

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

М.И. Лесовская, В.В. Матюшев, И.А. Чаплыгина

БЕЗОПАСНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ И ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Рекомендовано Учебно-методическим советом федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Красноярский государственный аграрный университет» для межвузовского использования в качестве учебного пособия по направлению подготовки 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» (направленность (профиль): «Управление качеством и безопасностью продуктов питания»)

Электронное издание

Красноярск 2024

ББК 36.80-1

Л 50

Рецензенты:

*Елена Яковлевна Мучкина, доктор биологических наук, профессор,
профессор кафедры экологии и природопользования
Института экологии и географии
ФГАОУ ВО «Сибирский Федеральный Университет»*

*Ирина Владимировна Буянова, доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры технологий продуктов питания животного про-
исхождения ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный
университет»*

Л 50 **Лесовская, М.И.**

**Безопасность сельскохозяйственного сырья и продуктов пи-
тания** [Электронный ресурс]: учебное пособие / М.И. Лесовская,
В.В. Матюшев, И.А. Чаплыгина; Красноярский государственный агр-
арный университет. – Красноярск, 2024. – 171 с.

Учебное пособие имеет межпредметный практико-ориентированный характер, направленный на расширение общего кругозора и развитие аналитических навыков. Теоретическая часть содержит систематизированную информацию на основе фундаментальных разработок в сфере безопасности продовольственных объектов. Практическая часть включает описание лабораторных работ с применением case-study и проблемного обучения.

Предназначено для организации самостоятельной работы студентов по направлению подготовки 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственного сырья» (направленность (профиль): «Управление качеством и безопасностью продуктов питания»).

ББК 36.80-1

© Лесовская М.И, Матюшев В.В.,
Чаплыгина И.А. 2024

© ФГБОУ ВО «Красноярский государственный
аграрный университет», 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ И ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ	8
1.1. Этапы развития системы пищевой безопасности	8
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	9
1.2. Нормативное обеспечение качества и безопасности пищевых продуктов	10
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	13
1.3. Понятие о ксенобиотиках. Основные источники, класси- фикация, критерии токсичности ксенобиотиков	14
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	20
1.4. Биологические ксенобиотики	21
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	31
1.5. Химические ксенобиотики	32
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	44
1.6. Нитраты, нитриты и нитрозосоединения	45
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	54
1.7. Антиалиментарные факторы	55
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	59
1.8. Пестициды в пищевой продукции	60
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	63
1.9. Радионуклиды в пищевой продукции	64
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	69
2. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	70
2.1. Изучение нормативной документации	70
Работа 2.1.1. Нормативная база регулирования пищевой безо- пасности	70
<i>Вопросы к защите работы</i>	73
Работа 2.1.2. Санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам	74
<i>Вопросы к защите работы</i>	78
2.2. Оценка безопасности сельскохозяйственного сырья растительного происхождения	79
Работа 2.2.1. Анализ влагопереноса в зерновой массе	79
<i>Вопросы к защите работы</i>	81

Работа 2.2.2. Определение хелатирующей способности пектинов растительного сырья	82
<i>Вопросы к защите работы</i>	87
Работа 2.2.3. Анализ мембранолитиков в составе растительного сырья с помощью липосомной модели	88
<i>Вопросы к защите работы</i>	91
Работа 2.2.4. Определение активности уреазы в растительном сырье	92
<i>Вопросы к защите работы</i>	96
Работа 2.2.5. Определение нитратов в растительных объектах	97
<i>Вопросы к защите работы</i>	99
2.3. Оценка безопасности сельскохозяйственного сырья животного происхождения	100
Работа 2.3.1. Определение содержания нитритов в пищевых продуктах животного происхождения	100
<i>Вопросы к защите работы</i>	103
Работа 2.3.2. Оценка показателей безопасности мороженой рыбы	104
<i>Вопросы к защите работы</i>	110
Работа 2.3.3. Оценка показателей безопасности мяса	111
<i>Вопросы к защите работы</i>	113
Работа 2.3.4. Определение показателей порчи масложировой продукции	114
<i>Вопросы к защите работы</i>	117
Работа 2.3.5. Контроль пастеризации молока	118
<i>Вопросы к защите работы</i>	121
2.4. Оценка безопасности продуктов питания	122
Работа 2.4.1. Распознавание признаков микробиологического заражения хлеба	122
<i>Вопросы к защите работы</i>	128
Работа 2.4.2. Первичная оценка микробиологической безопасности консервированных растительных продуктов	129
<i>Вопросы к защите работы</i>	135
Работа 2.4.3. Определение содержания непредельных жирных кислот и соли в чипсах	136
<i>Вопросы к защите работы</i>	140
Работа 2.4.4. Обнаружение посторонних примесей в шоколаде	141
<i>Вопросы к защите работы</i>	143

Работа 2.4.5. Обнаружение примесей маргарина в сливочном масле	144
<i>Вопросы к защите работы</i>	147
2.5. Оценка безопасности упаковки	148
Работа 2.5.1. Анализ штрих-кода и информации на упаковке для выявления фальсификаций	148
<i>Вопросы к защите работы</i>	153
Работа 2.5.2. Определение содержания полуды (олова) в жестяной упаковке	154
<i>Вопросы к защите работы</i>	157
Работа 2.5.3. Определение барьерных свойств полимерной упаковки	158
<i>Вопросы к защите работы</i>	162
3. МАТЕРИАЛЫ РУБЕЖНОГО КОНТРОЛЯ	163
3.1. Задания рубежного контроля	163
3.1.1. <i>Терминологический минимум</i>	163
3.1.2. <i>Кроссворд №1 Основы пищевой безопасности</i>	165
3.1.3. <i>Кроссворд №2 Химические контаминанты</i>	167
3.2. Творческое задание для дополнительного набора баллов	169
3.3. Задание промежуточного контроля (итоговый тест)	170
<i>Ключи к кроссвордам и тестам для самоконтроля</i>	166
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	168
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	169

ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие входит в методическое обеспечение дисциплины **«Безопасность сельскохозяйственного сырья и продуктов питания»** по направлению подготовки бакалавров 35.03.07 – Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции, профиль *Управление качеством и безопасностью продуктов питания*. Целью учебного пособия является методическая поддержка обучающихся при освоении базовых курсов основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) по тематике управления качеством и безопасностью пищевых объектов. Место дисциплины в учебном плане указано на схеме (рис. 1).



Рис. 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Данное пособие логически связано с учебным пособием «Физико-химический анализ продовольственного сырья и продуктов питания», поскольку нацелено на развитие профессиональной компетентности студентов в области лабораторно-аналитической практики контроля качества и безопасности сельскохозяйственного сырья, а также на формирование умений выбирать адекватные параметры и экспериментальные модели для исследования объекта.

Учебное пособие имеет межпредметный практико-ориентированный характер, направленный на расширение общего кругозора и развитие аналитических навыков. В учебном пособии использованы сведения из смежных образовательных областей (история, экология, естествознание, биохимия, физиология), а также использованы актуальные положения базовых регламентов, в частности ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»,

ГОСТ Р 51740-2016 Национальный стандарт РФ «Технические условия на пищевую продукцию», ГОСТ Р ИСО 2859-1 «Статистические методы. Процедуры выборочного контроля по альтернативному признаку» и др. [1–5].

Теоретическая часть пособия содержит систематизированную информацию на основе фундаментальных разработок в сфере безопасности продовольственных объектов (Д.Н. Прянишников, И.М. Скурихин, В.А. Тутельян, Ю.В. Фролова, В.А. Черников и др.). Практическая часть включает описание лабораторных работ с применением *case-study* и проблемного обучения. Контроль выполнения практических заданий включает защиту лабораторных работ с использованием интерактивных методов в форме занятия-конференции и круглого стола.

Материалы рубежного контроля сопровождаются ключами (ответами), поскольку важной функцией учебного пособия является информационно-психологическая поддержка обучающихся для эффективной организации учебного времени.

Структура пособия имеет тематическую рубрикацию. Нумерация рисунков и формул приведена в сквозном формате. Дидактической основой лабораторного практикума является проблемно-коммуникативный метод. В содержании учебного пособия предусмотрена организация учебного процесса с использованием активных, интерактивных и креативных педагогических технологий при аудиторной и внеаудиторной работе. Вопросы для самопроверки и защиты лабораторных работ могут быть использованы в рамках аудиторной и внеаудиторной работы.

Контрольно-измерительные материалы к дисциплине включают терминологически кроссворды и примеры тестовых заданий, а также творческие задания в виде персонификации истории отечественной науки.

Ниже приведена карта-схема пособия (рис. 2).

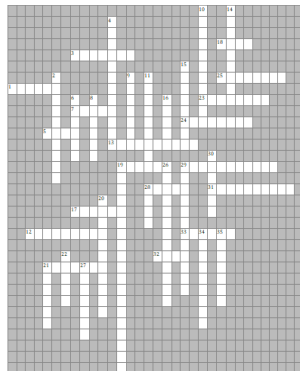
Теоретические основы обеспечения безопасности сельскохозяйственного сырья и продуктов питания

1.1. Этапы развития системы пищевой безопасности	1.2. Нормативное обеспечение качества и безопасности пищевых продуктов	1.3 Понятие о ксенобиотиках. Основные источники, классификация, критерии токсичности ксенобиотиков
1.4 Биологические ксенобиотики	1.5 Химические ксенобиотик и	1.6 Нитраты, нитриты, нитрозамины
1.7 Пестициды и фиторегуляторы в продуктах питания	1.8 Анти-алиментарные факторы	1.9 Радионуклиды в продуктах питания





Кроссворды



Тесты

1	Безопасность – это состояние, при котором отсутствуют риски, связанные с применением...	а) жизни	б) здоровья	в) имущества	г) для системы
2	Матрица кообудительной основы, жидкая липкая, вязкая паста относится к показателям безопасности...	а) растворимости	б) радиоактивности	в) кислотности	г) все ответы верны
3	МЛ – это аббревиатура для...	а) физиологической	б) технологической	в) пищевой	г) биологической
4	Используя метод выкладки при сортировке в единицу гибель живых объектов в количестве...	а) 10%	б) 20% - 30%	в) 20% - 30%	г) 50% или 100%
5	Для технических веществ контроль зольности проводят...	а) в растворе	б) в растворе	в) в растворе	г) в растворе
6	Практически безвредно вещество, для которого при пероральном введении экспериментальным животным ЛД ₅₀ составляет...	а) 1125 мг	б) 1250 мг	в) 1250 мг/кг	г) 100 мг/кг
7	Применяется поваренная соль, для которого при пероральном введении экспериментальным животным ЛД ₅₀ составляет...	а) 1125 мг	б) 1250 мг	в) 1250 мг/кг	г) 100 мг/кг
8	Количество вазелинового и пшеничного порошков или сульфидной фракции, не влияющие на качество хлеба выпекаемого человеком, – это уровень...	а) 1 мг/кг	б) 1 мг/кг	в) 1 мг/кг	г) нижеуказанный
9	Молочная – это смесь, которая выдает нарушения...	а) развития	б) химической	в) иммунологической	г) пищеварения
10	Кислотность – это соотношение, которое вычисляют...	а) разделив	б) разделив	в) разделив	г) разделив
11	Вещества, вызывающие пищевое отравление – это...	а) растворимые	б) растворимые	в) растворимые	г) растворимые
12	ГОСТ Р 52 01 2006 «О качестве и безопасности пищевых продуктов» содержит...	а) 10	б) 10	в) 20	г) 50

Индивидуальное задание



<p>Куркина Светлана Сергеевна</p> 	<p>Специальность, курс, группа (Ф.И.О.)</p> <p>Игорь Михайлович Суриков (И.М.С., г. Улан-Удэ)</p> <p>Доктор наук (1976), профессор (1984), почетный член Академии наук Республики Бурятия</p>	<p>Оценки (1992) Московский технологический институт пищевой промышленности. В 1953 - 67 работал в инженерном ВНИИВБ (Магара), в 1968 - 73 занимался отделом химии вика Московского филиала ВНИИВБ "Магарик". С 1974 года руководил лабораторией химии и технологии пищевых продуктов Института питания АМН СССР.</p> <p>Освоены научные труды по вопросам химии, биологии, Разработаны технологические выдержки количества спиртов в бутылках герметичных резервуарах, загрузкими дубовой клеткой рекомбинатом спирта, технологии приготовления спиртов в бочках. Разработаны эффективные методы определения сахара вика и количества крахмала для органолептической оценки вика и др.</p>
<p>Разработчик учебного курса</p> <p>Разработчик учебного курса</p> <p>Дипломат автором протекторативной работы «Комплексный анализ пищевых продуктов».</p>	<p>Оценочные приборы</p> 	<p>Автор более 150 научных работ, 13-ти авторских свидетельств на изобретения</p>

Рис. 2. Карта-схема учебного пособия

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ И ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Тема 1.1. Этапы развития системы пищевой безопасности

Законы Хаммурапи и средневековой Руси. Начало документального оформления требований безопасности. Кодекс Алиментариус и система ХАССП.

