мг
Ванадий	Растительные масла, грибы, соя, зерновые, морская рыба, морепродукты	Соли неорганические и органические кислот; сырье, полученное биотехнологическим путем (дрожжи, спертинин, азотные аминокислотные комплексы и др.); морские водоросли	40 мкг	100 мкг
Бор	Фрукты, овощи, орехи, злаковые, бобовые, молоко, яйца	Соли неорганические и органические кислот; сырье, полученное биотехнологическим путем (дрожжи, спертинин, азотные аминокислотные комплексы и др.); хвощ	2,0 мг	6,0 мг
Германий	Томатный сок, бобы, молоко, сливочное масло, посевы, грибы, германов крупа, сельдерей, капуста, чеснок	Соли неорганические и органические кислот; сырье, полученное биотехнологическим путем (дрожжи, спертинин, азотные аминокислотные комплексы и др.)	0,4 мг	1,0 мг
Литий	Черный хлеб, морские животные, рыба, молоко, цитрусы	Соли неорганические и органические кислот; сырье, полученное биотехнологическим путем (дрожжи, спертинин, азотные аминокислотные комплексы и др.)	100 мкг	300 мкг
Серебро	Огурцы, тыква, арбуз	Соли неорганические и органические кислот; сырье, полученное биотехнологическим путем (дрожжи, спертинин, азотные аминокислотные комплексы и др.)	30 мкг	70 мкг
Биологические активные вещества природного происхождения. Менорные компоненты пищи				
Фенольные соединения				
Простые фенолы				
Гидрохинон	Черника, ябло, чабер, груша, брусника	Эфирный ментоловый, корень (<i>Onobrychis monticola</i>); груша, листья; тополиная обыкновенная, листья (<i>Achroclerophyllus vna-uni</i>); бадан тополиный, листья (<i>Bergenia stansifolia</i>)	5 мг	15 мг

1	2	3	4	5
В т. ч. флавоно- иды (катехины) (ка- техин, эпикатехин, галлокатехин, эпигал- локатехин)	Яблоко, айва, груша, ка, малина, красный виноград, облепиха, лимон, арбуз/дыня, абрикос, черника, голубика, заготовка фасоли, чай зеленый и черный, шоколад (какао), красное вино, фасолина, каштан, лимоновый лист, ре- вень, шпинат, мин- даль, боярышник	Виноградные листья; расторопша пятнистая, плоды (<i>Silybum mar- ianum</i>); горец, китайский, растение (надземная часть) (<i>Polygonum bistorta</i>); касатунг шара- воидный, кора (<i>Eusc- lyrium globulatum</i>); боярыш- ник многоцветный, лист (<i>Sorbaria microphylla</i>); ягода тутовника/моро- шка (<i>Sorbus tibetica</i>); черника обыкновенная, лист (<i>Vaccinium vitis- idaea</i>); облепиха круши- ночная, лист (<i>Hippophae rhamn- oides</i>)	50 мг	150 мг
В т. ч. антоцианы	Яблоко, черная сморо- дина, черника, голубика, горе, ги- малайский китайский, азиатский, чермуха, базилик, вишня, брусника, красный виноград, капуста красная, лук красный, бобы красные, морошка, малина, красное вино	Кожура винограда крас- ного; сахарный подорож- никовый, расторопша (над- земная часть) (<i>Eupatorium perfoliatum</i>); персидский многоцветный, расте- ние (надземная часть), надземная часть (<i>Pyrola rotundifolia</i> hort.); рис посевной, лист (<i>Oryza sativa</i>); водяника черная, плод, надземная часть (<i>Empetrum nigrum</i>)	50 мг	150 мг
Флавоноиды (ка- тебин, селареноин, селаростин и др.)	Плоды лимонника китайского, семена кукурузы	Расторопша пятнистая, плоды, надземная часть (<i>Silybum marianum</i>); рис посевной, семя (<i>Oryza sativissima</i> L.); полух большой, надземная часть (<i>Aronia</i> spp.); корень обыкновенный, растение (надземная часть) (<i>Metastemum thymum</i>)	30 мг	80 мг
Изофлавоны (генистеин, дайдрин, глютафенин) или изофлавоны/глюта- фенин (генистеин, дай- дрин, глютафенин)	Соя, фасоль	Кленер луговой, ползучий, лист (<i>Trifolium pratense</i> , T. <i>sempervirens</i>); софора японская, плод (<i>Sophora japonica</i>); соя китай- ская, кора (<i>Gleditsia sinensis</i>); пурпурный граб/береза, цве- ты (<i>Pyrostachys foeniculifera</i>); ячмень обыкновен- ный, ячмень (<i>Hordeum vulgare</i>); псоралея псорале- евидная, лист, семена (<i>Psoralea corylifolia</i>)	50 мг	150 мг

1	2	3	4	5
	подорожника, гри- бы, сальварей, фен- хель, лавровый лист, анис, кориандр, грец- кий орех, ревеня, щавель, старик	кабачки; микровелюны обыкновенный, дикий (<i>Lappula sativum</i>); коренья лекарствен- ный, листья (<i>Taraxacum officinale</i>); киноа, лист (<i>Theobroma cacao</i>); це- тануку хвостатый, под- орожника часть (<i>Cynanchum caudatum</i>); пшеница- ный, плоды (<i>Elaeagnus argentea</i>); грецкий орех, лист (<i>Juglans regia</i>) и др.		
Валериановая кислота	Иссоп, мята донника, лавер благородный, засушенная лаванда, бобы киноа	Душица лекарственная, корень, листья (<i>Origanum onites</i> L.); ферула сербская, корень (<i>Ferula serbica</i>); ферула персид- ская, корень (<i>Ferula persica</i>); валериана ле- карственная, корневище (<i>Valeriana officinalis</i> L.)	2 мг	5 мг
Другие сладженики				
Алисаи	Ямс чеснока, черемша	—	4 мг	12 мг
Бегония	Жемчужность (пшени- ца), овсянка, овсянка (пшеница), рис, пшени- ца, овес, бананы, перс- иды, бобы, карто- фель, арбуз, кофе, водоросли, орех, старик	Сладкая пшеница, корень (<i>Glututina glabra</i>); по- дерма пшеницы, надзем- ная часть (<i>Medicago sativa</i>); Бундара лекар- ственная, трава, корень (<i>Betonica officinalis</i> L.); деревья азиатские, плоды (<i>Lycium chinense</i> Mill.); подорожника орехопло- дный, цветы и листья (<i>Helleborus viridis</i> L.); пшеница туртурная, надземная часть (<i>Echinacea Monardhi</i>)	3 г	6 г
Бегония	Хурма обыкновенная, иссоп	Овсянка черная, корень, кора (<i>Amis glutinosa</i> L., <i>incana</i> L.); береза попо- рная, кора (<i>Betula pendula Roth</i>); софора японская, бутоны, плоды (<i>Berthola japonica</i>); лещина обы- кновенная, кора (<i>Corylus avellana</i> L.)	40 мг	80 мг
Гидрокарбонатная кислота	Гарциния мангустан (плоды)	Гарциния камбоджий- ская, надземная часть (<i>Garcinia cambouana</i>)		
Гетероцид	Жемчужность (корень)	Жемчужность, листья (<i>Panicum glaucum</i>)	5 мг	30 мг
Гетероцид	Зверобой продыряв- ленный (трава, цве- ты — зверобой чай)	Зверобой продыряв- ленный, надземная часть (<i>Hypericum perforatum</i> L.)	0,3 мг	1 мг

1	2	3	4	5
Глицерриленовая кислота	Солодка (разные виды) — ароматная добавка при производстве кондитерских изделий из рыбы, консервированных овощей и фруктов	Солодка голая, корень (<i>Glycyrrhiza glabra</i>) экстракт маршенизовидного, надземная часть (<i>Astragalus officinalis</i>)	10 мг	30 мг
L-Глутамин	Сельдерей, морковь, свекла, тыква, овенга	Шалфей лекарственный, надземная часть (<i>Salvia officinalis</i>)	500 мг	1000 мг
Глутатин	Масло, пеница	Дроксер пивный и лекарственный, зародыши пшеницы (<i>Triticum L.</i>)	50 мг	150 мг
Карбон	Сельдерей, тмин	Скороденчатая многожизненная, эфирные масла надземной части (<i>Schizonepeta multifida</i>); борщевик обыкновенный, эфирные масла (<i>Heracleum sphondylium</i>)		
Карбонат	Масло, рыба (осетр, стерлядь)	Полученный путем химического синтеза	200 мг	2000 мг
Кафеин	Чай, какао, кофе	Падуб карпатский, ветки, листья (<i>Ilex paraguayensis A. DC.</i>); гуарана, семена (<i>Paullinia soraria</i>); кока блестящая, семена (<i>Coca nitida</i>)	50 мг	150 мг
Креатин	Масло	Полученный из падевого сырья	1000 мг	3000 мг
Кукурбитин	Кукурбита	—	10 мг	30 мг
Лактозин	Укроп, тмин, кардамон, шип	Эфирные масла окононых (<i>Ononis</i>); дегель лекарственный, корень, плоды (<i>Angelica archangelica</i>); адониса индийская, надземная часть (<i>Adonis vernalis (Lour.) Merril</i>); пажитника душистая, сорняки (<i>Homalomena aromatica Schott.</i>); макровое дерево, смола (<i>Commiphora molle Engl.</i>)	5 мг	50 мг
Манган	Мята	Эфирные масла	3 мг	9 мг
Насматталин	Черника	Эфирные масла		
Орнитин	Кожа, соединительная ткань	Полученный из продовольственного сырья (кожа животных, соединительная ткань и др.)	100 мг	500 мг
РНК/ДНК	Мясо, моллюски	Полученный из падевого сырья	300/300 мг	—
Сорбитол	Бананы, ананасы, орех грецкий, авокадо, папайя	Орех черный, семена (<i>Juglans nigra</i>); кокос манильский, семена (<i>Juglans mandchurica</i>); грецкая простая, лист (<i>Quercus agrifolia</i>)		