История становления системы обеспечения пищевой безопасности неотделима от истории человеческого общества, т.к. складывалась из наблюдений, бытового и аптекарского опыта, успехов и неудач промышленного производства сельскохозяйственной и пищевой продукции. Первые зафиксированные правила существовали ещё до изобретения бумаги и были выбиты на чёрном базальтовом камне около 1700 лет до н.э. Эти правила входили в свод законов вавилонского правителя Хаммурапи. Согласно основному принципу этих законов, наказание должно точно соответствовать вреду, причинённому потерпевшему, а содержание законов включало ответственность за производство и продажу некачественной еды. В средневековой России (1624 г.) был выпущен царский указ «Память приставам для смотра за печением и продажей хлеба», по которому провинившихся пекарей наказывали плетьюми, а наиболее знатных представителей посадской общины привлекали к контролю за работой пекарен, что считалось особо почётным делом.

Документальное оформление требований к качеству и безопасности пищевой продукции стало стремительно развиваться с началом XX века. В 1906 году в США вышел первый федеральный закон «О чистом продовольствии и медикаментах», в котором был сделан акцент на опасность канцерогенных эффектов искусственных пищевых добавок и лекарственных средств. В 1996 году Европейским Союзом была утверждена Директива 93/94/СЕЕ, нацеленная на пищевую безопасность для защиты генофонда ныне живущих и будущих поколений. Разработка регламентов и контроль их исполнения были поручены созданной специально комиссии Codex Alimentarius (Кодекс Алиментариус), а механизмом реализации послужила система анализа рисков по критическим контрольным точкам (ХАССП). Эта система была разработана в рамках космической программы США в 70-е

годы, показала свою эффективность и была принята в качестве инструмента пищевой безопасности ведущими предприятиями мировой продовольственной индустрии. Модернизированный вариант этой системы (PRO-G-FOOD) успешно экспонировался на международной выставке в Лондоне (1994 г.). В настоящее время система находится в постоянном развитии применительно к специфике разнообразных отраслей пищевого производства, масштабы предприятия, особенностям используемого сырья и пр. Начиная с 2015 года система ХАССП является обязательной для внедрения на всех предприятиях производственной пищевой цепи в Российской Федерации. Эффективность системы находится в прямой связи с уровнем автоматизации поточных линий и методов контроля и анализа критических контрольных точек.



Вопросы для самопроверки

- 1 С какого периода начинается отсчёт развития системы безопасности пищевых продуктов?
- 2 Каким образом в древней Вавилонии устанавливали ответственность за выпуск недоброкачественного пищевой продукции?
- 3 Существовали ли в средневековой России меры государственного регулирования качества и безопасности пищевой продукции?
- 4 Какие общественные процессы способствовали появлению в мировой практике первого федерального закона по «чистым продуктам»?
- 5 Какие функции в мировой системе пищевой безопасности выполняет европейская комиссия Кодекс Алиментариус и система ХАССП?

Тема 1.2. Нормативное обеспечение качества и безопасности пищевых продуктов

Уровни нормативного обеспечения безопасности. Технический регламент Таможенного союза. Важнейшие федеральные законы. Государственные программы. Региональный мониторинг безопасности продовольствия.

Безопасность сельскохозяйственного сырья и продуктов питания регулируется в Российской Федерации на межгосударственном, федеральном и региональном уровнях. Базовым документом межгосударственного уровня является Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» **ТР ТС 021/2011** (ред. от 14 июля 2021 г.). Документ разработан с целью предотвратить фальсификацию пищевых продуктов, чтобы обеспечить не только соответствие состава и этикетки, но и полноценного выполнения всех требований к сырью, добавкам и материалам, используемым в производстве для гарантии качества и безопасности продовольствия. Продукция, прошедшая процедуры сертификации/декларирования в системе ТР ТС/ЕАЭС, маркируется Знаком обращения на рынке Евразийского экономического союза «ЕАС».

Важнейшее место занимает Федеральный закон **ФЗ-29 от 2.01.2000** «О качестве и безопасности пищевых продуктов» (ред. от 13.07.2020), определяющий понятие безопасности пищевых продуктов как состояние обоснованной уверенности в том, что при обычных условиях использования пищевые продукты не являются вредными и не опасны для здоровья нынешнего и будущих поколений. Согласно этому закону, соответствие пищевых продуктов, материалов и изделий требованиям нормативных документов подтверждается сертификатом соответствия или декларацией о соответствии и знаком соответствия. Продукция, сертифицированная/задекларированная в обязательной системе сертификации Росстандарта (ГОСТ Р) маркируется Знаком соответствия «РСТ».

Содержание **ФЗ-2300-1 от 07.02.1992** «О защите прав потребителей» (ред. от 04.08.23 г.), принятого более 30-ти лет назад, к настоящему времени обновлено. Внесены важные поправки, в частности касающиеся процедуры и сроков возврата некачественной продукции. Так, если потребитель требует заменить некондиционный товар на качественный, то процедура должна быть выполнена в течение семи дней. Если продавец намерен провести дополнительную проверку качества товара, то срок увеличивается максимум до 20 дней. Если требования заключаются в возврате денег, это должно занимать не более 10 дней.

ФЗ-52 от 30.03.1999 «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (ред. от 13.07.2020) определяет благополучным такое состояние здоровья населения среды обитания человека, при котором отсутствуют вредные воздействия экологических факторов

на человека и создаются благоприятные условия его жизнедеятельности. В законе сформулировано понятие санитарного правонарушения, включающего действие или бездействие по обеспечению санитарного законодательства, и приведены виды ответственности за его нарушение, включая уголовную ответственность за несоблюдение санитарных норм на производстве.

Основополагающими нормативными документами по стандартизации на сегодняшний день являются **ФЗ-184 от 27.12.2002** «О техническом регулировании» (ред. от 02.07.2021) и **ФЗ-162 от 29.06.2015** «О стандартизации в Российской Федерации» (ред. от 28.03.2023). ФЗ-184 от 27.12.2002 введён вместо Закона РФ № 5151-1 от 10.06.93 г «О сертификации продукции и услуг» и устанавливает правовые основы сертификации продукции, в том числе пищевой, и услуг, в том числе услуг общественного питания. ФЗ-162 от 29.06.2015 содержит указание, что международное сотрудничество в области технического регулирования и метрологии осуществляет Росстандарт как федеральный орган исполнительной власти и основной орган по стандартизации в РФ. В документах указан статус ISO как набор международных требований к качеству продукции, и приведены новые более динамичные стандарты OHSAS, фокусирующиеся на уменьшении угроз для здоровья.

Федеральный закон **ФЗ-86 от 05.07.1996** «О государственном регулировании в области генно-инженерной деятельности» (ред. от 29.12.2022) определяет задачи и работы в области генно-инженерной деятельности, устанавливает порядок сертификации, декларирования, информирования и ответственности в данной сфере.

Система федерального законодательства обладает объективной инерционностью, тогда как производственные запросы и вызовы имеют высокую динамичность. Эта неравномерность компенсируется рядом государственных программ, которые предусматривают регулирование вопросов продовольственной безопасности. В их число входят следующие программы [12]:

- Стратегия устойчивого развития сельских территорий РФ на период до 2030 года;
- Государственная программа Российской Федерации «Комплексное развитие сельских территорий»;
- Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы;

- Стратегия развития сельскохозяйственного машиностроения России на период до 2030 года;
- Государственная программа Российской Федерации «Развитие рыбохозяйственного комплекса».

Кроме того, оперативное управление в сфере безопасности продовольственного сырья и продуктов питания осуществляется на основе нормативных актов, издаваемых в развитие базовых законов. Примером является Постановление Правительства РФ от 22 ноября 2000 г. № 883 «Об организации и проведении мониторинга качества, безопасности пищевых продуктов и здоровья населения». Результаты мониторинговых исследований позволяют выявить неблагоприятные тренды алиментарно-зависимых заболеваний и реализовать программы управленческих мероприятий по профилактике подобных дисфункций, положительным примером является программа «Здоровье через хлеб» в Самарской области [10].

В рамках реализации планового мониторинга в Красноярском крае ведутся исследования биологических и патологических материалов в ФГБУ «Красноярский референтный центр Россельхознадзора». При выявлении эпизоотий и карантинных ситуаций информация об оперативных мерах вносится Управлением совместно с краевой Службой по ветеринарному надзору в Систему раннего оповещения. Совместное противодействие распространению фальсифицированной пищевой продукции осуществляют Управление Россельхознадзора и Ассоциация «Енисейский Стандарт» в рамках соглашения по обеспечению безопасности продукции, производимой и реализуемой в регионе.



Вопросы для самоконтроля

- 1 С какой целью введён в действие документ ТР ТС 021-2011, какие задачи решаются с использованием этого регламента?
- 2 Как маркируется продукция, прошедшая сертификацию (декларирование) в системе ТР ТС/ЕАЭС?
- 3 Перечислить основополагающие федеральные законы Российской Федерации в области качества и безопасности продукции.
- 4 Как маркируется продукция, прошедшая сертификацию (декларирование) в обязательной системе сертификации Росстан-

- дарта (ГОСТ Р)?
- 5 Какие статьи Закона РФ «О защите прав потребителей» регламентируют безопасность продовольственного сырья и готовой продукции?
 - 6 Примеры региональных мероприятий по обеспечению безопасности продовольствия.

Тема 1.3. Понятие о ксенобиотиках. Основные источники, классификация, критерии токсичности ксенобиотиков

Основные источники ксенобиотиков. Ксенобиотики и контаминанты. Классификация алиментарных ксенобиотиков. Основные характеристики и критерии токсичности ксенобиотиков. Дозовая зависимость биологического эффекта от токсикантов. Социальный и гигиенический мониторинг контаминантов.

Обеспечение безопасности продуктов питания является важнейшим элементом системы национальной безопасности. Проблема имеет комплексный характер и требует участия специалистов из различных областей (химия, биохимия, экология, микробиология, токсикология и др.) при повышении общей грамотности производителей и потребителей. Пищевые риски в основном представлены ксенобиотиками и контаминантами. Термином «ксенобиотики» (от греч. *xenos* – чужой, *bios* – жизнь) обозначают вредоносные загрязнители, проникающие в организм респираторно, трансдермально, парентерально и т.д. (рис. 3).



Рис. 3. Основные источники ксенобиотиков

За последнее столетие в биосфере появилось и продолжает циркулировать множество синтетических веществ, большинство из которых не существовали в экосистемах. Подобные ксенобиотики очень медленно метаболизируются либо вовсе недоступны для редуцентов. Около 4 млн. химических веществ считаются потенциально опасными для окружающей среды, свыше 180 тысяч обладают доказанными токсичными и мутагенными свойствами. Ксенобиотики могут иметь различную природу: биологическую (микроорганизмы), химическую (продукты синтеза, искусственные либо природные соединения, микроэлементы, токсины), физическую (электромагнитное излучение, радиоактивное воздействие, механические примеси).

Термином «контаминант» (от лат. *contaminant* – примесь) обозначают несвойственные организму агенты, проникающие в организм алиментарным путём, т.е. с пищей. Классификация контаминантов приведена на рис. 4.