1	2	3	4	5
Соклоадран	Лимонная китайская (плоды, семена)	Кашура красная, плод (Kashura coccinea); лимонная китайская, корень, листья, стебли	500 мг	1000 мг
Таурин	Мясо, рыба, молоко, устрицы, коровье молоко, яйца	Полученный из пищевого сырья и путем биотехнологического и химического синтеза	400 мг	1200 мг
Теобромин	Какао, чай	Копа заостренная, семена (Cola acuminata Schott et Endl.); ладуб париквайский, ветки и листья (Ilex paraguariensis A. St.-Hil.); гуарана, семена (Paullinia sorbita); копа блестящая, семена (Cola nitida)	35 мг	80 мг
Теофиллин	Чай, какао, шоколад	Гуарана, семена (Paullinia sorbita); копа блестящая, семена (Cola nitida)	50 мг	150 мг
Фосфолип			10 мг	30 мг
Цитруллин	Капуста, анисовый, виноград	Ольха черная, кора (Alnus glutinosa L. incana L.f.); береза повислая, кора (Betula pendula Roth)	100 мг	500 мг
Элеутерококк	Элеутерококк колючий (плоды)	Элеутерококк колючий, корень (Eleutherococcus senticosus)	1 мг	3 мг
Янтарная кислота	Крыжовник, анисовый, смородина, старина, банан, молочнокислые продукты, выдержанные сыры	Полученная путем химического синтеза	200 мг	500 мг
Ферменты стандартизованные по удельной активности (животного и растительного происхождения, а также полученные биотехнологическим путем)			По физиологическому эффекту	
Амалаза	Мед, овощи, фрукты, пищевые растения, гидролизующая масса из крупного растительного сырья	Продукт биотехнологии	По выраженному физиологическому эффекту на процессы пищеварения	
Пепсин	Желудок убойного скота и птицы, цыпленок пилыда	— — —		

1	2	3	4	5
Трипсон	Подкожная желтая крупного розового оопа, цветочная пыльца	— « —		
Хематосеи	Подкожная желтая крупного розового оопа	— « —		
Лепиды	Семена бобовых, пасленовых, прополиса, злаковых, морков, пшениц, цветочная пыльца	— « —		
Ластовы	Овощи, фрукты, лекарственные растения	— « —		
<i>A-Talactosodora</i>	Йогурт	— « —		
Диптериды		— « —		
Мальпиги	Овощи, фрукты, лекарственные растения	— « —		
Соксиды	Овощи, фрукты, лекарственные растения			
Бромелиды	Ананас, папайя	Ананас, стебли (Ananas sativus Mart)	750 мг	1500 мг
Попел	Папайя, ананас, манго	Смоковница обыкновенная, лист (Ficus carica L.); динкоя дерево (papaya), млечный сок (Catha raryia L.)	50 мг	100 мг
Лисосиды	Хрен деревенский, пшеница	Полученный путем биотехнологического синтеза		
Микроорганизмы				
Бактерии рода <i>Bifidobacterium</i> , в т.ч. <i>B. infantis</i> , <i>B. bifidum</i> , <i>B. longum</i> , <i>B. breve</i> , <i>B. adolescentis</i> и др. с доказанными пробиотическими свойствами	Кисломолочные продукты	Продукт биотехнологии	5 - 10 ⁹ КОЕ/сут.	5 - 10 ¹⁰ КОЕ/сут.
Бактерии рода <i>Lactobacillus</i> , в т.ч. <i>L. acidophilus</i> , <i>L. fermenti</i> , <i>L. casei</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>L. bulgaricus</i> и др. с доказанными пробиотическими свойствами	Кисломолочные продукты, сыры, ферментированные продукты на растительной основе	— « —	5 - 10 ⁹ КОЕ/сут.	5 - 10 ¹⁰ КОЕ/сут.
Бактерии рода <i>Lactococcus</i> spp., <i>Streptococcus thermophilus</i> и микопилуры и ассоциации с пробиотическими микроорганизмами	Кисломолочные продукты, сыры, ферментированные продукты на растительной основе	— « —	10 ⁹ КОЕ/сут.	10 ⁹ КОЕ/сут.

1	2	3	4	5
<i>Probiobacterium</i> эффектив в комплексе с пробиотическими и молочнокислыми микроорганизмами	Сыры, ферментированные продукты (в комплексе с молочнокислыми микроорганизмами)	— « —	10^7 КОЕ/сут.	10^8 КОЕ/сут.

Рекомендуемые величины суточного потребления для взрослых биологически активных веществ, не содержащихся в пищевом сырье и образующихся в ходе его технологической переработки

Лактат		Полученный путем биохимического синтеза	2 г	10 г
Лактулоза	Толпана и стерилизованное молоко	Получаемая путем изомеризации глюкозы	2 г	10 г

¹ У взрослых практически неопределяемая.

² В специализированных продуктах питания для спортсменов используется до 3–4 г до и после тренировки.

³ Только для специализированных продуктов питания.

⁴ Из молока взрослых — 1000 мг (с учетом низкой усвояемости).

Паразитологические показатели безопасности рыбы, ракообразных, моллюсков, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки

Таблица П6.1

Пресноводная рыба и продукты ее переработки

Код	Группа продукции	Паразитологические показатели в результате уровня содержания														
		Результаты в виде «н/д»														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Сем. карповые	н/д		н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
2	Сем. карповые	н/д		н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
3	Сем. карповые	н/д		н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
4	Сем. карповые	н/д		н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
5	Сем. карповые	н/д		н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
6	Сем. карповые	н/д		н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
7	Сем. карповые	н/д		н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
8	Сем. карповые	н/д		н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
9	Сем. карповые	н/д		н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
10	Сем. карповые	н/д		н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
11	Сем. карповые	н/д		н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
12	Фарш из рыб семейства, указанных в пп. 1–11	н/д		н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
13	Консервы из переработки рыб семейства, указанных в пп. 1–11	н/д		н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
14	Жареная, запеченная, соленая, маринованная, копченая, вяленая рыба семейства, указанных в пп. 1–11	н/д		н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
15	Меры разб. смывист														
15.1	Шумовые, звуковые, звуковые (раз. напавки), звуковые	-	-	-	-	-	-	-	-	-	н/д	-	-	-	-
15.2	Разнообразие	-	-	-	-	-	-	-	-	-	н/д	-	-	-	-
15.3	Сетевые	-	-	-	-	-	-	-	-	-	н/д	-	-	-	-
15.4	Сетевые (Великие Амур, Невский Волга, Восточная море)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	н/д	-	-	-	-

Примечание: 1) н/д — не достигнуто (указано в колонке выд.);

2) наличие паразитов;

примечание	сетка	сетка
3 — объективные	12 — дифференциация	13 — индикатор
4 — объективные		14 — контрольный
5 — объективные		15 — дифференциация
6 — объективные		16 — дифференциация
7 — объективные		
8 — объективные		
9 — объективные		
10 — объективные		
11 — объективные		

Пресноводная рыба и продукты ее переработки

Коды	Группа продуктов	Паразитологические показатели и допустимые уровни содержания личинок в живом виде					
		3	4	5	6	7	8
1	Лососи	—	н/д	н/д	—	—	—
2	Дальневосточные лососи	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
3	Фарш из рыб семейства, указанных в п. 1, в п. 2	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
4	Консервы и пресервы из рыб семейства, указанных в п. 1, в п. 2	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
5	Жареная, запеченная, соленая, маринованная, копченая, вяленая рыба семейства, указанных в п. 1, в п. 2	— н/д	н/д н/д	н/д н/д	— н/д	— н/д	— н/д
6	Икра (икнады) рыб, указанных в пп. 1, 2	—	н/д	н/д	—	—	—

Примечания: 1) н/д — не определяется (личинки в живом виде);

2) личинки паразитов:

трематоды	цестоды	монизиды	карибииды
3 — клонорхитоз	4 — дифиллобистриумоз	5 — мезитиоз	7 — балхиоз
		6 — контрощитумоз	8 — корениоз

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
8.8	Верхнее	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	n/a
8.9	Политовое	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	n/a
8.10	Тунда (субарктик)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	n/a
8.11	Тресковые	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	n/a
9	Фары из рыб смесей, указанные в ст. 1-6	n/a	n/a	n/a	n/a	-	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
10	Консервы и просорты из рыб смесей, указанные в ст. 1-6	n/a	n/a	n/a	n/a	-	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
11	Жареная, запеченная, соленая, копченая, солонина, вяленая рыба смесей, указанные в ст. 1-6	n/a	n/a	n/a	n/a	-	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
12	Рыба маринованная, трюсы	-	-	-	-	-	-	-	-	n/a	-	n/a	-	-
13	Печеные трюсы	-	-	-	-	-	-	-	-	n/a	-	n/a	-	-

Примечания: 1) n/a — не определены (указаны в таблице выше);

2) перечислены сокращения:

русский	английский	французский
3 — париферитус	8 — дифтеритеритус	суданский
4 — гетериферитус	9 — дилепсиферитус	14 — борбонский
5 — криптифитеритус	10 — парамекофитеритус	15 — коринфский
6 — розовый ремень		
7 — алофитеритус		