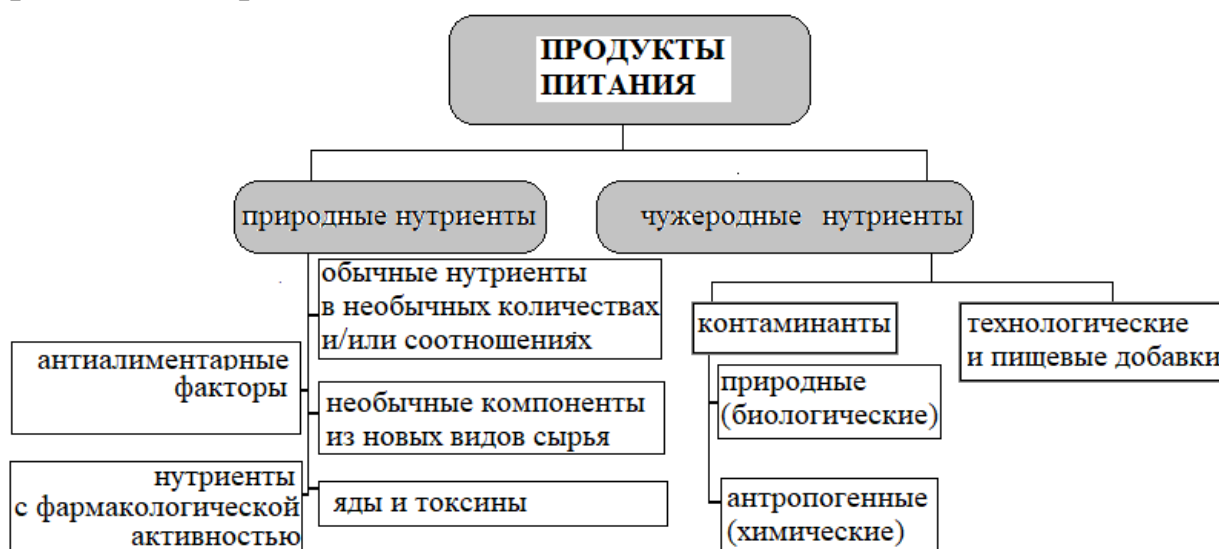


Рис. 4. Классификация алиментарных ксенобиотиков (контаминантов)

В настоящее время для сравнения токсического действия по традиции используют летальные дозы (ЛД₅₀ и ЛД₁₀₀), характеризующие степень воздействия на экспериментальные выборки, в которых под влиянием тестируемых соединений при однократном воздействии наблюдается гибель 60 или 100% животных. Единицей измерения летальной дозы является мг/кг массы тела (м.т., крысы, перорально). Наиболее токсичными являются вещества с минимальными значениями ЛД₅₀ (менее 5 мг/кг м.т.), практически безвредными – вещества с ЛД более 15000 мг/кг м.т. (табл. 1).

Таблица 1 – Классификация веществ по признаку токсичности

Чрезвычайно токсичные	Высоко-токсичные	Умеренно токсичные	Малотоксичные	Практически нетоксичные	Практически безвредные
< 5	5...50	50...500	500...5000	5000...15000	> 15 000

Второй характеристикой токсичности является время полувыведения токсина и продуктов его распада из организма ($t_{0,5}$), величина которого может составлять от нескольких часов до десятилетий.

Третья характеристика связана с оценкой комбинированного действия нескольких ксенобиотиков при одновременном поступлении в организм. Существуют два вида комбинированных эффектов: антагонизм и синергизм. Антагонизм – это эффект взаимного ослабления, при котором результат меньше суммы эффектов двух (или нескольких) отдельных веществ (например, ртути и селена). Синергизм, напротив, является результатом взаимного усиления компонентов, при котором совместный результат превышает простую сумму отдельных эффектов (пример отрицательного синергизма - табачные смолы и асбестовая пыль; пример положительного синергизма - взаимное усиление антиоксидантов в защитно-приспособительной системе организма).

Четвёртой характеристикой токсичных соединений является их способность обеспечивать отделённые последствия при биоаккумуляции в пищевых цепях. Основными видами таких воздействий являются канцерогенность (инициация опухолевого роста), мутагенность (изменение структуры ДНК) и тератогенность (появление аномалий в развитии зародыша).

На основании этих характеристик международные организации (ФАО/ВОЗ) приняли следующие количественные токсикологические показатели исходя из безопасности для здоровья человека:

- ПДК – предельно допустимая концентрация ксенобиотиков в единице объёма/массы воздуха, воды, продуктов питания. Численные значения устанавливают с учётом ежедневного воздействия на неограниченном промежутке времени при отсутствии методически выявляемых отклонений здоровья в жизни ныне живущих и последующих поколений;

- ДСД – допустимая суточная доза, не оказывающая негативного влияния на здоровье в течение всей жизни человека;
- ДСП – допустимое суточное потребление, произведение ДСД на условную величину массы тела (60 кг).
- ОБУВ – ориентировочно безопасный уровень воздействия. Поскольку процедура разработки и утверждения нормативов ПДК инерционна, после получения предварительных результатов исследований устанавливают временный гигиенический норматив, утверждаемый постановлением Главного Государственного санитарного врача РФ по рекомендации Комиссии по государственному санитарно-эпидемиологическому нормированию при Минздраве РФ. Норматив ОБУВ устанавливается сроком на три года, после чего пересматривается или заменяется окончательным значением ПДК. С момента утверждения ПДК ранее установленный ОБУВ для данного вещества утрачивает силу.

Нарушения метаболизма возникают при отклонении от дозового оптимума как в сторону избытка, так и в сторону дефицита элементов в организме (рис. 5).

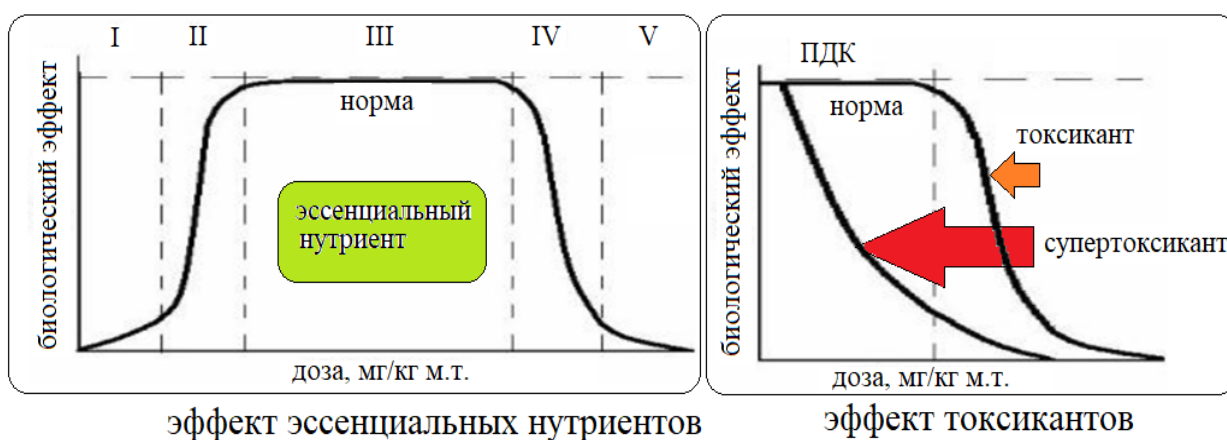


Рис. 5. Дозовая зависимость биологического эффекта от токсикантов
(пояснения в тексте)

Из рисунка 5 видно, что для эссенциальных нутриентов существует область физиологического оптимума (III), отклонения от которой обозначают как угрожающее состояние (I), дефицит (II), токсичность (IV) и летальное действие (V). Для токсикантов плато (физиологическая норма) укорочено, а для супертоксикантов отсутствует вовсе, при этом крутизна нисходящей ветви соответствует токсичности вещества.

Наиболее важными факторами, влияющими на здоровье населения России, является неадекватный характер питания и загрязненность окружающей среды. Стратегическое значение для обеспечения безопасности продовольствия имеет система контроля качества пищевых продуктов. Инструментом такого контроля является мониторинг – система целенаправленных регистрируемых наблюдений. Термин «мониторинг» был введен в период проведения Стокгольмской конференции ООН по окружающей среде в 1972 г.

Мониторинг реализуется на социальном и технологическом уровнях. Социальный мониторинг включает анализ и обобщение данных о потреблении пищевых продуктов среди различных групп населения с учётом возрастной, гендерной, профессиональной структуры. Гигиенический мониторинг предполагает определение степени загрязнения окружающей среды, продовольственного сырья и продуктов питания токсичными и радиоактивными элементами (рис. 6).

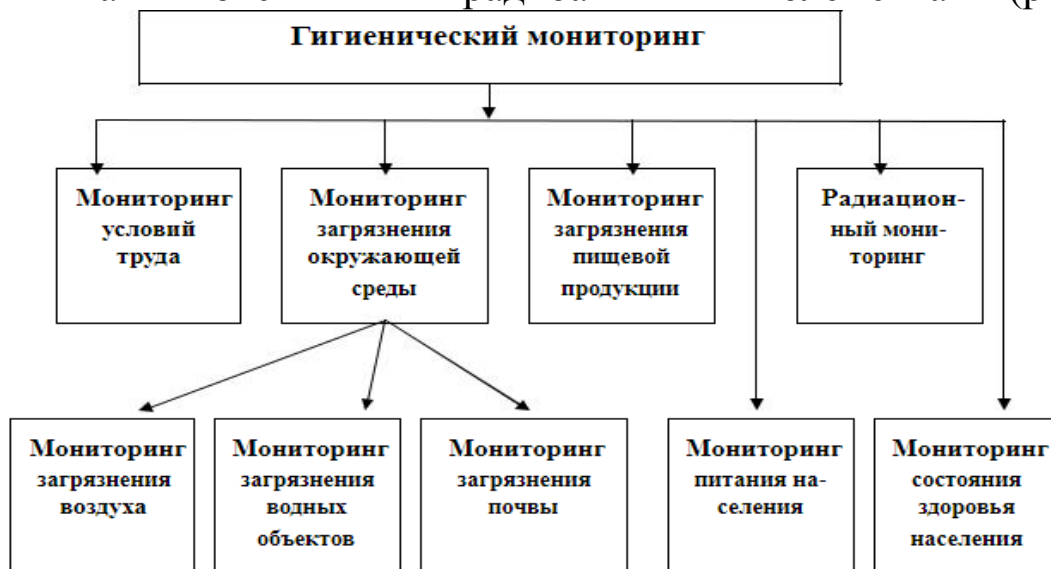


Рис. 6. Направления гигиенического мониторинга

Суть гигиенических требований, предъявляемых к пищевым продуктам, сводится к их способности удовлетворять физиологические потребности человека по параметрам биологической, пищевой и энергетической ценности, а также по критериям безопасности (содержание опасных химических, РА, БАВ и их соединений, микробиологических и зоологических объектов).

На основе результатов комплексных токсикологических исследований ФАО/ВОЗ в РФ разработаны гигиенические регламенты содержания в различных пищевых продуктах всех основных химических компонентов антропогенного и природного происхождения. Они вошли в основной нормативный документ «Гигиенические требова-

ния к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов» (СанПиН 2.3.2.-1078-01). В документе приведены предельные уровни содержания контаминантов и других ксенобиотиков в единице массы (объёма) пищевой продукции для 11-ти групп продуктов (рис. 7).

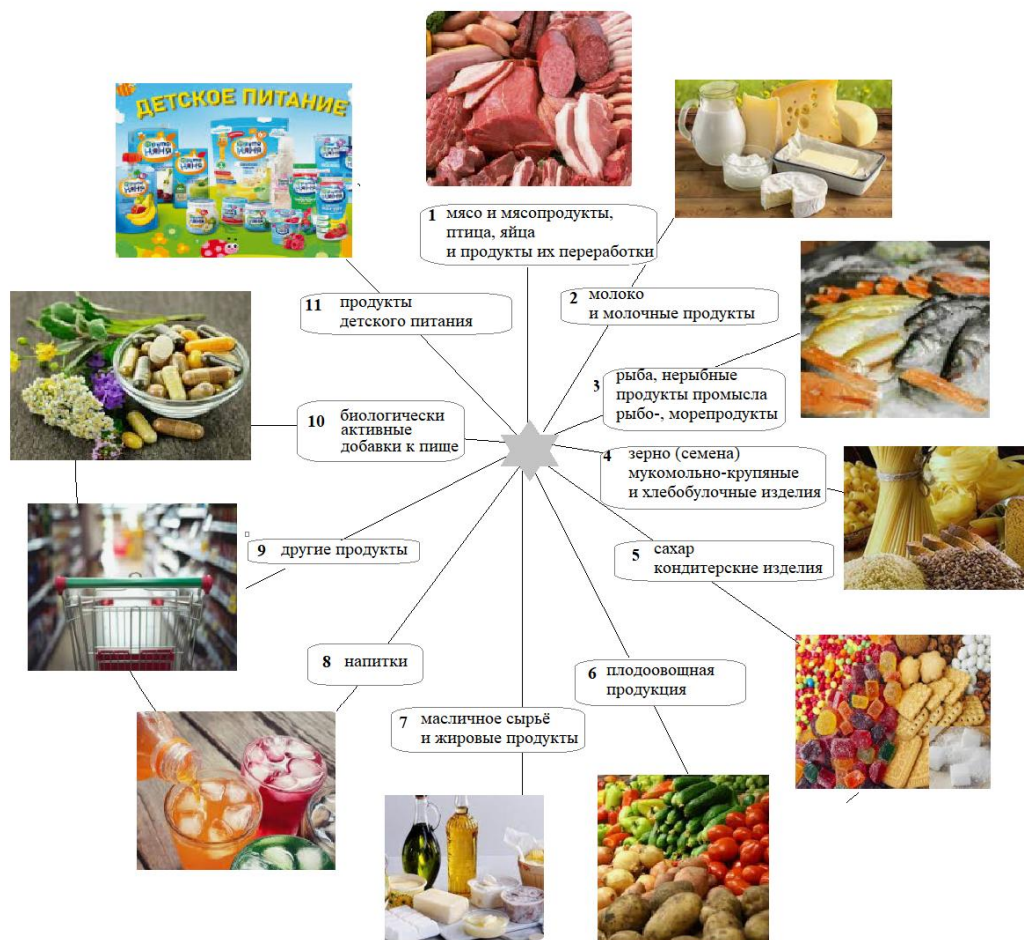


Рис. 7. Группы продуктов, для которых установлены ПДК контаминантов

Производственный контроль за соответствием пищевых продуктов требованиям безопасности и пищевой ценности должны осуществлять предприятия-изготовители, а государственный контроль осуществляют Россельхознадзор и Роспотребнадзор. Эти органы созданы Указом Президента РФ от 09.03.2004 г. «О системе и структуре федеральных органов исполнительной власти» № 314 (актуальная редакция от 27.03.2023 г.).

Россельхознадзор (Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору) проводит контроль необработанной сельскохозяйственной продукции (не прошедшей термическую и другие технологические процедуры). Контролируемыми организациями являются как фермы, так и магазины, в которых продаются сырые овощи

и фрукты. Россельхознадзор находится в административном подчинении Министерства сельского хозяйства РФ.

Роспотребнадзор (Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека) проверяет уже конечную переработанную продукцию. Подчиняется не отдельному ведомству, а напрямую Председателю Правительства РФ.

Наиболее опасными по распространению и токсичности загрязнителями являются микроорганизмы и их патогены; токсичные (тяжелые) металлы; нитраты и их производные (нитриты, нитрозамины); антиалиментарные факторы; пестициды, фито- и ветеринарные регуляторы (в т.ч. антибиотики, диоксины и диоксиноподобные соединения, полициклические ароматические углеводороды); радионуклиды.



Вопросы для самоконтроля

- 1 Основные источники и классификация ксенобиотиков.
- 2 Основные характеристики и критерии токсичности ксенобиотиков.
- 3 Регламент по содержанию ксенобиотиков в составе основных групп продовольствия
- 5 Структура управления в сфере безопасности продовольствия.

Тема 1.4. Биологические ксенобиотики

Основные источники биологических ксенобиотиков. Категории пищевых продуктов по степени контаминации. Санитарно-показательные, условно-патогенные, патогенные микроорганизмы и контаминанты порчи. Характеристика типичных патогенов. Способы угнетения и ограничения жизнедеятельности патогенов.

Загрязнение продуктов питания микроорганизмами происходит в процессе переработки и транспортировки из четырёх основных источников: оборудование, персонал, воздух, вода и вспомогательные материалы. Микробная контаминация ухудшает качество и снижает стойкость продуктов при хранении, в связи с чем наносит ущерб здоровью человека. Четверть производимых в мире продуктов не доходит до потребителя по причине контаминирования сальмонеллами, шигеллами, стафилококками, клостридиями, ботулиническими бактериями, кишечной палочкой, клостридиями и др.

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) разработала перечень пищевых продуктов и/или их компонентов по степени их контаминации и частоте случаев пищевых отравлений.

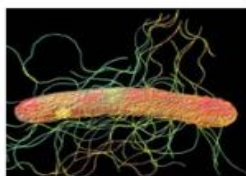
- Категория 1 – наиболее часто служат прямым источником пищевых отравлений.
- Категория 2 – являются источником пищевых отравлений человека при нарушении технологии производства, хранения и транспортировки.
- Категория 3 – могут быть причиной пищевых отравлений при несоблюдении санитарных требований при переработке.
- Категория 4 – редко являются причиной пищевых отравлений.
- Категория 5 – подвергаются термической обработке, обеспечивающей их безопасность.
- Категория 6 – пищевые добавки, загрязняющие основной продукт.

Приведенная классификация обуславливает обязательный микробиологический контроль продовольственного сырья и пищевых продуктов.

Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов (СанПиН 2.3.2.107801) включают классификацию микроорганизмов по степени патогенности (рис. 8).



Clostridium perfringens



Proteus spp.



Esherichia coli

Санитарно-показательные

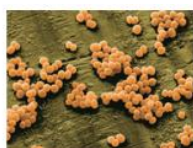
мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы (МАФAM);

бактерии группы кишечных палочек, или БГКП (колиформы);

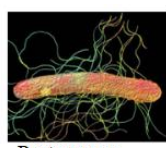
бактерии семейства *Enterobacteriaceae*, энтерококки



Esherichia coli



Staphylococcus aureus



Proteus spp.



Bacillus cereus



Vibrio parahaemolyticus

Условно-патогенные

E. coli, *S. aureus*, бактерии рода *Proteus*,
B. cereus и сульфитредуцирующие клостридии, *Vibrio parahaemolyticus*



Рис. 8. Классификация микроорганизмов по степени патогенности

Санитарно-показательные микроорганизмы постоянно находятся в естественных полостях человеческого или животного организма и не обитают во внешней среде. Их обнаружение свидетельствует о загрязнении исследуемых объектов выделениями человека или животных.

Мезофильные аэробные и факультативно анаэробные микроорганизмы (МАФАнМ) – это микроорганизмы, оптимальная температура роста которых 25...40°C в условиях доступа кислорода или в его отсутствие. Показателем санитарно-гигиенического состояния продукта является общая обсемененность МАФАМ, то есть общая численность микроорганизмов.

Бактерии группы кишечных палочек (БГКП) включают *Escherichia coli commune*, *Escherichia coli citrovorum*, *E. coli aerogenes* и *E. paracoli*. Наиболее часто встречаются *E. coli commune* и *E. paracoli*.

Микроорганизмы БГКП очень изменчивы. Попадая во внешнюю среду, они утрачивают многие характерные признаки. Поэтому к санитарно-показательным относят все разновидности кишечной палочки. Обнаружение кишечной палочки в исследуемом продукте выявляет нарушение технологического режима его получения. Поскольку бактерии *E. coli* легко погибают даже при щадящих режимах обработки, то присутствие их в консервированном продукте маркирует

явные нарушения режима консервирования. Это означает, что в продукте могут содержаться и другие, более опасные бактерии.

Условно-патогенные микроорганизмы широко распространены во внешней среде, встречаются или постоянно обитают в кишечнике животных и человека. Бактерии группы кишечной палочки (*E. coli*) наиболее часто являются виновниками пищевых заболеваний. Название носит собирательный характер, т.к. объединяет много разновидностей, имеющих биохимические особенности. Родовое название «эшерихия» микроорганизмы получили по имени немецкого ученого Эшериха, выделившего культуру кишечной палочки в 1885 г. и изучившего её свойства. В этой группе бактерий встречаются не только патогенные и условно-патогенные, но и полезные для человека симбионты. Их полезная роль заключается в синтезе витаминов К и комплекса В, а также в антигонизме по отношению к стафилококкам, дизентерийным и сибиреязвенным палочкам. Кишечные палочки являются активными сахаролитиками, расщепляют глюкозу, лактозу, мальтозу, маннит, декстрозу, галактозу и ксилозу, проявляют пептидазную активность к желатину, способны к восстановлению нитратов до нитритов. Практически все образуют индол, но не сероводород.

Все условно-патогенные бактерии сохраняются от 10 дней до 6 месяцев, устойчивы к высоким концентрациям поваренной соли и к высушиванию, не погибают при минусовых температурах, жизнеспособны в сырой колодезной и водопроводной воде. Быстро погибают при 68°C и выше. Наиболее патогенной считают подгруппу *A. aerogenes*. Эти бактерии часто вызывают колибактериоз у телят и детей, тяжелые маститы у коров, острое воспаление легких и мочеполовых путей у человека и животных. Кроме заболевания, некоторые виды бактерий кишечной палочки способны вызывать порчу молока и молочных продуктов. Эпидемиологическая роль условно-патогенных бактерий установлена, хотя она свойственна не всем штаммам кишечной палочки. Токсикоинфекция происходит только при высокой обсеменённости продуктов этими бактериями, что на органолептических свойствах не отражается. Фактором передачи инфекционного начала может оказаться мясо убитых животных, мясные полуфабрикаты и готовые пищевые продукты, при производстве и хранении которых был нарушен санитарно-гигиенический режим. Профилактика заключается в защите пищевых продуктов от обсеменения, тщательная тепловая обработка, хранение при 4...5°C.

Патогенные микроорганизмы. Патогенные свойства микроорганизмов обусловлены экзо- и эндотоксинами, которые очень ядовиты, но малоустойчивы к действию света, кислорода и температуры (разрушаются при 60...80°C в течение 10...60 мин). Экзотоксины выделяются из живой микробной клетки возбудителей ботулизма, столбняка, дифтерии, холеры, дизентерии с латентным периодом от часов до суток, обладают специфичностью действия.

Эндотоксины по химической природе являются липополисахаридами клеточной мембраны, поэтому они не выделяются из живой микробной клетки и высвобождаются только после гибели сальмонелл, шигелл, менингококков, возбудителей брюшного тифа. Эндотоксины не обладают специфичностью, менее токсичны, при этом они намного более термоустойчивы. Некоторые выдерживают кипячение при 120°C в течение получаса. Поэтому в этих случаях для санации производственных объектов используют химические средства, например формалин.

Особую опасность представляют сальмонеллы, стрептококки, стафилококки. Рассмотрим один из этих патогенов подробнее.

Сальмонеллы паратифозной группы *Salmonella* названы по имени известного американского ученого Салмона. Сальмонелллез остаётся основной формой пищевых отравлений в России и в мире в целом. Сальмонеллы представляют собой один из 12-ти родов большого семейства *Enterobacteriaceae*. Это палочковидные формы, аэробы или факультативные анаэробы, подвижны, грамотрицательны, спор не образуют. Устойчивы, могут длительно жить в пыли, высушенном навозе, в почве, воде и животных кормах, не теряя вирулентность. К числу пищевых продуктов, наиболее подверженных обсеменению сальмонеллами, относятся фарши, студни, зельцы, низкосортные колбасы (отдельная, столовая, ливерная, кровяная и др.), мясные и печеночные паштеты. При измельчении мяса в фарш нарушается структура мышечной ткани, а вытекающий мясной сок способствует рассеиванию сальмонелл по всей массе фарша и их быстрому размножению. Студни и зельцы содержат много желатина, а низкосортные колбасы – значительное количество соединительной ткани (рН 7,2...7,3). В этих условиях сальмонеллы развиваются очень быстро.

Для полного обеззараживания мяса, обсемененного сальмонеллами, необходимо, чтобы температура внутри кусков достигала 80°C и поддерживалась на этом уровне не менее 10 мин. В замороженном мясе сальмонеллы сохраняют жизнеспособность в течение 2...3 лет, в

солёном мясе – в течение 5...6 месяцев, при этом содержание соли в продукте должно быть не ниже 7%. Попадая в кишечник, сальмонеллы повреждают слизистую, что способствует быстрому развитию бактериемии. При разрушении бактерий в организме освобождается эндотоксин, который обуславливает клиническую картину токсикоинфекции: инкубационный период в среднем 12...24 ч., мышечные и суставные боли, нарушение функции ЖКТ, затруднённое дыхание.

Водоплавающие птицы являются переносчиками сальмонелл, их яйца и мясо могут быть источником пищевых сальмонеллезов. Реже токсикоинфекции возможны при употреблении в пищу молока и молочных продуктов, рыбы, мороженого, кондитерских изделий (кремовых пирожных и тортов), майонезов, салатов и т.д.

Технологическими источниками экзогенного обсеменения могут быть вода и лёд, тара, ножи, столы, производственное оборудование для первичной обработки и переработки. В заражении продуктов сальмонеллами возможно и участие животных-переносчиков: мышевидные грызуны, мухи, голуби, домашние животные и др.

Профилактика пищевых сальмонеллезов включает соблюдение санитарно-гигиенических правил и норм содержания и кормления животных; оздоровительные мероприятия и борьбу с первичными и вторичными сальмонеллезами; недопущение внутрифермерского и подворного убоя скота и птицы; контроль режима доения коров и первичной обработки молока; лабораторный контроль бактериального обсеменения кормов животного происхождения (мясокостная, рыбная мука и пр.); ветеринарно-санитарная экспертиза продуктов, поступающих в торговую сеть; холодильники и установки для стерилизации мяса, подлежащего обеззараживанию.

Микроорганизмы порчи пищевых продуктов в основном включают микроскопические грибы классов *Chytridiales*, *Archmycetes*, *Phycomycetes*, *Ascomycetes*. Грибы являются внутриклеточными паразитами растений, образуя цисты в пораженных органах. Примером является гриб из класса Хитридиевых *Olpidium brassica*, поражающий многие растения, в частности вызывающий заболевание капусты «черная ножка» (рис. 9).