**Разнообразные, моллюски морские, заморозенные, пресноводные
и продукты их переработки**

Индекс	Группа продуктов	Паразитологические показатели и допустимые уровни содержания								
		Личинки в замороженном виде								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Разнообразные и продукты их переработки									
1.1	Рак из водоемов Дальнего Востока (Россия, п-ов Корея, КНР и др.), США	н/д	—	—	—	—	—	—	—	—
1.2	Пресноводные креветки из водоемов Дальнего Востока (Россия, п-ов Корея)	н/д	—	—	—	—	—	—	—	—
1.3	Пресноводные крабы (из водоемов Дальнего Востока России, стран Юго-Восточной Азии, Шри-Ланка, Центральной Америки, Перу, Вьетнам, Нигерия, Камерун, Мексика, Филиппин)	н/д	—	—	—	—	—	—	—	—
1.4	Суп из пресноводных крабов (п. 1.3)	н/д	—	—	—	—	—	—	—	—
2	Моллюски морские и продукты их переработки									
2.1	Кальмары	—	—	н/д	н/д	н/д	—	—	—	—
2.2	Осьминоги	—	—	н/д	—	н/д	—	—	—	—
2.3	Гребешки	—	—	—	—	—	—	—	н/д	—
2.4	Мустры (слизюки)	—	—	—	—	—	—	—	н/д	—
2.5	Устрицы	—	—	—	—	—	—	—	—	н/д
3	Замороженные (моллюски)	—	н/д	—	—	—	н/д	н/д	—	—
4	Пресноводные									
4.1	Земли	—	н/д	—	—	—	—	—	—	—
4.2	Черепашки	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4.2.1	морские	—	—	—	—	—	—	—	н/д	—
4.2.2	пресноводные	—	—	—	—	—	—	н/д	—	—

Примечания: 1) н/д — не допускается (личинки в живом виде);

2) личинки паразитов;

триметод	цетод	инметод
3 — паразитикус	4 — спирометр	5 — аналитический
		6 — контрастирующий
		7 — псевдопараллельный
		8 — диоксифен
		9 — палочковидный
		10 — сульфидный
		11 — аминифагус

**Пищевые добавки, не оказывающие вредного воздействия
на здоровье человека при использовании для изготовления
пищевых продуктов**

Индекс	Наименование пищевой добавки	Технологические функции
E100	Куркумин (curcuma): (i) Куркумин (Curcumin) — натуральный краситель из Curcuma longa и других видов; (ii) Турмерик (Turmeric) — порошок, содержащий куркумин	Краситель
E101	Рибофлавин (Riboflavin): (i) Рибофлавин (Riboflavin); (ii) Натриевая соль рибофлавина 5-фосфат (Riboflavin 5-phosphate sodium)	То же
E102	Тартразин (Tartrazine)	— « —
E103	Акантел, акантин (Akanet)	— « —
E104	Желтый оксалиновый (Quinoline yellow)	— « —
E107	Желтый 2G (Yellow 2G)	— « —
E110	Желтый «солнечный закат» (Sunset yellow FCF)	— « —
E120	Кармины (Carmines)	— « —
E122	Азорубин, кармузин (Azorubine)	— « —
E124	Понсо 4R, пунцовый 4R (Ponceau 4R)	— « —
E128	Красный 2G (Red 2G)	— « —
E129	Красный «маршановский AC» (Mars red AC)	— « —
E131	Синий патентованный V (Patent blue V)	— « —
E132	Индигокармин (Indigotine)	— « —
E133	Синий блестящий FCF, бриллиантовый голубой FCF (Brilliant blue FCF)	— « —
E140	Хлорофилл (Chlorophyll)	— « —
E141	Хлорофиллы медные комплексы (Copper chlorophylls): (i) Хлорофиллы медный комплекс (Chlorophyll copper complex); (ii) Медные комплексы хлорофиллов калиевые и натриевые соли (Chlorophyllin copper complex, sodium and potassium salts)	— « —
E142	Зеленый S (green S)	— « —
E143	Зеленый яркий FCF (Fast green FCF)	— « —
E150a	Сахарный колер I простой (Caramel I — Plain)	— « —
E150b	Сахарный колер II, полученный по сульфитно-сульфатной технологии (Caramel II — Sulfite sulphate process)	— « —
E150c	Сахарный колер III, полученный по аммиачной технологии (Caramel III — Ammonia process)	Краситель
E150d	Сахарный колер IV, полученный по аммиачно-сульфитной технологии (Caramel IV — Ammonia sulphite process)	То же
E151	Черный блестящий BN, бриллиантовый черный BN (Brilliant black BN)	— « —
E152	Уголь (Carbon black (hydrocarbon))	— « —

1	2	3
E153	Уголь растительный (Vegetable carbon)	- - -
E154	Броунов HT (Brown HT)	- - -
E155a	Каротины (Carotenes): (i) Бета-Каротин каротиновый (Beta-carotene synthetic); (ii) Экстракты натуральных каротинов (Natural extracts)	- - -
E156a	Аннато экстракты (Annatto extracts)	- - -
E156b	Маггепины паприки (Paprika oleoresins)	- - -
E156d	Ликопин (Lycopene)	- - -
E156e	Бета-Апокаротиновый альдонол (Beta-Apo-carotenal)	- - -
E156f	Бета-Апо-8-каротиновой кислоты метил или этил эфир (Beta-Apo-8'-carotenoid acid, methyl or ethyl ester)	- - -
E161a	Флавоксантин (Flavoxanthin)	- - -
E161b	Лавин (Lutin)	- - -
E161c	Крыжовантин (Kryzoxanthin)	- - -
E161d	Рубиксантин (Rubioxanthin)	- - -
E161e	Виксантин (Vioxanthin)	- - -
E161f	Родоксантин (Rhodoxanthin)	- - -
E161g	Кантсантин (Cantoxanthin)	- - -
E162	Красный козачиный (Beet red)	- - -
E163	Антоцианы (Anthocyanins): (i) Антоцианы (Anthocyanins); (ii) Экстракт из коры винограда, экстракт (Grape skin extract); (iii) Экстракт из черной смородины (Blackcurrant extract)	- - -
E170	Карбонаты кальция (Calcium carbonates): (i) Карбонат кальция (Calcium carbonate); (ii) Гидрокарбонат кальция (Calcium hydrogen carbonate)	Повышенный кислотный, добавка, про- папилирование, стабилизатор и консервант, стабилизатор
E171	Диоксид титана (Titanium dioxide)	Краситель.
E172	Оксиды железа (Iron oxides): (i) Оксид железа (+2,+3), черный (Iron oxide, black); (ii) Оксид железа (+3), красный (Iron oxide, red); (iii) Оксид железа (+3), желтый (Iron oxide, yellow)	Краситель.
E174	Серебро (Silver)	То же
E175	Золото (Gold)	- - -
E181	Пищевые добавки (Flavins, Food grade)	Краситель, мултиколор, стабилизатор
E182	Орфейн, орозе (Orckil)	То же
E200	Сорбиновая кислота (Sorbic acid)	Консервант
E201	Сорбат натрия (Sodium sorbate)	То же
E202	Сорбат калия (Potassium sorbate)	- - -
E203	Сорбат кальция (Calcium sorbate)	- - -
E209	пара-Сорбензойной кислоты гомологический эфир (Hetaryl p-hydroxybenzoate)	- - -
E210	Бензойная кислота (Benzoic acid)	- - -
E211	Бензоат натрия (Sodium benzoate)	- - -
E212	Бензоат калия (Potassium benzoate)	- - -

1	2	3
E213	Бензоат кальция (Calcium benzoate)	— п —
E214	пара-Оксибензойной кислоты этиловый эфир (Ethyl p-hydroxybenzoate)	— п —
E215	пара-Оксибензойной кислоты этилового эфира натриевая соль (Sodium ethyl p-hydroxybenzoate)	— п —
E216	пара-Оксибензойной кислоты пропеновый эфир (Propyl p-hydroxybenzoate)	— п —
E217	пара-Оксибензойной кислоты пропенового эфира натриевая соль (Sodium propyl p-hydroxybenzoate)	— п —
E218	пара-Оксибензойной кислоты метилового эфира (Methyl p-hydroxybenzoate)	— п —
E219	пара-Оксибензойной кислоты метилового эфира натриевая соль (Sodium methyl p-hydroxybenzoate)	— п —
E220	Диоксид серы (Sulphur dioxide)	Консервант, антиокислитель
E221	Сульфит натрия (Sodium sulphite)	To be
E222	Гидросульфит натрия (Sodium hydrogen sulphite)	— п —
E223	Перосульфит натрия (Sodium metabisulphite)	Консервант, антиокислитель, отбеливающий агент
E224	Перосульфит калия (Potassium metabisulphite)	Консервант, антиокислитель
E225	Сульфит калия (Potassium sulphite)	To be
E226	Сульфит кальция (Calcium sulphite)	— п —
E227	Гидросульфит кальция (Calcium hydrogen sulphite)	— п —
E228	Гидросульфит (Бисульфит) калия (Potassium bisulphite)	— п —
E230	Дифенил (Diphenyl)	Консервант
E231	орто-Фенилфенол (Ortho-phenylphenol)	To be
E232	орто-Фенилфенола натриевая соль (Sodium o-phenylphenol)	— п —
E234	Низин (Nisin)	— п —
E235	Пimaricin, натамицин (Pimaricin, natamycin)	— п —
E236	Муравьиная кислота (Formic acid)	— п —
E237	Формат натрия (Sodium formate)	— п —
E238	Формат кальция (Calcium formate)	— п —
E239	Гексаметилен-тетрамин (Hexamethylenetetramine)	— п —
E241	Гашеная известь/Gum calcium	— п —
E242	Диметилдикарбонат (мелкзерен) (Dimethyl dicarbonate)	— п —
E249	Нитрат калия (Potassium nitrate)	Консервант, фиксатор окраски
E250	Нитрат натрия (Sodium nitrate)	To be
E251	Нитрат натрия (Sodium nitrate)	— п —
E252	Нитрат калия (Potassium nitrate)	— п —
E260	Уксусная кислота ледяная (Acetic acid glacial)	Консервант, регулятор кислотности