Рис. 9. Гриб *Olpidium brassicae* и заболевание капусты «чёрная ножка»

В классе грибов-фикомицетов наиболее известными факторами порчи пищевых продуктов являются мукоровые грибы, способные к спиртовому и окислительному брожению. В классе грибов-аскомицетов хорошо известны грибы рода Аспергиллусы (*Asp. glaucus* – колонии серо-зелёного цвета, *Asp. fumigatum* – голубого цвета, *Asp. niger* – черного цвета), вызывающие плесневение хлеба. Аспергиллусы *Asp. flavus* и *Asp. parasiticus* вырабатывают афлатоксины, которые относятся к числу наиболее ядовитых микотоксинов. При их попадании в организм в высоких дозах смерть наступает в течение нескольких суток из-за необратимых поражений печени.

Грибы рода *Penicillium* растут на пищевых продуктах в виде зеленой кистевидной плесени, образующей споры-конидии в виде сизой пыли. Конидии пеницилла распространены повсеместно – в воздухе, на плодах, семенах, особенно на раздавленных зернах ячменя, и при наличии влаги быстро прорастают. Грибы рода *Botrytis* поражают плоды и овощи в виде шейковой гнили лука, серой гнили капусты, моркови, томатов, ягод. Грибы р. *Alternaria* поражают корнеплоды в процессе хранения, вызывая болезнь под названием «черная гниль». Грибы вида *Oidium lactis* растут на продуктах, содержащих молочную кислоту, и образуют мицелий в виде бархатистой белой пленки на поверхности квашеных овощей и кисломолочных продуктов, прессованных дрожжей, сливочного масла и сыра.

Грибы р. *Phoma* вызывают сердцевинную гниль свеклы. Грибы р. *Cladosporium* развиваются на разных субстратах (масло, сыр, яйца, мясо) с образованием колоний в виде чёрных пятен. Гриб *Monilla variabilis* вызывают меловую порчу хлеба в виде белых сухих включений в мякише. Возбудитель попадает в хлеб с мукой и после выпечки может оставаться жизнеспособным, т.к. устойчив к нагреванию.

Дрожжи относятся к классу аскомицетов и присутствуют везде, где имеется сахаросодержащий субстрат. Дрожжи рода *Candida* объединяют дикие аэробные виды, которые нарушают технологический процесс, размножаясь вместе с культурными дрожжами. При недоливе емкостей и плохой укупорке кандиды размножаются на поверхности безалкогольных напитков и вина, образуя сероватую плёнку и необратимо нарушают букет вина. Экзометаболиты дрожжей *Candida mycoderma* задерживают развитие винных дрожжей и снижают их бродильную активность.

Дрожжи семейства *Saccharomyces* снижают кислотность среды вследствие разрушения яблочной кислоты, чем нарушают работу цикла Кребса. Дрожжи вида *Saccharomyces pastorianus* придают пиву горький привкус и неприятный запах, вызывают помутнение полусладких виноградных вин. Дрожжи рода *Zygosaccharomyces* сбраживают глюкозу, фруктозу и маннозу, но не сахарозу, мальтозу, лактозу и инулин. Вызывают забраживание вакуум-сусла, меда и снижают качество продуктов.

В связи с высоким разнообразием и субстратной специфичностью патогенов существуют отраслевые микробиологические показатели порчи, отражённые в соответствующей нормативной документации. Защита пищевых продуктов от загрязнения микропатогенами осуществляется по трём основным группам мероприятий: 1) предупреждение загрязнения патогенными микроорганизмами; 2) создание условий, ограничивающих жизнедеятельность возбудителей пищевых отравлений; 3) обеспечение условий, угнетающих возбудителей пищевых заболеваний.

К надёжным способам угнетения и ограничения жизнедеятельности патогенов относятся пастеризация, замораживание, высушивание. Пастеризация – это технология термообработки пищи (молоко, вино, пиво, фруктовые соки) для снижения микробиологической нагрузки. Пастеризация молока убивает возбудителей туберкулёза и бруцеллёза. Молоко выдерживают при 61...63°C в течение 30 мин. или при 72...73°C в течение 15 с. Такая обработка инактивирует болезнетворные бактерии, не ухудшая вкуса продукта.

Замораживание до –25°C не убивает, а сдерживает рост и размножение бактерий. При температуре близкой к 0°C нуля бактерии продолжают размножаться, хотя и медленно. Жизнеспособные культуры сохраняются неограниченно долго после лиофилизации (замо-

раживание, затем высушивание) в белок-содержащей среде, например в сыворотке крови.

Высушивание в виде вяления и копчения относятся к традиционным методам хранения пищевых продуктов. Соление или засахаривание как физико-химические процессы эквивалентны обезвоживанию. Маринование – выдерживание в растворе кислоты. При рН 4 и ниже жизнедеятельность бактерий значительно тормозится или прекращается. Выполнение комплекса ветеринарно-санитарных и санитарно-гигиенических мероприятий обеспечивает защиту пищевых продуктов от загрязнения патогенными микроорганизмами, а использование холода при хранении и тепловая обработка продуктов угнетают или разрушают микроорганизмы.

Двумя основными формами реализованных пищевых рисков в связи с микробным обсеменением продукции являются: 1) пищевые инфекции и 2) пищевые отравления.

При пищевых инфекциях продукты являются накопителем и передатчиком микроорганизмов, которые в продукте не размножаются, но могут долго сохраняться. Возбудители кишечных инфекций содержат в основном эндотоксины различного химического строения, вызывающие сходные клинические признаки: повышение температуры, гипергликемия (резкое повышение сахара в крови), головную боль, лихорадку, общую слабость. Специфичных медикаментов против кишечных инфекций не существует, при лечении используют приём вымывания возбудителя (обильное питьё).

Пищевые отравления (токсикозы) возникают при употреблении пищи, в которой развиваются болезнетворные микроорганизмы и/или их токсины. Примерами являются стафилококковое отравление, ботулизм и септическая ангина. Пищевые отравления не передаются от больного человека к здоровому, они связаны с употреблением загрязнённого пищевого продукта. Клинические проявления связаны с расстройством функции желудочно-кишечного тракта.

Для большинства объектов микробиологические показатели безопасности пищевых продуктов регламентируются по альтернативному принципу. Это означает, что нормируется масса продукта, в которой не допускается присутствие БГКП, большинства условно-патогенных, а также патогенных микроорганизмов, включая сальмонеллы и *Listeria monocytogenes*. В остальных случаях регламентируется количество колониеобразующих единиц в 1 г (мл) продукта (КОЕ/г, мл).

В продуктах массового потребления, для которых не установлены микробиологические нормативы, патогенные микроорганизмы не допускаются в 25 г продукта при исчислении с помощью КОЕ, т.е. количества колониеобразующих единиц микроорганизмов. Во всех видах доброкачественной рыбной продукции не должно быть более 10 КОЕ/г паразитического вибриона, контроль которого проводят при эпидемиологическом неблагополучии. Содержание патогенов проверяют не только в сырье, но и в готовых продуктах (салаты и смеси из сырых овощей).

При неудовлетворительных результатах анализа хотя бы по одному из микробиологических показателей проводят повторный анализ удвоенного объема выборки из той же партии. Результаты повторного анализа распространяются на всю партию. В продовольственном сырье и пищевых продуктах не допускается наличие возбудителей паразитарных заболеваний (гельминты, их яйца и личиночные формы). В мясе и мясных продуктах не допускается наличие возбудителей: финны (цистицеркоиды), личинки трихинелл и эхинококков, цисты саркоцист и токсоплазм. В рыбе, ракообразных, моллюсках, земноводных, пресмыкающихся и продуктах их переработки не допускается наличие живых личинок паразитов, опасных для здоровья человека.

Санитарно-гигиеническая оценка пищевых продуктов и продовольственного сырья животного происхождения проводится после ветеринарно-санитарной экспертизы (при обязательном наличии соответствующих документов) по действующему документу «Ветеринарные правила назначения и проведения ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и продуктов убоя (промысла) животных, предназначенных для переработки и (или) реализации» (введены приказом №269 Министерства сельского хозяйства РФ от 28.04.2022 с изменениями от 16.05.2023).



Вопросы для самопроверки

- 1 Классификация микроорганизмов по степени патогенности согласно СанПиН 2.3.2.107801.
- 2 Какие санитарно-показательные микроорганизмы относятся к МАФАнМ?
- 3 Каковы источники афлатоксинов, в чём состоит их опасность?

- 4 Почему к санитарно-показательной категории относят все разновидности кишечной палочки (БГКП), не выделяя какой-либо наиболее характерный объект?
- 5 В чём заключается отличие проявления инфекционных свойств условно-патогенных и патогенных микроорганизмов?
- 5 Каковы различия по токсичности у экзо- и эндотоксинов в категории патогенных микроорганизмов?
- 7 Какова сущность альтернативного принципа регламентирования микробиологической безопасности?

Тема 1.5. Химические ксенобиотики

Микроэлементный контроль пищевой продукции. Эссенциальные и токсичные микроэлементы. Приоритетные химические контаминанты: свинец, кадмий, мышьяк, ртуть. История открытия токсичности микроэлементов. Содержание токсичных микроэлементов в сельскохозяйственном сырье и продуктах его переработки с учётом ПДК.

Сведения о токсичности соединений накапливались на протяжении веков, поступая из бытовой, аптечной, медицинской и лабораторной практики. Основное значение в этом ряду, безусловно, принадлежит экспериментальным животным, опыты над которыми в настоящее время значительно сокращены, а в ряде стран (Индия, Голландия, Канада, Австралия и др.) законодательно запрещены. Действительно, количество накопленной информации позволяет получить представление о приоритетных токсикантах и способах регулирования их циркуляции по пищевым цепям, а для моделирования и демонстрации физиологических процессов с успехом применяют виртуальные цифровые модели и электронные муляжи.

Наиболее распространенные химические загрязнители пищевых продуктов относятся к рассеянным микроэлементам, распространённым во всех экологических средах, поэтому неизбежно проникающих в организм человека с пищей. Их токсичность обусловлена степенью концентрации благодаря участию в техногенном круговороте, поскольку эволюционные механизмы защиты к такому уровню загрязнителей возникнуть не могли. При загрязнении атмосферного воздуха и воды техногенными выбросами, в первую очередь соединениями

металлов, они накапливаются в почве, растениях, животных и поступают в организм человека.

Для снижения риска химической контаминации во всех видах продовольственного сырья и пищевых продуктов приоритетно нормируются элементы свинец, мышьяк, кадмий, ртуть, соединения которых обладают максимальной токсичностью. Дополнительно в различных видах пищевых продуктов нормируют олово и хром (консервированные продукты), никель (масложировая продукция), медь, железо (сливочное масло) и цинк (загустители).

Функции эссенциальных микроэлементов (железо, медь, кобальт, никель, молибден, марганец, йод, фтор, селен) хорошо изучены, для них установлены нормы суточной потребности. При этом все они могут проявлять токсичные эффекты [20].

В нашей стране обязательному контролю в пищевых продуктах подлежат десять химических элементов: цинк, медь, олово, хром, никель, железо, свинец, кадмий, мышьяк, ртуть. Четыре последних микроэлемента в этом перечне (свинец, кадмий, мышьяк, ртуть) нарушают метаболизм даже в микродозах, поэтому их относят к приоритетным токсикантам.

Свинец

О пищевых рисках, связанных с использованием свинцовых изделий, известно уже более двух тысячелетий. Симптомы сатурнизма (свинцового отравления) описал Гиппократ (400 г. до н.э.). Акведук Древнего Рима, построенный из свинцовых труб в 312 году до н.э., и свинцовая посуда стали причиной хронического отравления и гибели целого этноса. Во времена Плиния (50-е годы н.э.) корабельные плотники уже знали об опасности свинцового отравления и закрывали рот платками, когда покрывали палубу свинцовыми белилами.

По выражению В.И. Вернадского, свинец обладает «всюдностью» распространения, поскольку встречается в природе не только в виде рудных залежей, но и сопутствует другим металлам, а его промышленное использование характеризуется многообразием и материалоёмкостью. В результате техногенных процессов в природные воды и донные осадки ежегодно попадает 500...600 тыс. т свинца, в атмосферу выбрасывается и переносится ветром около 450 тыс. т свинцовых соединений. Преобладающим источником загрязнения атмосферы свинцом являются выхлопные газы автотранспорта за счёт использования бензина с присадками тетраэтилсвинца (ТЭС). В сельскохозяйственную продукцию загрязнения свинцом проникают в

составе пестицидов, из пахотного слоя почвы – в корма и воду хозяйственно-питьевого назначения (ПДК_{рв} для питьевой воды = 0,05 мг/л). Свинец обладает высокой кумулятивностью в растительных тканях. При величине ПДК=0,5 мг/кг его содержание в овощах может достигать от 5- до 60-кратного превышения этого уровня (рис. 10).

Бакла- жаны	Поми- доры	Огур- цы	Карто- фель	Пер- цы	Вино- град	Пшеница и горох	Фуражная масса	
							зелёная	сухая
0,5...0,75	0,6...1,2	0,7...1,1	0,7...1,5	1,5...4,5	1,8...3,8	20...22	36	60



Рис. 10. Содержание свинца в сельскохозяйственном сырье

Загрязнение свинцом продуктов питания может происходить в процессе их переработки при контакте со свинцовым припоем в швах жестяных банок, эмальями и красками тары, посуды, аппаратов, а также со свинцовой глазурью на керамической посуде. Примесь свинца в олове, используемом для лужения котлов, не должна превышать 1%; в оловянных покрытиях консервной жести концентрация свинца ограничена величиной 0,04%.

По данным ФАО/ВОЗ, в организм человека с пищей ежедневно поступает 0,2...0,3 мг, с водой – 0,02 мг свинца при уровне ДСП, равном 42 мг/сут. В организме взрослого человека усваивается в среднем 10% поступившего с пищей свинца; в организме детей намного больше – 30...40% в связи с высокой скоростью ростовых процессов.

Токсичность свинца реализуется по двум механизмам. Первый заключается в блокаде тиоловых групп аминокислот, что приводит к инактивации ферментов, в частности, катализирующих синтез гема. Второй заключается в образовании тканевых лактатов и фосфатов, препятствующих ионному транспорту ионов кальция через клеточные мембраны, что нарушает функционирование опорно-двигательной, нервной и сердечно-сосудистой систем. Ежедневное поступление 2,0 мг свинца может привести к развитию интоксикации через несколько месяцев, а 10,0 мг – через несколько недель. Мутагенное действие свинца доказано в лабораторных экспериментах и по данным обследований работников на производстве. Неполюценное (дефицит в рационе кальция, железа, пектинов, белков) питание усугубляет симптомы свинцового отравления. Период полувыведения

свинца из мышц составляет около 20 дней, а из костной ткани – до 20 лет.

Содержание свинца в пищевых продуктах от категории и вида объекта, для рыбных и морепродуктов имеет значение концентрация свинца в среде, которая для морской воды выше, чем для пресной (рис. 11).

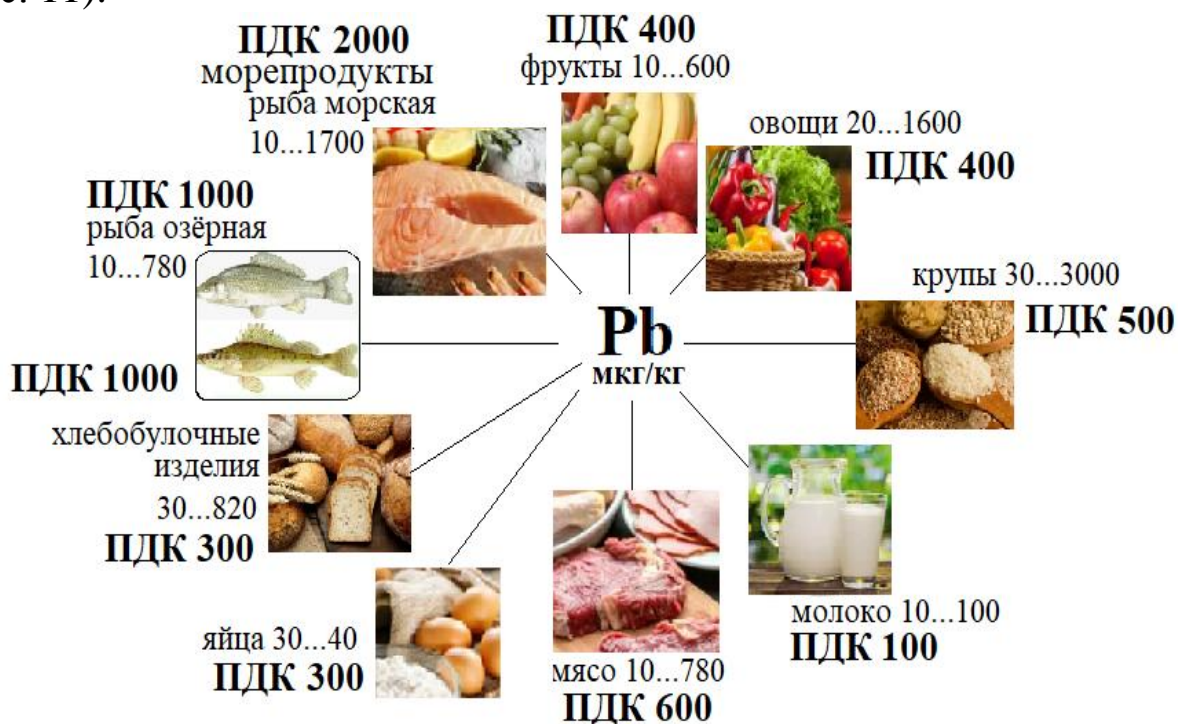


Рис. 11. Содержание свинца в сравнении с ПДК в различных группах пищевых продуктов

Профилактика отравления свинцом включает в выборе красок, лаков, строительных материалов, не содержащих свинец. Имеет большое значение поддержание гигиены и выполнение санитарных правил (регулярное мытьё рук, влажная уборка помещений и мебели), пищевая культура. Рацион необходимо насыщать кальцием, витамином С и железом, которые препятствуют усвоению свинца.

Кадмий

Как и в случае со свинцом, за открытие опасности отравления кадмием люди заплатили жизнью. В историю вошла массовая интоксикация жителей префектуры Тоёма в Японии в регионе реки Дзиндзу в 1910-х годах. Из цинковых рудников кадмий попал в речную воду и на рисовые плантации, а затем и в пищу людей. Содержание кадмия в рисе достигало 600...1000 мкг/кг. Спустя три десятилетия началась массовая гибель людей от заболевания, вошедшего в исто-

рию эндемических отравлений под названием «итай-итай», причиной которого было хроническое отравление кадмием.

В отличие от свинца, кадмий не образует рудных залежей и возникает как продукт обогащения медно-цинковых руд. Обладая высоким сродством к тиоловым группам, кадмий является конкурентным ингибитором металл-ферментных комплексов, т.е. ферментным ядом для ДНК-полимеразы, ферментов электрон-транспортной цепи митохондрий. Доказано наличие канцерогенных, мутагенных и тератогенных эффектов кадмия. Степень связывания кадмия в желудочно-кишечном тракте составляет 3...8%, органами депонирования являются печень и почки, где 80% накопленного кадмия связано с тиолсодержащими белками. Период полувыведения кадмия из организма составляет 13...40 лет. Антагонистом кадмия является кальций, снижающий абсорбцию токсиканта [25].

Загрязнение окружающей среды кадмием связано с горнорудной, металлургической, химической промышленностью, продуктами сгорания газа и топлива на ТЭЦ, сточными водами. В некоторых странах соли кадмия используются как антигельминтные и антисептические препараты в ветеринарии. Граница чувствительности к кадмию у зерновых и картофеля лежит в пределах 6...12 мкг/кг почвы.

Содержание кадмия (мкг/кг) в различных видах сельскохозяйственного сырья растительного происхождения отражено на рис. 12.

зерновые 28...95	горох 15...19	картофель 12...50	капуста 2...26	фрукты 9...42	грибы 100...500
					

Рис. 12. Содержание кадмия (мкг/кг) в сельскохозяйственном сырье

Чаще всего повышенное содержание кадмия встречается в картофеле (на 20%), в овощной и бахчевой продукции (на 10%). Способностью к селективной аккумуляции кадмия отличаются укроп, петрушка, кинза, фасоль, сельдерей, а из фруктовой категории – бананы.

Высокий риск кадмиевого загрязнения связан с использованием в пищу грибов, куриных яиц, морепродуктов. По регламентам ФАО/ВОЗ, максимально допустимой величиной суточного потребления (ДСП) является ДСП 70 мкг в сутки, а допустимая суточная доза

(ДСД) составляет 1 мкг/кг массы тела. На рисунке 13 приведены диапазоны содержания кадмия в пищевых продуктах с учётом соответствующих величин ПДК.

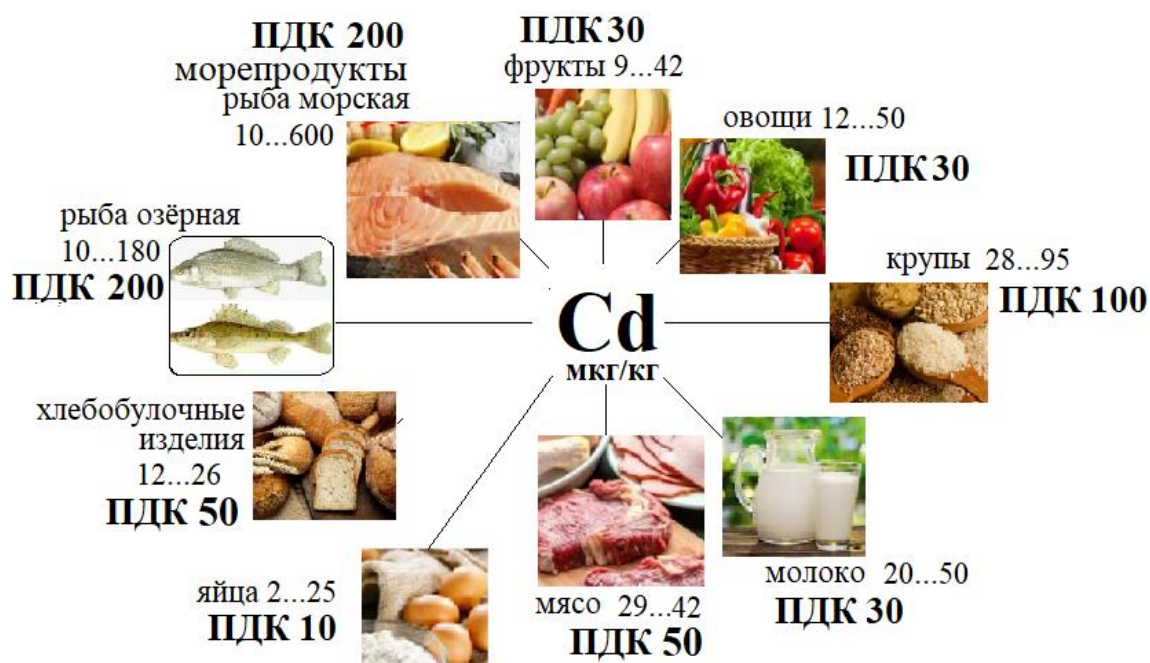


Рис. 13. Содержание кадмия в сравнении с ПДК в различных группах пищевых продуктов

В организм человека кадмий поступает в основном с пищей (примерно 80%). Экспертами ФАО установлено, что взрослый человек с пищей получает в среднем 30...150 мкг/сутки кадмия, причем в Европе – 30...60 мкг, в Японии – 30...100 мкг, а в кадмиевых геохимических провинциях – около 300 мкг. При этом около 20% кадмия поступает в организм человека через легкие из атмосферы и при курении. В одной сигарете содержится 1,5...2,0 мкг кадмия.

Отказ от курения является важным фактором предотвращения отравления организма кадмием. К другим профилактическим мерам относятся железо и витамин Е, препятствующие аккумуляции тяжёлых металлов, включая кадмий.

Мышьяк

В 50-70-х годах XX века мир потрясли вести о масштабных отравлениях, затронувших население общим числом 60 миллионов человек в разных странах. На острове Тайвань хронические отравления произошли в результате употребления колодезной воды, содержащей As_2O_3 с расчётным количеством мышьяка 0,6 мг/л. В Балтиморе (США) было обнаружено, что на территории бывшей фабрики, в течение ста лет производившей мышьяк, смертность населения от рака

более чем в 4 раза превосходила уровень по городу в целом. В 1955 году в Японии одновременно отравилось более 12000 младенцев, более 120 детей погибли в течение первого месяца.

Причину нашли быстро, это был прикорм на основе сухого молока, которое по трагической случайности было загрязнено примесью оксида мышьяка (III) к фосфату натрия, которым стабилизировали порошок молока. Фосфат натрия являлся отходом при выделении алюминия из боксита, в котором содержалось много мышьяка. Гибель детей вызвала доза 5 мг As_2O_3 , ежедневно поступающая в организм на протяжении месяца.

Мышьяк не относится к эссенциальным микроэлементам. В морской воде содержится около 5 мкг/л мышьяка, в земной коре – 2 мг/кг. Элементный мышьяк менее токсичен, чем его соединения, которые располагаются в следующем ряду по убыванию токсичности: арсины > арсениты > арсенаты > метиларсоновая/диметиларсоновая кислоты.