1	2	3
E261	Ацетаты калия (Potassium acetates); (I) Ацетат калия (Potassium acetate); (II) Диацетат калия (Potassium diacetate)	Консервант, регулятор кислотности
E262	Ацетаты натрия (Sodium acetates); (I) Ацетат натрия (Sodium acetate); (II) Диацетат натрия (Sodium diacetate)	— « —
E263	Ацетат кальция (Calcium acetates)	Консервант, стабилизатор, регулятор кислотности
E264	Ацетат аммония (Ammonium acetate)	Регулятор кислотности
E265	Дегидрацетовая кислота (Dehydroacetic acid)	Консервант
E266	Дегидрацетат натрия (Sodium dehydroacetate)	То же
E270	Молочная кислота, L-, D- и DL- (Lactic acid, L-, D- and DL-)	Регулятор кислотности
E280	Пропионовая кислота (Propionic acid)	Консервант
E281	Пропионат натрия (Sodium propionate)	То же
E282	Пропионат кальция (Calcium propionate)	— « —
E283	Пропионат калия (Potassium propionate)	— « —
E289	Диоксид углерода (Carbon dioxide)	Газ для насыщения напит- ков
E296	Яблочная кислота (Malic acid, DL-)	Регулятор кислотности
E297	Фумаровая кислота (Fumaric acid)	То же
E300	Аскорбиновая кислота, L- (Ascorbic acid, L-)	Антиокислитель.
E301	Аскорбат натрия (Sodium ascorbate)	То же
E302	Аскорбат кальция (Calcium ascorbate)	— « —
E303	Аскорбат калия (Potassium ascorbate)	— « —
E304	Аскорбилпальмитат (Ascorbyl palmitate)	— « —
E305	Аскорбилстеарат (Ascorbyl stearate)	— « —
E306	Токоферолы, концентрат смеси (Mixed tocopherols concentrate)	— « —
E307	альфа-Токоферол (Alpha-tocopherol)	— « —
E308	гамма-Токоферол синтетический (Synthetic gamma-tocopherol)	— « —
E309	дельта-Токоферол синтетический (Synthetic delta-tocopherol)	— « —
E310	Пропилгаллат (Propyl gallate)	— « —
E311	Октилгаллат (Octyl gallate)	— « —
E312	Дидецилгаллат (Didecyl gallate)	— « —
E314	Галловая кислота (Gallic acid)	— « —
E315	Изоаскорбиновая (эритробиновая) кислота (Isoscorbic acid, Erythorbic acid)	— « —
E316	Изоаскорбат натрия (Sodium isoscorbate)	— « —
E317	Изоаскорбат калия (Potassium isoscorbate)	— « —
E318	Изоаскорбат кальция (Calcium isoscorbate)	— « —
E319	трет-Бутилгидрохинон (Tertiary butylhydroquinone)	— « —
E320	Бутилгидрокситолуол (Butylated hydroxytoluene)	— « —
E321	Бутилгидрокситолуол («BHT») (Butylated hydroxytoluene)	— « —
E322	Леофин, леофинды (Leofin)	Антиокислитель, стабилизатор
E323	Азоксимер (Azoximer)	Антиокислитель

1	2	3
E325	Лактат натрия (Sodium lactate)	Синергист антискислителя, влагоудерживающий агент, консервант.
E326	Лактат калия (Potassium lactate)	Синергист антискислителя, регулятор кислотности.
E327	Лактат кальция (Calcium lactate)	Регулятор кислотности, упрочитель, мука и хлеб.
E328	Лактат аммония (Ammonium lactate)	То же
E329	Лактат магния, DL- (Magnesium lactate, DL-)	– и –
E330	Лимонная кислота (Citric acid)	Регулятор кислотности, антискислитель, комплексообразователь.
E331	Цитраты натрия (Sodium citrates): (i) Цитрат натрия 1-замещенный (Sodium dihydrogen citrate); (ii) Цитрат натрия 2-замещенный (Sodium monohydrogen citrate); (iii) Цитрат натрия 3-замещенный (Trisodium citrate)	Регулятор кислотности, буферизатор, стабилизатор, комплексообразователь.
E332	Цитраты калия (Potassium citrates): (i) Цитрат калия 2-замещенный (Potassium dihydrogen citrate); (ii) Цитрат калия 3-замещенный (Tripotassium citrate)	Регулятор кислотности, стабилизатор, комплексообразователь.
E333	Цитраты кальция (Calcium citrates)	Регулятор кислотности, стабилизатор консервации, комплексообразователь.
E334	Виноградная кислота, L(+)- (Tartaric acid, L(+)-)	Регулятор кислотности, синергист антискислителей, комплексообразователь.
E335	Тартраты натрия (Sodium tartrates): (i) Тартрат натрия 1-замещенный (Monosodium tartrate); (ii) Тартрат натрия 2-замещенный (Disodium tartrate)	Стабилизатор, комплексообразователь.
E336	Тартраты калия (Potassium tartrates): (i) Тартрат калия 1-замещенный (Monopotassium tartrate); (ii) Тартрат калия 2-замещенный (Dipotassium tartrate)	То же
E337	Тартрат калия-натрия (Potassium sodium tartrate)	– и –
E338	орто-Фосфорная кислота (Orthophosphoric acid)	Регулятор кислотности, синергист антискислителей
E339	Фосфаты натрия (Sodium phosphates): (i) орто-Фосфат натрия 1-замещенный (Monosodium orthophosphate); (ii) орто-Фосфат натрия 2-замещенный (Disodium orthophosphate); (iii) орто-Фосфат натрия 3-замещенный (Trisodium orthophosphate)	Регулятор кислотности, буферизатор, текстуратор, влагоудерживающий агент, стабилизатор, комплексообразователь.

1	2	3
E340	Фосфаты калия (Potassium phosphates): (i) орто-фосфат калия 1-замещенный (Monopotassium orthophosphate); (ii) орто-фосфат калия 2-замещенный (Dipotassium orthophosphate); (iii) орто-фосфат калия 3-замещенный (Tripotassium orthophosphate)	Регулятор кислотности, мултипликатор, влагоудерживающий агент, стабилизатор, комплекссообразователь
E341	Фосфаты кальция (Calcium phosphates): (i) орто-фосфат кальция 1-замещенный (Monocalcium orthophosphate); (ii) орто-фосфат кальция 2-замещенный (Dicalcium orthophosphate); (iii) орто-фосфат кальция 3-замещенный (Tricalcium orthophosphate)	Регулятор кислотности, упрочнитель муки и хлеба, стабилизатор, эмульгатор, текстуратор, разрыхлитель, добавка, препятствующая спеканию и комкованию, влагоудерживающий агент
E342	Фосфаты аммония (Ammonium phosphates): (i) орто-фосфат аммония 1-замещенный (Monopotassium orthophosphate); (ii) орто-фосфат аммония 2-замещенный (Dipotassium orthophosphate)	Регулятор кислотности, упрочнитель муки и хлеба
E343	Фосфаты магния (Magnesium phosphates): (i) орто-фосфат магния 1-замещенный (Monopotassium orthophosphate); (ii) орто-фосфат магния 2-замещенный (Dipotassium orthophosphate); (iii) орто-фосфат магния 3-замещенный (Tripotassium orthophosphate)	Регулятор кислотности, добавка, препятствующая спеканию и комкованию
E345	Цитрат магния (Magnesium citrate)	Регулятор кислотности
E346	Малеат аммония (Ammonium maleate)	То же
E350	Малеаты натрия (Sodium maleates): (i) Малеат натрия 1-замещенный (Sodium hydrogen maleate); (ii) Малеат натрия (Sodium maleate)	Регулятор кислотности, влагоудерживающий агент
E351	Малеаты калия (Potassium maleates): (i) Малеат калия 1-замещенный (Potassium hydrogen maleate); (ii) Малеат калия (Potassium maleate)	Регулятор кислотности
E352	Малеаты кальция (Calcium maleates): (i) Малеат кальция 1-замещенный (Calcium hydrogen maleate); (ii) Малеат кальция (Calcium maleate)	То же
E353	Мета-Венская кислота (Metatartaric acid)	— « —
E354	Тартрат кальция (Calcium tartrate)	— « —
E355	Адамантаноил кислотa (Adipoic acid)	Регулятор кислотности
E356	Адамантаты натрия (Sodium adipates)	То же
E357	Адамантаты калия (Potassium adipates)	— « —
E358	Адамантаты аммония (Ammonium adipates)	— « —
E363	Янтарная кислота (Succinic acid)	— « —
E365	Фумараты натрия (Sodium fumarates)	— « —
E366	Фумараты калия (Potassium fumarates)	— « —
E367	Фумараты кальция (Calcium fumarates)	— « —
E368	Фумараты аммония (Ammonium fumarate)	— « —
E375	Никотиновая кислота (Nicotinic acid)	Стабилизатор цвета

1	2	3
E380	Цитраты аммония (Ammonium citrates)	Регулятор кислотности
E381	Цитраты аммония железа (Ferric ammonium citrate)	То же
E383	Глицерофосфат кальция (Calcium glycerophosphate)	Загуститель, стабилизатор
E384	Изоэритроцитратная соль (эритроф) (citrate)	Добавка, прелатстерирующая стеклованию и коагуляции
E385	Этилендиаминотетраацетат кальция-натрия (Calcium disodium ethylene diamine-tetra-acetate)	Антикоагулянт, консервант, комплексобразователь
E386	Этилендиаминотетраацетат диметрий (Disodium ethylene-diamine-tetra-acetate)	Совершает антикоагулянт, консервант, комплексобразователь
E387	Оксидостарен (Oxystarlen)	Антикоагулянт, комплексобразователь
E391	Фитиновая кислота (Phytic acid)	Антикоагулянт
E400	Альгиновая кислота (Algic acid)	Загуститель, стабилизатор
E401	Альгинат натрия (Sodium alginate)	То же
E402	Альгинат калия (Potassium alginate)	— « —
E403	Альгинат аммония (Ammonium alginate)	— « —
E404	Альгинат кальция (Calcium alginate)	Загуститель, стабилизатор, пеногаситель
E405	Пропиленгликольальгинат (Propylene glycol alginate)	Загуститель, эмульгатор
E406	Агар (Agar)	Загуститель, коагулирующий агент, стабилизатор
E407	Каррагинан и его натриевая, калиевая, аммонийная соли, включая фукоилатон (Carrageenan and its Na, K, NH ₄ salts (includes fucoidan))	То же
E407a	Каррагинан из водорослей Eucheima (Carrageenan (reprocessed Eucheima seaweed))	— « —
E409	Арабиногаллан (Arabinogalactan)	— « —
E410	Какао, розового дерева (Carrab bean gum)	загуститель, стабилизатор
E411	Овесная камедь (Oat gum)	То же
E412	Гуаровая камедь (Guar gum)	— « —
E413	Триглицериды камеди (Triglyceride gum)	Загуститель, стабилизатор, эмульгатор
E414	Гуамаараби (gum arabic (acacia gum))	Загуститель, стабилизатор
E415	Хантановая камедь (Xanthan gum)	То же
E416	Караиная камедь (Karaya gum)	— « —
E417	Тары камедь (Tara gum)	— « —
E418	Геллановая камедь (Gellan gum)	Загуститель, стабилизатор, коагулирующий агент
E419	Гумми камедь (Gum ghatti)	То же
E420	Сорбит и сорбитовый спирт (Sorbitol and sorbitol syrup)	Подсластитель, влагоудерживающий агент, комплексобразователь, текстуратор, эмульгатор