Арсин AsH_3 – это очень сильный восстановитель, одна из его главных мишеней – гем, поэтому арсин является ядом гемолитического действия. Арсениты – это тиоловые ферментные яды, нарушающие функцию цикла трикарбоновых кислот и процессы репликации ДНК. Арсенаты являются конкурентными ингибиторами окислительного фосфорилирования при замещении фосфатов в реакции образования макроэргов. В результате прекращается синтез АТФ [19].

Ежегодное мировое производство мышьяка составляет приблизительно 50 тыс. т в год, увеличиваясь каждые 10 лет на 25%. Наиболее мощными источниками загрязнения окружающей среды мышьяком являются сбросы металлургических предприятий, промышленные сточные воды, атмосферные выбросы электростанций и химических производств.

В сельскохозяйственном производстве мышьяк используется в качестве родентицидов (против грызунов), инсектицидов, фунгицидов, древесных импрегнантов и почвенных антисептиков.

По данным ФАО/ВОЗ, суточное поступление мышьяка в организм взрослого человека составляет 0,45 мг, т.е. около 0,007 мг/кг массы тела. Нагрузка мышьяком значительно увеличивается при повышении в рационе удельного веса морепродуктов. Уровень ДСД мышьяка для взрослого человека составляет 0,05 мг/кг массы тела (или 3 мг/сутки).

На рис. 14 приведены диапазоны содержания мышьяка в сельскохозяйственном сырье (мкг/кг).



Рис. 14. Содержание мышьяка в сельскохозяйственном сырье (мкг/кг).

Из рисунка 15 видно, что сверхнормативной аккумуляцией мышьяка отличаются грибы и морепродукты.

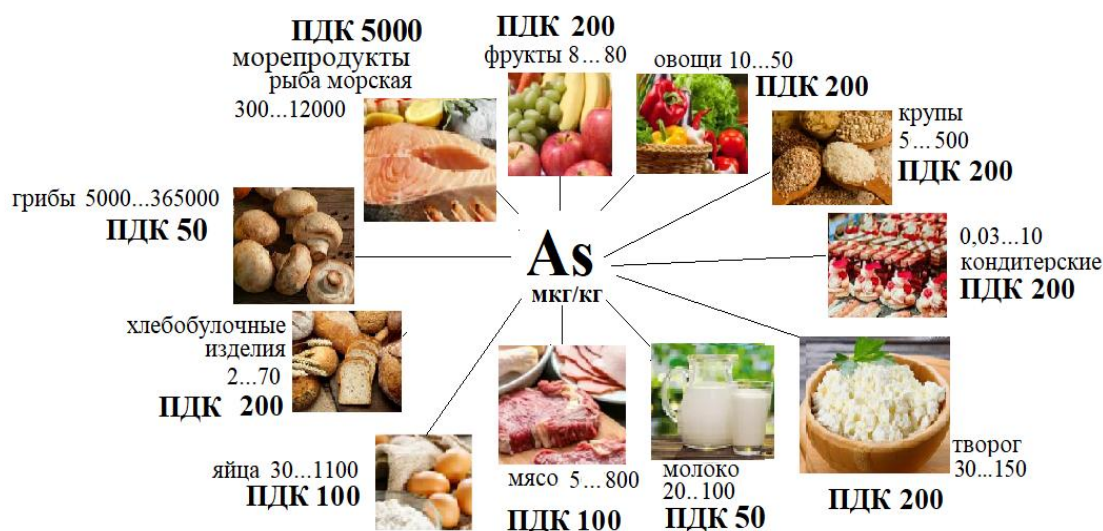


Рис. 15. Содержание мышьяка в сравнении с ПДК в различных группах пищевых продуктов

Основные профилактические меры по защите от загрязнения продовольствия мышьяком сосредоточены на уровне экологического менеджмента. Наибольшую эффективность имеют прородоохранные мероприятия, снижающие техногенную нагрузку на живые системы, ужесточение регламентов применения мышьяксодержащих пестицидов, кормовых добавок, а также материалов для обработки пищевого сырья.

Ртуть

Со времён средневековых алхимиков научный интерес к ртути был в основном обусловлен её высокой реакционной способностью и каталитическими свойствами. Токсичные свойства металла были открыты только в середине XX века, и это знание вновь было оплачено человеческими жертвами. В заливе Минамата (Япония) акватории рыбного промысла, а следовательно и гидробионты, оказались под воздействием массивного загрязнения метилртутью на протяже-

нии двух десятилетий. Итоги этого невольного эксперимента стали самоочевидны в феврале 1977 года, когда люди начали десятками погибать при выявлении сходных симптомов, а у потомства стали проявляться сходные аномалии нервной деятельности, опорно-двигательного аппарата и др. С тех пор синдром отравления органическими соединениями ртути называется болезнью Минамата.

Ртуть остаётся важным промышленным материалом для травления стали, производства электродов, красок и амальгам, измерительных приборов пестицидов и т.д. Ежегодный оборот получаемой ртути составляет десятки тысяч тонн, поэтому опасность загрязнения различных биосистем и живых организмов остаётся стабильно высокой.

В биомассе ртуть может присутствовать в трех видах: атомарная ртуть, неорганические и органические меркураты. Случаи загрязнения пищевых продуктов металлической ртутью являются очень редкими. Ртуть практически не адсорбируется на продуктах и легко удаляется с их поверхности. Ртуть является одним из элементов с наиболее высокой кумулятивностью. Из числа металлоорганических соединений наиболее важными токсикантами являются метил-, этил-, диметил- и пропилртутные производные, не деградирующие в кислород-зависимых реакциях. Подобно свинцу, кадмию и мышьяку, ртуть является ферментным ядом за счёт блокирования тиоловых групп в составе полипептидной цепи. Мозговая ткань обладает селективной аккумуляцией метилртути, накапливая её в кратных соотношениях по сравнению с другими органами и тканями. Неорганические соединения ртути разрушают аскорбиновую кислоту, токоферолы и пиридоксин [7].

Антагонистами ртути в организме человека являются цинк и особенно селен посредством образования нетоксичного селенортутного комплекса. Миграцию ртути по пищевым цепям начинают бактерии, синтезирующие диметилртуть, и продолжают микроскопические водоросли и ракообразные (планктон) и крупные гидробионты. Хищные птицы и сухопутные животные удлиняют пищевую цепочку, в которую на любом этапе может включиться человек. Таким образом, повышенную опасность отравления меркурами представляет потребление в пищу видов рыб, моллюсков, морепродуктов, поскольку содержание ртути в них невозможно регулировать. Многообразие видов и сортов растений обуславливает широкий разброс значений (рис. 16).



Рис. 16. Содержание мышьяка в сельскохозяйственном сырьё (мкг/кг).

Высокая токсичность обуславливает очень низкие значения ПДК ртути в экологических средах (0,3 мкг/м³ в воздухе и 0,5 мкг/л в воде), а также в пищевой продукции (рис. 17).

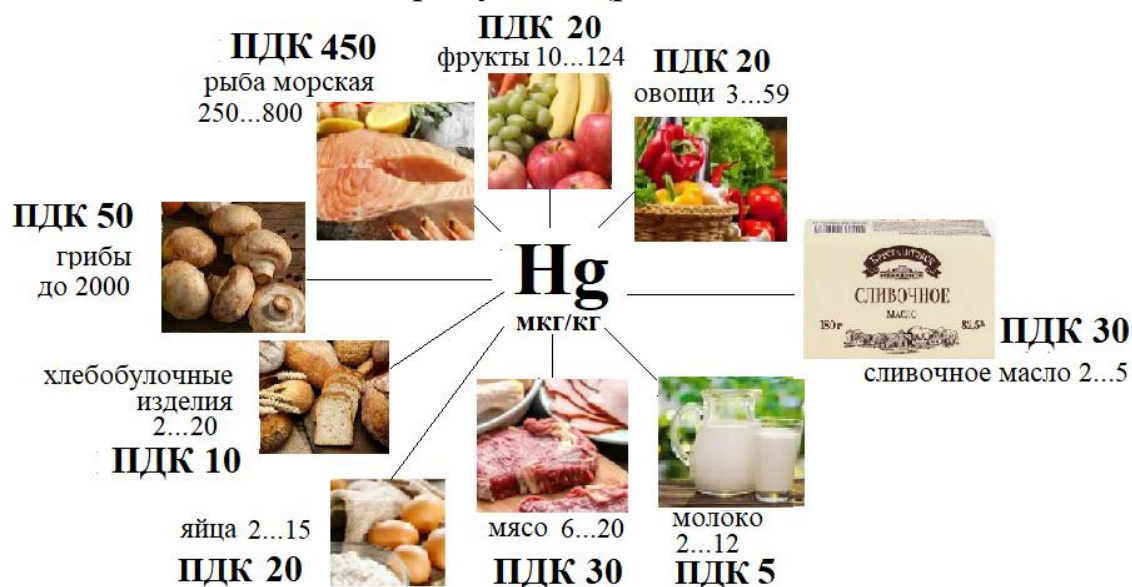


Рис. 17. Содержание мышьяка в сравнении с ПДК в различных группах пищевых продуктов

Наибольшей концентрацией метилртути отличаются хищные рыбы, в их организме накапливается до 300...600 мкг/кг м.т. против 78...200 мкг/кг м.т. у нехищных рыб. Среднее количество ртути в морских рыбах составляет 150 мкг/кг м.т. Супернакопителями ртути являются виды рыб, в мышцах которых содержится металлотioneин – белок, способный к хелатированию ртути. У таких животных содержание ртути достигает 500...20000 мкг/кг (рыба-сабля) и 5000...14000 мкг/кг (тихоокеанский марлин) (рис. 18).



Тихоокеанский марлин

Рыба-сабля

Рис. 18. Рыбы – супераккумуляторы ртути

В некоторых странах (Финляндия, Швеция) вводят административные ограничения на потребление рыбы. В целом существует мировая практика по установлению барьеров для распространения ртути в пищевых цепях с помощью нормирования и строгого контроля содержания токсиканта в продовольствии.

В организме взрослого человека в среднем содержится около 13 мг ртути, около 70% которой сосредоточено в жировой и мышечной ткани. Период полувыведения метилртути из организма человека составляет в среднем 70 дней, в зависимости от особенностей метаболизма – до 190 дней. По рекомендациям ФАО/ВОЗ, безопасный уровень содержания ртути в крови человека составляет 50...100 мкг/л. Допустимым суточным поступлением ртути с суточным рационом является 0,05 мг ртути.

При варке рыбы и мяса концентрация ртути снижается, однако при аналогичной обработке грибов остается неизменной. Это различие объясняется тем, что в грибах ртуть связана с аминокислотами азотсодержащих соединений, в рыбе и мясе - с серусодержащими аминокислотами.

Профилактика ртутного загрязнения продовольственного сырья и пищевой продукции основана на универсальных правилах, применимых ко всем токсичным химическим контаминантам. Необходимо исключить применение пестицидов с высокой устойчивостью и кумулятивностью. Следует применять пестициды с коротким периодом полураспада, гарантированно распадающиеся ко времени зрелости и снятия урожая.

При агротехнике необходимо строго выполнять инструкции по применению пестицидов, вести строгий контроль за содержанием остаточных количеств пестицидов в продуктах питания и исключать употребление в пищу объектов со сверхнормативной контаминацией.



Вопросы для самопроверки

- 1 Каковы значения летальной дозы для высокококцидных и практически безвредных контаминантов?
- 2 Характер дозовой зависимости биологического эффекта от концентрации эссенциальных нутриентов и токсикантов.
- 3 Определить понятия «синергизм», «антагонизм», «кумулятивность».
- 4 Определить понятие «биокумулятивность ксенобиотиков».
- 5 Контаминация свинцом: история открытия, объекты и уровни загрязнения, меры профилактики.
- 6 Каковы основные механизмы токсичности при контаминации пищевых продуктов тяжёлыми металлами?
- 7 Перечислить основные источники загрязнения сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов химическими ксенобиотиками.
- 8 Указать сельскохозяйственные культуры, обладающие максимальной аккумулялирующей способностью по отношению к химическим ксенобиотикам.
- 6 Какими общими чертами можно охарактеризовать историю открытия токсичных свойств соединений свинца, кадмия, мышьяка, ртути?
- 7 Какая физико-химическая форма ртути (металлическая или в виде соединений) обладает наибольшей токсичностью?
- 8 Каковы основные меры профилактики загрязнения пищевой продукции химическими ксенобиотиками?