1	2	3
E421	Маннит (Mannitol)	Подсластитель, добавка, приглатывающая слоистую и комковатую
E422	Глицерин (Glycerol)	Влагоудерживающий агент, загуститель
E425	Конжа (конжакская мука) (Konjac (Konjac flour)): (i) Конжакская клевда (Konjac gum); (ii) Конжакский глюкоманнан (Konjac glucomannan)	Загуститель
E430	Полиоксидилеин (8) стеарат (Polyoxyethylene (8) stearate)	Эмульгатор
E431	Полиоксидилеин (40) стеарат (Polyoxyethylene (40) stearate)	To no
E432	Полиоксидилеин (20) сорбитан монолаурат (Твин 20) (Polyoxyethylene (20) sorbitan monooleate)	- - -
E433	Полиоксидилеин (20) сорбитан моноолеат (Твин 80) (Polyoxyethylene (20) sorbitan monooleate)	- - -
E434	Полиоксидилеин (20) сорбитан монопальмитат (Твин 60) (Polyoxyethylene (20) sorbitan monopalmitate)	- - -
E435	Полиоксидилеин (20) сорбитан моностеарат (Твин 60) (Polyoxyethylene (20) sorbitan monostearate)	- - -
E436	Полиоксидилеин (20) сорбитан тристеарат (Polyoxyethylene (20) sorbitan tristearate)	- - -
E440	Пектины (Pectins)	Загуститель, стабилизатор, коллоидный агент
E442	Аммонийные соли фосфатересной кислоты (Ammonium salts of phosphatidic acid)	Эмульгатор
E444	Сахарозы ацетат кабутата (Sucrose acetate cabutinate)	Эмульгатор, стабилизатор
E445	Эфиры глицерина и спирта из древесины (Glycerol esters of wood resin)	To no
E446	Сукцистеарин (Succinylstearin)	Эмульгатор
E450	Пирофосфаты (Pyrophosphates): (i) Дегидропирофосфат натрия (Sodium diprophosphate); (ii) Монаксопирофосфат натрия (Trisodium diprophosphate); (iii) Пирофосфат натрия (Tetra sodium diprophosphate); (iv) Дегидропирофосфат калия (Potassium diprophosphate); (v) Пирофосфат калия (Tetra potassium diprophosphate); (vi) Пирофосфат кальция (Calcium diprophosphate); (vii) Дегидропирофосфат кальция (Calcium dihydrogen diprophosphate); (viii) Пирофосфат магния (Magnesium diprophosphate)	эмульгатор, стабилизатор, регулятор кислотности, разрыхлитель, комплексообразователь, влагоудерживающий агент
E451	Трифосфаты (Triphosphates): (i) Трифосфат натрия (5-замещенный) (Pentaoxodim triphosphate); (ii) Трифосфат калия (5-замещенный) (Pentaoxodim triphosphate)	Комплексообразователь, регулятор кислотности, текстуратор

1	2	3
E452	Полифосфаты (Polyphosphates): (i) Полифосфат натрия (Sodium polyphosphate); (ii) Полифосфат калия (Potassium polyphosphate); (iii) Полифосфат натрия-кальция (Sodium calcium polyphosphate); (iv) Полифосфаты кальция (Calcium polyphosphates); (v) Полифосфаты алюминия (Aluminium polyphosphates)	Эмульгатор, стабилизатор, комплексообразователь, текстуратор, многофункциональный агент
E459	Бета-Циклодекстрин (Beta-cyclodextrin)	Стабилизатор, связующее вещество
E460	Целлюлоза (Cellulose): (i) Целлюлоза микрокристаллическая (Microcrystalline cellulose); (ii) Целлюлоза в порошке (Powdered cellulose)	Эмульгатор, добавка, предотвращающая слеживание и комкование, текстуратор
E461	Метилцеллюлоза (Methyl cellulose)	Загуститель, эмульгатор, стабилизатор
E462	Этилцеллюлоза (Ethyl cellulose)	Наполнитель, связующий агент
E463	Гидроксипропилцеллюлоза (Hydroxypropyl cellulose)	Загуститель, эмульгатор, стабилизатор
E464	Гидроксипропилметилцеллюлоза (Hydroxypropyl methyl cellulose)	To us
E465	Метилгидроксиэтилцеллюлоза (Methyl ethyl cellulose)	Загуститель, эмульгатор, стабилизатор, пенообразователь
E466	Карбоксиметилцеллюлоза натриевая соль (Sodium carboxymethyl cellulose)	Загуститель, стабилизатор
E467	Этилгидроксипропилцеллюлоза (Ethyl hydroxyethyl cellulose)	Эмульгатор, загуститель, стабилизатор
E468	Кроскармеллоза (Crosscarmellose)	Стабилизатор, связующее вещество
E469	Карбоксиметилцеллюлоза ферментативно гидролизованная	Загуститель, стабилизатор
E470	Жирные кислоты, соли алюминия, кальция, натрия, калия, магния и аммония (Salts of fatty acids (with base Al, Ca, Na, Mg, K and NH ₄))	Эмульгатор, стабилизатор, добавка, предотвращающая слеживание и комкование
E471	Моно- и диглицериды жирных кислот (Mono- and diglycerides of fatty acids)	Эмульгатор, стабилизатор
E472a	Глицерин и уксусной и жирных кислот эфиры (Acetic and fatty acid esters of glycerol)	Эмульгатор, стабилизатор, комплексообразователь
E472b	Глицерин и молочной и жирных кислот эфиры (Lactic and fatty acid esters of glycerol)	To us
E472c	Глицерин и лимонной и жирных кислот эфиры (Citric and fatty acid esters of glycerol)	— и —
E472d	Моно- и диглицериды жирных кислот и винной кислоты, эфиры (Tartaric acid esters of mono- and diglycerides of fatty acids)	— и —
E472e	Глицерин и диэтилтартратной и жирных кислот эфиры (Diethyltartaric and fatty acid esters of glycerol)	Эмульгатор, стабилизатор, комплексообразователь

1	2	3
E472f	Глицерина и винной, уксусной и жирных кислот смешанная эфиры (Mixed tartaric, acetic and fatty acid esters of glycerol)	Эмульгатор, стабилизатор, антиоксидант
E472g	Моноглицериды и винной кислоты эфиры (Succinylated monoglycerides)	To no
E473	Сахарозы и жирных кислот эфиры (Sucrose esters of fatty acids)	Эмульгатор
E474	Сахароглицериды (Sugarglycerides)	To no
E475	Полиглицериды и жирных кислот эфиры (Polyglycerol esters of fatty acids)	- e -
E476	Полиглицериды и изомеризированных жирных кислот эфиры (Polyglycerol esters of interesterified ricinoleic acid)	- e -
E477	Пропиленгликоля и жирных кислот эфиры (Propylene glycol esters of fatty acids)	- e -
E478	Лактидированных жирных кислот глицерина и пропиленгликоля эфиры (Lactylated fatty acid esters of glycerol and propylene glycol)	- e -
E479	Термически окисленное соевое масло с моно- и диглицериды жирных кислот (Thermally oxidized soya bean oil with mono- and diglycerides of fatty acids)	- e -
E480	Диэтилсульфосалцилат натрия (Diethyl sodium sulphosalicylate)	Эмульгатор, утолщающий агент
E481	Лактаты натрия (Sodium lactylates): (i) Стеарилактат натрия (Sodium stearoyl lactylate); (ii) Олеилактат натрия (Sodium oleoyl lactylate)	Эмульгатор, стабилизатор
E482	Лактаты кальция (Calcium lactylates)	To no
E483	Стеарилтарtrat (Stearyl tartrate)	Улучшитель для муки и хлеба
E484	Стеарилцитрат (Stearyl citrate)	Эмульгатор, комплексобразователь
E485	Сорбитан моностеарат (СПЭМ 60) (Sorbitan monostearate)	Эмульгатор
E486	Сорбитан тристеарат (Sorbitan tristearate)	To no
E488	Сорбитан монолаурат (СПЭМ 20) (Sorbitan monooleate)	- e -
E489	Сорбитан моноолеат (СПЭМ 80) (Sorbitan monooleate)	- e -
E490	Сорбитан моноолеинат (СПЭМ 40) (Sorbitan monooleinolate)	- e -
E491	Сорбитан триолеат (СПЭМ 85) (Sorbitan triolein)	Стабилизатор, эмульгатор
E500	Карбонаты натрия (Sodium carbonates): (i) Карбонат натрия (Sodium carbonate); (ii) Гидрокарбонат натрия (Sodium hydrogen carbonate); (iii) Смесь карбоната и гидрокарбоната натрия (Sodium bicarbonate)	Регулятор кислотности, разрыхлитель, добавка, предотвращающая слеживание и комкование
E501	Карбонаты калия (Potassium carbonates): (i) Карбонат калия (Potassium carbonate); (ii) Гидрокарбонат калия (Potassium hydrogen carbonate)	Регулятор кислотности, стабилизатор

1	2	3
E503	Карбонаты аммония (Ammonium carbonates): (i) Карбонат аммония (Ammonium carbonate); (ii) Гидрокарбонат аммония (Ammonium hydrogen carbonate)	Регулятор кислотности, разрыхлитель
E504	Карбонаты магния (Magnesium carbonates): (i) Карбонат магния (Magnesium carbonate); (ii) Гидрокарбонат магния (Magnesium hydrogen carbonate)	Регулятор кислотности, добавка, препятствующая стеканию и коагелеванию, стабилизатор цвета
E505	Карбонат железа (Ferrous carbonate)	Регулятор кислотности
E507	Селенная кислота (Hydroselenic acid)	To be
E508	Хлорид калия (Potassium chloride)	Консервирующий агент
E509	Хлорид кальция (Calcium chloride)	Отвердитель
E510	Хлорид аммония (Ammonium chloride)	Улучшитель муки и хлеба
E511	Хлорид магния (Magnesium chloride)	Отвердитель
E513	Серная кислота (Sulphuric acid)	Регулятор кислотности
E514	Сульфаты натрия (Sodium sulphates)	To be
E515	Сульфаты калия (Potassium sulphates)	— и —
E516	Сульфаты кальция (Calcium sulphates)	Улучшитель муки и хлеба, комплекссообразователь, отвердитель
E517	Сульфаты аммония (Ammonium sulphates)	Улучшитель муки и хлеба, стабилизатор
E518	Сульфаты магния (Magnesium sulphates)	Отвердитель
E519	Сульфат меди (Cupric sulphate)	Фиксатор цвета, консервант
E520	Сульфат алюминия (Aluminium sulphate)	Отвердитель
E521	Сульфат алюминия-натрия, кислоты алюминокислотные (Aluminium sodium sulphate)	To be
E522	Сульфат алюминия-калия, кислоты алюминокислотные (Aluminium potassium sulphate)	Регулятор кислотности, стабилизатор
E523	Сульфат алюминия-аммония, кислоты алюминокислотные (Aluminium ammonium sulphate)	Стабилизатор, отвердитель
E524	Гидроксид натрия (Sodium hydroxide)	Регулятор кислотности
E525	Гидроксид калия (Potassium hydroxide)	To be
E526	Гидроксид кальция (Calcium hydroxide)	Регулятор кислотности, отвердитель
E527	Гидроксид аммония (Ammonium hydroxide)	Регулятор кислотности
E528	Гидроксид магния (Magnesium hydroxide)	Регулятор кислотности, стабилизатор цвета
E529	Оксид кальция (Calcium oxide)	Регулятор кислотности, улучшитель муки и хлеба
E530	Оксид магния (Magnesium oxide)	Добавка, препятствующая стеканию и коагелеванию
E535	Ферроцианид натрия (Sodium ferrocyanide)	To be
E536	Ферроцианид калия (Potassium ferrocyanide)	— и —
E538	Ферроцианид кальция (Calcium ferrocyanide)	— и —
E539	Тиосульфат натрия (Sodium thiosulphate)	Антиокислитель, комплекссообразователь

1	2	3
E541	Алюминийфосфат натрия (Sodium aluminium phosphate); (i) Кислотный (Acids); (ii) Солевой (Basis)	Регулятор кислотности, эмульгатор
E542	Фосфат кальций (фосфат кальций) (Basic phosphate (essentiale Calcium phosphate, tribasic))	Загуститель, добавка, препятствующая спеканию и комкованию, аглутинирующий агент
E550	Силикаты натрия (Sodium silicates); (i) Силикат натрия (Sodium silicate); (ii) мета-Силикат натрия (Sodium metasilicate)	Добавка, препятствующая спеканию и комкованию
E551	Диоксид кремния аморфный (Silicon dioxide amorphous)	Добавка, препятствующая спеканию и комкованию
E552	Силикат кальция (Calcium silicate)	То же
E553	Силикаты магния (Magnesium silicates); (i) Силикат магния (Magnesium silicate); (ii) Трисиликат магния (Magnesium trisilicate); (iii) Тальк (Talc)	Добавка, препятствующая спеканию и комкованию, порошковый наполнитель
E554	Алюмосиликат натрия (Sodium aluminosilicate)	Добавка, препятствующая спеканию и комкованию
E555	Алюмосиликат калия (Potassium aluminium silicate)	То же
E556	Алюмосиликат кальция (Calcium aluminium silicate)	— « —
E558	Бентонит (Bentonite)	— « —
E559	Алюмосиликат (Aluminium silicate)	— « —
E560	Силикат калия (Potassium silicate)	— « —
E570	Жирные кислоты (Fatty acids)	Стабилизатор пены, пеногаситель, пеногаситель
E574	Глюконовая кислота (D-) (Gluconic acid (D-))	Регулятор кислотности, разрыхлитель
E575	Глюконо-дельта-лактон (Glucono delta-lactone)	То же
E576	Глюконат натрия (Sodium gluconate)	Комплексообразователь
E577	Глюконат калия (Potassium gluconate)	То же
E578	Глюконат кальция (Calcium gluconate)	Регулятор кислотности, отвердитель
E579	Глюконат железа (Ferrous gluconate)	Стабилизатор окраски
E580	Глюконат магния (Magnesium gluconate)	Регулятор кислотности, отвердитель
E585	Лактат железа (Ferrous lactate)	Стабилизатор окраски
E620	Глутаминовая кислота, L(+)- (Glutamic acid, L(+)-)	Усилитель вкуса и аромата
E621	Глутамат натрия 1-замещенный (Monosodium glutamate)	То же
E622	Глутамат калия 1-замещенный (Monopotassium glutamate)	— « —
E623	Глутамат кальция (Calcium glutamate)	— « —
E624	Глутамат аммония 1-замещенный (Monopotassium glutamate)	— « —
E625	Глутамат магния (Magnesium glutamate)	— « —
E626	Гуаниловая кислота (Guanilic acid)	— « —
E627	5-Гуанилат натрия 2-замещенный (Disodium 5'-guanylate)	— « —

1	2	3
E628	5-Гуанилат калия 2-замещенный (Dipotassium 5'-guanylate)	Усилитель вкуса и аромата
E629	5-Гуанилат кальция (Calcium 5'-guanylate)	То же
E630	Иноловая кислота (Inosinic acid)	— и —
E631	5-Инонат натрия 2-замещенный (Disodium 5'-inosinate)	— и —
E632	Инонат калия (Potassium inosinate)	— и —
E633	5-Инонат кальция (Calcium 5'-inosinate)	— и —
E634	5-Рибонуклеотиды кальция (Calcium 5'-ribonucleotides)	— и —
E635	5-Рибонуклеотиды натрия 2-замещенные (Disodium 5'-ribonucleotides)	— и —
E636	Мальтол (Maltol)	— и —
E637	Этилмальтол (Ethyl maltol)	— и —
E640	Глицин (Glycine)	Модификатор вкуса и аромата
E641	L-Лейцин (L-Leucine)	То же
E642	Лизин гидрохлорид (Lysin hydrochloride)	Усилитель вкуса и аромата
E660	Полидиметилсилоксаны (Polydimethylsiloxane)	Пеногаситель, загуститель, дозировка, предотвращающая окисление и окисление
E901	Воск белый, желтый и белый (Beeswax, white and yellow)	Гликолизатор, размягчитель
E902	Воск кандели (Candelilla wax)	Гликолизатор
E903	Воск карнаубский (Carnauba wax)	То же
E904	Шеллак (Shellac)	— и —
E905a	Воскообразное масло «пищевое» (Mineral oil, food grade)	Гликолизатор, размягчитель, переносчик
E905b	Воск (Petroleum jelly)	То же
E905c	Парафин (Petroleum wax): (i) Микрокристаллический воск (Microcrystalline wax) (ii) Парафиновый воск (Paraffin wax)	Гликолизатор, размягчитель, переносчик Гликолизатор
E906	Бензойная смола (Benzoin gum)	Гликолизатор
E908	Воск рисовых отрубей (Rice bran wax)	То же
E909	Сперматовый воск (Spermatocel wax)	— и —
E910	Восковые эфиры (Wax esters)	— и —
E911	Жирные кислоты метиловые эфиры (Methyl esters of fatty acids)	— и —
E913	Ланолин (Lanolin)	Гликолизатор
E920	Цистеин, L-, и его гидрохлориды — натриевая и калиевая соли (Cysteine, L-, and its hydrochlorides — sodium and potassium salts)	Улучшитель муки и хлеба
E921	Цистеин, L-, и его гидрохлориды — натриевая и калиевая соли (Cysteine, L-, and its hydrochlorides — sodium and potassium salts)	То же
E927a	Азодикарбонат (Azodicarbonates)	— и —
E927b	Карбамид (азо-соединение) (Carbamide (urea))	Текстуризатор
E928	Перекись бензоила (Benzoyl peroxide)	Улучшитель муки и хлеба, окислитель

1	2	3
E939	Перекись кальция (Calcium peroxide)	Усилитель вкуса и запаха
E938	Аргон (Argon)	Прогеллант, углекислотный газ
E939	Гелий (Helium)	То же
E940	Дихлордифторметан (хладон-12) (Dichlorodifluoromethane)	Прогеллант, хладант
E941	Азот (Nitrogen)	пассивная среда для упаковки и хранения, инертный газ
E942	Закись азота (Nitrous oxide)	Прогеллант, углекислотный газ
E943a	Бутан (Butane)	Прогеллант
E943b	Изобутан (Isobutane)	То же
E944	Пропан (Propane)	– « –
E945	Хлорпентафторбутан (Chloropentafluorobutane)	– « –
E946	Октафторциклобутан (Octafluorocyclobutane)	– « –
E948	Кислород (Oxygen)	Прогеллант, углекислотный газ
E950	Ацесульфам калия (Acesulfame potassium)	Подсластитель
E951	Аспартам (Aspartame)	Подсластитель, усилитель вкуса и аромата
E952	Циклическая кислота и ее натриевая, калиевая и кальциевая соли (Cyclic acid and Na, K, Ca salt)	Подсластитель
E953	Изомальт, изомальтит (Isomalt, Isomaltitol)	Подсластитель, диетический, противостарческая добавка, стабилизатор, загуститель, эмульгатор
E954	Сахарин (натриевая, калиевая, кальциевая соли) (Saccharin and Na, K, Ca salts)	Подсластитель
E955	Сукралоза (треххлоргалата-сукроза) (Sucralose (trichlorogalactosucrose))	То же
E957	Тауматаин (Thaumatococin)	Подсластитель, усилитель вкуса и аромата
E958	Глицерин (Glycerin)	То же
E959	Неоэпиредин дигидрохалкон (Neohesperidine dihydrochalcone)	Подсластитель
E960	Стевиозид (Stevioside)	Подсластитель
E962	Твин-80 (Tween80)	То же
E965	Мальтит и мальтитный сироп (Maltitol and maltitol syrup)	Подсластитель, стабилизатор, эмульгатор
E966	Лактит (Lactitol)	Подсластитель, загуститель
E967	Ксилит (Xylitol)	Подсластитель, антиоксидант, стабилизатор, эмульгатор
E968	Кулебины экстракт (Quillaja extracts)	Пенообразователь
E1000	Желтая кислота (Cholic acid)	Загуститель
E1001	Холин, соли и эфиры (Choline salts and esters)	То же

1	2	3
E1900	Амилазы (Amylases)	Улучшитель муки и хлеба
E1901	Протеазы (Proteases): (i) Протеаза (Protease); (ii) Пепсин (Pepsin); (iii) Бромелайн (Bromelain); (iv) Фитин (Ficin)	Улучшитель муки и хлеба стабилизатор, усилитель содержания белка в рыбе, усилитель вкуса и аромата
E1902	Глюкооксидаза (Glucose oxidase)	Антиоксидант
E1903	Инвертазы (Invertases)	Стабилизатор
E1904	Липазы (Lipases)	Усилитель вкуса и аромата
E1905	Лизоцим (Lysozyme)	Консервант
E1200	Полидекстрозы A и N (Polydextrans A and N)	Наполнитель, стабилизатор, загуститель, анти-ретирационный агент, текстуратор
E1201	Поливинилпирролидон (Polyvinylpyrrolidone)	Загуститель, стабилизатор, осветлитель, дезаггрегирующий агент
E1202	Поливинилпирролидоны (Polyvinylpyrrolidones)	Стабилизатор цвета, коллоидальный стабилизатор
E1400	Декстрины, крахмал, обработанный термически, белый и желтый (Dextrins, treated starch white and yellow)	Стабилизатор, загуститель, окисляющее
E1401	Крахмал, обработанный кислотой (Acid-treated starch)	To us
E1402	Крахмал, обработанный щелочью (Alkaline treated starch)	-- n --
E1403	Крахмал обесцвеченный (Bleached starch)	-- n --
E1404	Крахмал окисленный (Oxidized starch)	Эмульгатор, загуститель, окисляющее
E1405	Крахмал, обработанный ферментными препаратами (Starches enzyme-treated)	Загуститель
E1410	Монокрахмалфосфат (Monostarch phosphate)	Стабилизатор, загуститель, окисляющее
E1411	Дистархматглицерин «сшитый» (Distarch glycerol)	To us
E1412	Дистархматфосфат, этерифицированный триэтилметафосфатом, этерифицированный этиловым фосфором (Distarch phosphate esterified with sodium triethylphosphate; esterified with phosphorus ethylchloride)	-- n --
E1413	Фосфатированный дистархматфосфат «сшитый» (Phosphated distarch phosphate)	-- n --
E1414	Дистархматфосфат ацетилированный «сшитый» (Acetylated distarch phosphate)	Эмульгатор, загуститель
E1420	Крахмал ацетатный, этерифицированный уксусным ангидридом (Starch acetate esterified with acetic anhydride)	To us
E1421	Крахмал ацетатный, этерифицированный винилацетатом (Starch acetate esterified with vinyl acetate)	-- n --
E1422	Дистархматглицерин ацетилированный (Acetylated distarch glycerol)	Стабилизатор, загуститель, окисляющее
E1423	Дистархматглицерин ацетилированный (Acetylated distarch glycerol)	To us
E1440	Крахмал окипропилированный (Hydroxypropyl starch)	Эмульгатор, загуститель, окисляющее

1	2	3
E1442	Дистархилфосфат оксипропилированный «сидный» (Hydroxypropyl distarch phosphate)	Стабилизатор, загуститель
E1443	Дистархилглицерин оксипропилированный (Hydroxypropyl distarch glycerol)	То же
E1450	Крахмал и натриевой соли октенантарной кислоты эфир (Starch sodium octenyl succinate)	Стабилизатор, загуститель, эмульгатор, диспергатор
E1451	Крахмал оксипропилированный окисленный (Oxidized acylated starch)	Загуститель, загуститель
E1500	Касторовое масло (Castor oil)	Растворяющий агент
E1505	Тристеарилцитрат (Triethyl citrate)	Пенообразователь
E1510	Тристеарин (Triolein)	Вспенивающий агент
E1520	Пропиленгликоль (Propylene glycol)	Вспенивающий, смягчающий и диспергирующий агент
E1521	Полиэтиленгликоль (Polyethylene glycol)	Пенообразователь
–	Арахисовое масло	Консервант
–	N-Пауросалтицилловый кислота	Консервант, улучшитель вкуса и хлеба
–	N-Пауросалтицилловый кислота	То же
–	N-Пауросалтицин	– « –
–	Ванillin	Восстановительное вещество
–	Дигидрокарбонат	Антиокислитель
–	Имбирин	Консервант
–	Карбонат	Антиокислитель
–	Красный для карамели № 1	Краситель
–	Красный для карамели № 2	То же
–	Красный для карамели № 3	– « –
–	Красный рисовый (Red rice)	– « –
–	Солодового корня (Glycyrrhiza sp.) экстракт	Стабилизатор, пенообразователь
–	Мыльного корня (Asariphrilum sp.) отвар, р1,05	Стабилизатор
–	Оксалат (оксалатсукцинат-21)	Загуститель
–	Политетраэтиловый спирт	Вспенивающий агент
–	Перекись водорода	Консервант
–	Политетраэтилен	Осветлитель
–	Сеннолексин	Консервант
–	Сладень (Stevia rebaudiana Bertoni), порошок листьев и корень из них	Подсластитель
–	Сульфаты натрия, калия и кальция	Регуляторы кислотности
–	Ультрамарин	Краситель
–	Формат калия (Potassium formate)	Консервант
–	Хитозан, гидролизат хитозана	Напылитель, загуститель, стабилизатор
–	Хлорид натрия	Улучшитель вкуса и хлеба
–	Эрифрит (Erythritol)	Подсластитель
–	Юлон	Консервант

Гигиенические требования безопасности консервированных пищевых продуктов

В зависимости от состава консервированного пищевого продукта (консервы), величины активной кислотности (рН) и содержания сухих веществ консервы делят на 5 групп: А, Б, В, Г, Д, Е. Консервированные продукты группы А, Б, В, Г и Е относятся к полным консервам, а группа Д — к полуконсервам.

Молочные продукты питьевые (молоко, сливки, десерты и т. п.), подвергнутые различным способам термобактерицидного воздействия и асептическому разливу, составляют самостоятельную группу стерилизованных продуктов.

Деление консервов детского и диетического питания на группы аналогично указанному выше.

Пищевые продукты, упакованные в герметичную тару, подвергнутые тепловой обработке, обеспечивающей микробиологическую стабильность и безопасность продукта при хранении и реализации в нормальных (вне холодильника) условиях, относятся к полным консервам.

Пищевые продукты, упакованные в герметичную тару, подвергнутые тепловой обработке, обеспечивающей гибель непатогенной аэробнообразующей микрофлоры, уменьшающей количество спорообразующих микроорганизмов и гарантирующей микробиологическую стабильность и безопасность продукта в течение ограниченного срока годности при температурах 6 °С и ниже, являются полуконсервами.

Выделяют следующие группы консервов:

- группа А — консервированные пищевые продукты, имеющие рН 4,2 и выше, а также овощные, мясные, микорастительные, рыбораствительные и рыбные консервированные продукты с регулируемой кислотностью, приготовленные без добавления кислоты, компоты, соки и пюре из абрикосов, персиков и груш с рН 3,8 и выше; стерилизованные молочные консервы; консервы со сложным сырым составом (фруктово-овощные, фруктово-овощные и овощные с молочным компонентом);

- группа Б — консервированные томатопродукты:

- а) неконцентрированные томатопродукты (дальнеконсервированные томаты, томатные напитки) с содержанием сухих веществ не менее 12 %;

- б) концентрированные томатопродукты с содержанием сухих веществ 12 % и более (томатная паста, томатные соусы, компоты и др.);

- группа В — консервированные слабокислые овощные маринованные, соевые салаты, винегреты и другие продукты, имеющие рН 3,7–4,2, а т. ч. огурцы консервированные, овощные и другие консервы с регулируемой кислотностью;

- группа Г — консервы овощные с рН не ниже 3,7, фруктовые и фруктово-овощные пастеризованные, консервы для общественного питания с сорбиновой кислотой и рН не ниже 4,0; консервы из абрикосов, персиков и груш с рН не ниже 3,8, соевые овощные с рН не ниже 3,7, фруктовые (из цитрусовых), фруктово-овощные, а т. ч. с сахаром, натуральные с мякотью, концентрированные, пастеризованные, соевые консервированные из абрикосов, персиков и груш с рН 3,8 и ниже; напитки и концентраты напитков на растительной основе с рН 3,8 и ниже, фасованные методом асептического разлива;

- группа Д — пастеризованные мясные, микорастительные, рыбные и рыбораствительные консервированные продукты (алли, солёный и копчёный бекон, сосиски, ветчина и др.);

- группа Е — пастеризованные пастеризованные фруктовые соки и пастеризованные фруктовые напитки с рН 3,7 и ниже.

Отбор проб консервов и подготовка их к лабораторным исследованиям на соответствие требованиям безопасности по микробиологическим показателям проводится после: осмотра и санитарной обработки; проверки герметичности; термостатирования консервов; определения внешнего вида консервов после термостатирования.

Таблица ПИ.1

**Микробиологические показатели безопасности (промышленная стерильность)
полных консервов групп А и Б***

№ п/п	Микроорганизмы, вызываемые в консервах	Консервы общего назначения	Консервы детского и диетического питания
1	Спорообразующие мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы группы В, <i>coliform</i>	Отвечают требованиям промышленной стерильности. В случае определения количества этих микроорганизмов оно должно быть не более 11 клеток в 1 г (см ³) продукта	
2	Спорообразующие мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы группы В, <i>coliform</i> и (<i>или</i>) В, <i>coliform</i>	Не отвечают требованиям промышленной стерильности	
3	Мезофильные клостридии	Отвечают требованиям промышленной стерильности, если выявленные мезофильные клостридии не относятся к <i>C. botulinum</i> и (<i>или</i>) <i>C. parvulus</i> . В случае определения мезофильных клостридий их количество должно быть не более 1 клетки в 1 г (см ³) продукта	Не отвечают требованиям промышленной стерильности при обнаружении в 10 г (см ³) продукта
4	Неспорообразующие микроорганизмы и (<i>или</i>) плесневые грибы, и (<i>или</i>) дрожжи	Не отвечают требованиям промышленной стерильности	
5	Плесневые грибы, дрожжи, молочнокислые микроорганизмы (при посеве на эти группы)	—	Не отвечают требованиям промышленной стерильности
6	Спорообразующие термофильные анаэробные, аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы	Отвечают требованиям промышленной стерильности, но температура хранения не должна быть выше 20 °С	Не отвечают требованиям промышленной стерильности

* Для оцененных стерилизованных колочных консервов оценка промышленной стерильности производится в соответствии с действующим государственным стандартом.

Таблица ПИ.2

**Микробиологические показатели безопасности (промышленная стерильность)
полных консервов групп В и Г***

№ п/п	Микроорганизмы, вызываемые в консервах	Группа В	Группа Г
1	Газообразующие спорообразующие мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы группы В, <i>coliform</i>	Не отвечают требованиям промышленной стерильности	Не определяются
2	Негазообразующие спорообразующие мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы	Отвечают требованиям промышленной стерильности при определении этих микроорганизмов в количестве не более 90 КОЕ в 1 г (см ³) продукта	Не определяются

№ п/п	Микроорганизмы, выделенные в консорции	Группа В	Группа Г
3	Мезофильные кластерии	Отменяет требования промышленной стерильности, если выделенные мезофильные кластерии относятся к <i>C. botulinum</i> и (или) <i>C. reffingera</i> . В случае определения мезофильных кластериумов их количество должно быть не более 1 клетки в 1 г (см ³) продукта	Не определяется
4	Неспорообразующие микроорганизмы и (или) плесневые грибы, и (или) дрожжи	Не отменяет требования промышленной стерильности	

Таблица ПБ.3

Микробиологические показатели безопасности (промышленная стерильность) консервов группы Е

№ п/п	Показатели	Допустимый уровень, отменяющий требования промышленной стерильности
1	Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ)	Не более 50 КОЕ/г (см ³)
2	Молочнокислые микроорганизмы	Не допускается в 1 г (см ³) продукта
3	Бактерии группы кишечных палочек (БГКП, колиформы)	Не допускается в 1000 г (см ³) продукта
4	Дрожжи	Не допускается в 1 г (см ³) продукта
5	Плесени	Не более 50 КОЕ/г (см ³)

Таблица ПБ.4

Микробиологические показатели безопасности (промышленная стерильность) полукопченых группы Д

№ п/п	Показатели	Допустимый уровень, отменяющий требования промышленной стерильности
1	Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ)	Не более $2 \cdot 10^6$ КОЕ/г (см ³)
2	Бактерии группы кишечных палочек (БГКП, колиформы)	Не допускается в 1 г (см ³) продукта
3	S. enteritidis	Не допускается в 1 г (см ³) продукта
4	Сульфитредуцирующие кластерии	Не допускается в 0,1 г (см ³) продукта*
5	S. enteritidis	Не допускается в 1 г (см ³) продукта
6	Патогенные, в т. ч. сальмонеллы	Не допускается в 25 г (см ³) продукта

* Для рыбных полукопченых — не допускается в 1,0 г (см³) продукта.

**Микробиологические показатели безопасности (промышленная стерильность)
питьевого стерилизованного молока, сливок и других продуктов
асептического розлива на молочной основе**

№ п/п	Показатели	Уровень и допустимые уровни, отмеченные требованием промышленной стерильности
1	Термостатная выдержка при температуре 37 °С в течение 3–5 суток	Отсутствие видимых дефектов и признаков порчи (задутое упаковка, изменение внешнего вида и др.)
2	Кислотность, °Т*	Изменение титруемой кислотности не более чем на 2 °Т
3	Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов ¹	Не более 10 КОЕ/г (см ³)
4	Макроскопический препарат	Отсутствие плесени бактерий
5	Органолептические свойства	Отсутствие кожной вкуса и консистенции

* Определяется при проведении санитарно-микробиологической экспертизы, при контроле
продуктов детского и диетического питания и при повторных исследованиях.

**Пищевые продукты, полученные
из генетически модифицированных источников**

Таблица П/9.1

Пищевые продукты, подлежащие этикетированию	
Предоставляемое сорта	Пищевые продукты
1	2
Соя	<ol style="list-style-type: none"> 1. Соевые бобы 2. Соевые проростки 3. Концентрат соевого белка и его текстурованные формы 4. Изolat соевого белка 5. Гидролизат соевого белка 6. Соевая мука и ее текстурованные формы 7. Заменитель молока (соевое молоко) 8. Заменитель сухого молока (сухое соевое молоко) 9. Консервированная соя 10. Вареные соевые бобы 11. Жареные соевые бобы 12. Жареная соевая мука 13. Продукты, получаемые из (или) с использованием изолата соевого белка, концентрата соевого белка, гидролизата соевого белка, соевой муки, сухого соевого молока 14. Ферментированные соевые продукты 15. Соевые масла и продукты из них 16. Соевый соус 17. Продукты, получаемые из (или) с использованием соевого молока (тофу, соевые напитки, мороженное, майонез)
Кукуруза	<ol style="list-style-type: none"> 1. Кукуруза для непосредственного употребления в пищу (мука, крупа и др.) 2. Кукуруза дробленая и консервированная 3. Попкорн 4. Кукурузные чипсы 5. Мука овсянная, содержащая кукурузную муку более 5 %
Картофель	<ol style="list-style-type: none"> 1. Картофель для прямого потребления 2. Полуфабрикаты из картофеля быстрозамороженные 3. Пюре картофельное сухое 4. Хлопья картофельные 5. Картофельные чипсы 6. Крошки картофельные (полуфабрикаты) 7. Продукты из картофеля обжаренные: хворост картофельный в панировке соевой 8. Концентрат из картофеля: мука для запекания вареники с картофелем (полуфабрикаты) пюре картофельное, не требующее варки 9. Продукты из картофеля быстрого приготовления: картофель сушеный, быстро восстанавливаемый картофель сушеный, быстро развариваемый 10. Консервы из картофеля 11. Малисса

1	2
Томаты	1. Томаты для непосредственного употребления в пищу (натуральные, целы/кожуре/разрезанные) 2. Томатная паста 3. Томатное пюре 4. Томатный сок, напитки 5. Томатные соусы, кетчупы
Кабачки	1. Кабачки в натуральном виде 2. Продукты, произведенные из (или) с использованием кабачков
Дыня	1. Дыня в натуральном виде 2. Продукты, произведенные из (или) с использованием дыни
Папайя	1. Папайя в натуральном виде 2. Продукты, произведенные из (или) с использованием папайи
Цикорий	Продукты, содержащие цикорий
Пищевые добавки	Произведенные из ГММ
Биологически активные добавки в пищу	Содержащие ГММ-компоненты

Пищевые продукты, не требующие этикетирования

Таблица П9.2

Продовольственное сырье	Пищевые продукты
Соя	1. Соевое масло рафинированное 2. Соевый лецитин 3. Фруктоза
Кукуруза	1. Кукурузное масло рафинированное 2. Кукурузный крахмал 3. Мальтодекстрины 4. Сахары из кукурузного крахмала 5. Глюкоза 6. Фруктоза 7. Патоки и другие олигосахара
Сахарная свекла	1. Сахар 2. Глюкоза 3. Фруктоза
Картофель	1. Картофельный крахмал 2. Глюкоза 3. Патоки и другие олигосахара
Раст.	Растительное масло и продукты, его содержащие
Жиры	Животное масло и продукты, его содержащие
Хлопья	Хлопьевое масло и продукты, его содержащие

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ



Рогов Носиф Александрович —

президент Московского государственного университета прикладной биотехнологии, академик РАСХН, доктор технических наук, профессор



Дунченко Нина Ивановна —

первый проректор по учебной работе, заведующая кафедрой стандартизации, сертификации и управления качеством пищевых продуктов Московского государственного университета прикладной биотехнологии, академик РАН, доктор технических наук, профессор



Потыковский Валерий Михайлович —

директор НИИ биотехнологии и сертификации, заведующий кафедрой биотехнологии, товароведения и управления качеством Кемеровского технологического института пищевой промышленности, заслуженный деятель науки РФ, доктор биологических наук, профессор



Бердугина Алла Викторовна —

доцент кафедры стандартизации, сертификации и управления качеством пищевых продуктов Московского государственного университета прикладной биотехнологии, кандидат технических наук



Кунцова Светлана Вячеславовна —

доцент кафедры стандартизации, сертификации и управления качеством пищевых продуктов Московского государственного университета прикладной биотехнологии, кандидат технических наук