Тема 1.6. Нитраты, нитриты и нитрозосоединения

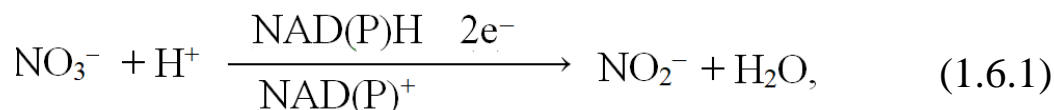
Нитраты в почве и растениях. Ферментативный механизм образования нитритов и их опасность для здоровья. Метгемоглобиновая гипоксия. Источники и уровни поступления нитратов в организм человека. Образование нитрозаминов и их патогенные свойства. Условия и технологические способы преодоления накопления нитратов в сельскохозяйственном сырье.

Основатель отечественной агрохимии академик Д.Н. Прянишников называл прирост продуктивности за счет удобрений «открыти-

ем новых земледельческих континентов», поскольку пригодная площадь для земледелия практически достигла предела, а потребность в продовольствии ежегодно растёт. Среди удобрений доминирующее значение имеют нитраты как источник азота, необходимого для биосинтеза белка в растениях. Применение этих удобрений связано с неизбежным риском нарушения агротехники и биоаккумуляции нитратов при усиливающем действии множества сопутствующих факторов. В результате не только в культурных растениях, но и в дикоросах нередко выявляют повышенное содержание нитратов.

Благодаря растворимости в воде соли азотной кислоты, или нитраты, имеют безбарьерное распространение в окружающей среде. Нитраты являются нормальными метаболитами всех живых клеток и являются необходимым компонентом питания растений. Повышение их содержания в почве способствует усиленной вегетации растений, активизации фотосинтеза, улучшению формирования генеративных органов, а следовательно, повышает урожайность сельскохозяйственных культур. Некоторые растения особенно требовательны к азотистому питанию. Так, зеленные культуры (салат, шпинат) и крестоцветные (капуста) дают высокий урожай и сочную фитомассу только при содержании нитратов в паренхиме не ниже 2 г/кг, в противном случае листья будут жёсткими, мелкими и непригодными для реализации.

В органические соединения, образующиеся при фотосинтезе, включается только аммонийный азот. Поэтому поглощенные нитрат-анионы (NO_3^-) должны восстановиться в клетках сначала до нитрит-ионов (NO_2^-), а затем до аммиака (NH_4^+). Механизм процесса хорошо изучен. Первый этап восстановления нитрата протекает в соответствии с уравнением 1.6.1:



где NAD(P) – фермент никотинамидадениндинуклеотидфосфат, NAD(P)H – восстановленная форма фермента, NAD(P)^+ – окисленная форма.

Нитриты восстанавливаются до NH_4^+ по реакции 1.6.2:



где Fd – ферредоксин, железосодержащий белок-переносчик электронов.

Процесс осуществляется с помощью фермента ферредоксин-зависимой нитритредуктазы (рис. 19).

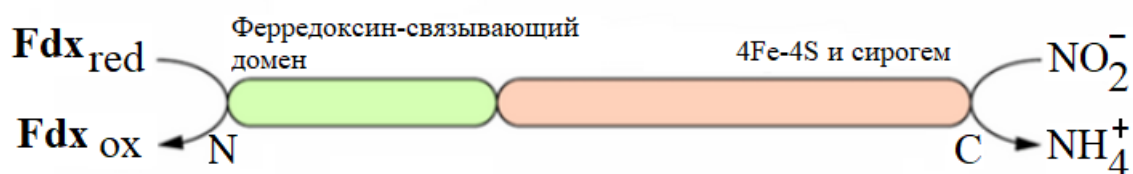


Рис. 19. Строение ферредоксин-зависимой нитритредуктазы

Фермент имеет сложную структуру, он состоит из двух доменов и кофакторов. Ферредоксин связан с N-концевой последовательностью молекулы фермента, а нитрит локализуется на C-концевой части (железосерный кластер [4Fe-4S] и сирогем). Фермент обеспечивает передачу шести электронов от ферредоксина на нитрит, в результате чего образуется катион аммония.

Нитратредуктаза – это индуцируемый фермент, который начинает синтезироваться преимущественно в точке роста корня и молодых листьях растений при поступлении из почвы нитратов. Активность нитритредуктазы в 5...20 раз выше, чем активность нитратредуктазы, поэтому образующиеся нитриты не запасаются, а мгновенно и безотходно восстанавливаются до NH₄⁺. В дальнейшем аммоний используется для синтеза аминокислот и амидов.

Восстановление нитратов в нитриты всегда сопровождает процессы самосогревания в зеленых растениях. Кроме того, нитриты образуются и при ранних заморозках, а также в жаркую погоду даже при непродолжительном хранении (1,5...2 часа) [8].

Наиболее опасно отравление нитратами, растворимыми в воде, т.к. это увеличивает скорость всасывания их в кровь, поэтому содержание нитрат-аниона в воде не должно превышать 45 мг/л. Сельское население поглощает с питьевой водой больше нитратов, чем городское. Допустимая суточная доза нитратов составляет 5 мг/кг м.т. человека, или 300...350 мг нитратов ежедневно. Допустимая суточная доза нитритов составляет 0,2 мг/кг м.т. (для грудных детей 0 мг/кг м.т.). В организм человека нитраты поступают с овощами – 70%, с водой – 20%, с мясными, молочными и консервированными продуктами – 6% (табл. 2).

Таблица 2 – Источники поступления нитратов в организм человека
(по данным [24])

Источник	Годовое потребление, кг	Содержание нитратов, мг/кг	Общее поступление в сутки, %
Мясные продукты	60	13,2	1,1-1,9
Хлеб	134	2,0	0,3-0,6
Молочные продукты	318	4,9	1,9-3,8
Овощи и бахчевые	106	54-1398	57-75
Картофель	110	57-75	11-15
Фрукты	46	10-24	1,2-1,4
Вода	800	10	10-20

Возникает вопрос: если нитраты являются естественным азотистым метаболитом, то каким образом пищевая продукция оказывается перенасыщена нитратами?

Повышенные концентрации нитратов в пищевой продукции, как правило, связаны с нарушением баланса микроэлементов, неконтролируемым использованием азотных удобрений и пестицидов. Поглощение нитратов растениями из почвы повышается в 10...20 раз под влиянием некоторых гербицидов, например 2,4-дихлорфеноксисукусной кислоты (сокращённо 2,4-Д) из группы синтетических ауксинов. Дефицит молибдена в почве также приводит к нарушениям метаболизма, способствующим накоплению нитратов в биомассе плодов.

В то же время нитриты натрия и калия являются технологическими добавками к мясу и мясным продуктам (фарш, колбаса, сосиски) для придания красного или розового цвета. Это обусловлено взаимодействием миоглобина с нитритами, в результате чего образуется нитрозомиоглобин с характерной термостойкой окраской. Кроме того, добавление нитрита калия (пищевая добавка Е-249) предотвращает образование ботулотоксина, продукта жизнедеятельности патогена *Clostridium botulinum*.

Другой антропогенной причиной накопления нитратов в растениях является нарушение агротехники и внесение нитратов в почву в сверхнормативной дозировке и без учёта фазы вегетации. Так, содер-

жание нитратов в листьях салата без азотистой подкормки составляет 2900 мг/кг, с внесением селитры – 4400 мг/кг.

Наконец, микробиологическое восстановление нитратов до нитритов может происходить при транспортировке, хранении и переработке сырья и продуктов питания, поэтому хранение готовых блюд при повышенной температуре недопустимо.

Помимо технологических (антропогенных) причин, существуют и естественные условия, влияющие на содержание нитратов в растениях. К их числу относятся следующие факторы.

- 1) Наследственно закреплённые, сортовые и индивидуальные особенности растений, например: способность к аккумуляции в количествах, превышающих среднее содержание нитратов в фитомассе со следующей кратностью: свёкла – 26, репа – 18, редис – 15, укроп – 14, редька – 9, шпинат – 8);
- 2) неравномерность динамики накопления нитратов по стадиям зрелости (молодой картофель, ранние овощи содержат на 50...70% нитратов больше, чем плоды в стадии уборочной зрелости). Снижение нитратов в растениях с возрастом снижается в результате вовлечения нитратов в метаболизм и расходования запасов минерального азота в почве;
- 3) зависимость активности ферментов нитратредуктаз, трансаминаз от погодно-климатических факторов (освещённость, температура и влажность среды). По данным Тимирязевской сельскохозяйственной академии, в засушливом 2007 году пекинская капуста содержала почти в 2 раза больше нитратов, чем при благоприятном водном режиме в последующем 2008 году. Белорусские исследователи из Института почвоведения и агрохимии установили сходную тенденцию в отношении картофеля. По их оценке, содержание NO_3 в клубнях картофеля зависит от удобрений и погодных условий на 51 и 45% соответственно. К аналогичным выводам пришли немецкие ученые, которые рассчитали следующие доли влияния факторов: удобрения – 47%, климатические условия – 29%, сортовые особенности – 24% [21].

Нарушение баланса концентрации нитратов в организме обуславливает тяжёлые патологии, от гипоксии до канцерогенеза. Под влиянием микрофлоры пищеварительного тракта (начиная с полости рта) и тканевых ферментов нитраты частично восстанавливаются до нитритов, проникают в кровь и окисляют двухвалентное железо гемо-

глобина (Hb) в трехвалентное с образованием метгемоглобина (MetHb), не способного к газообмену в тканях.

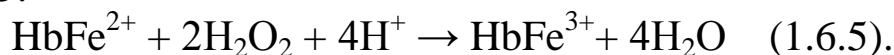
Образование метгемоглобинового железа может происходить двумя путями. В ходе прямого пути окислителями являются нитрит-анионы по уравнению 1.6.3:



В ходе косвенного пути нитриты сначала окисляются до нитратов при сопутствующем образовании пероксида водорода по реакции 1.6.4:



затем пероксид водорода взаимодействует с железом гемоглобина по реакции 1.6.5:

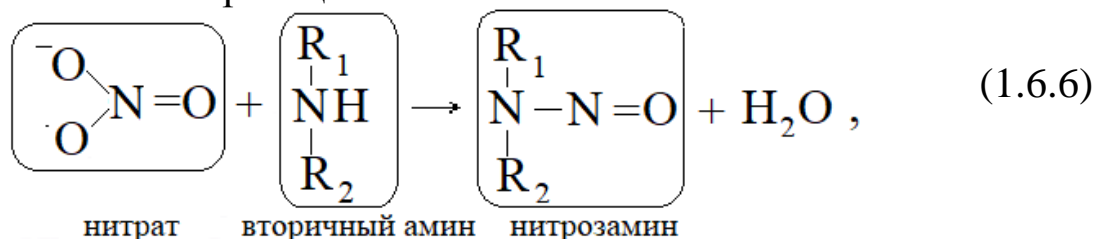


Один миллиграмм нитрита натрия способствует образованию до 2000 мг MetHb. Повышение его содержания в крови до 20% является критическим уровнем, превышение которого ведёт к кислородному голоданию (гипоксии), которая проявляется сначала как вялость, сонливость, а в терминальной стадии в виде судорог, цианоза и гибели. Наиболее чувствительны к подобным состояниям дети, пожилые люди, беременные женщины и люди с кардиологическими и респираторными заболеваниями [13].

В физиологических условиях в организме образуется не более 2% MetHb, поскольку одновременно протекает обратная реакция восстановления Hb с участием фермента метгемоглобинредуктазы. Однако при аномальном поступлении нитратов и нитритов каталитическая ёмкость не сможет компенсировать дисбаланс.

Хроническое воздействие нитритов приводит к быстрой деградации витаминов А, Е, С, В₁, В₆ и снижению общей устойчивости организма к различным негативным факторам. Способность нитритов и нитратов изменять активность обменных процессов используют в животноводстве для получения «мраморного» мяса. При добавлении в рацион при откорме свиней определенных количеств нитратов снижается интенсивность обмена и происходит отложение жировых запасов. Затем применение нитратов отменяется и животных переводят на традиционный режим кормления. Такое чередование повторяют периодически, в результате гистологические и биохимические свойства изменяются и мясо приобретает особые потребительские свойства, обозначаемые термином «мраморная структура».

При взаимодействии с алифатическими аминами нитриты образуют нитрозамины, оказывающие мутагенное и канцерогенное действие. В составе этих соединений содержится характерная нитрозогруппа вида $>N-N=O$, образуемая при взаимодействии нитритов с вторичными, третичными и четвертичными аминами при нитрозировании аминов по реакции 1.6.6:



Нитрозамины обладают кумулятивным действием, т.е. низкие однократные дозы суммируются и вызывают злокачественные опухоли. Промоуторами нитрозаминов являются подсластители сахарин и цикламат натрия, а усилителями действия – полициклические углеводороды, содержащиеся в оливковом масле, фруктах, морепродуктах, копченом и вяленом мясе, рыбе и кофе.

В таблице 3 приведены данные по допустимому содержанию нитратов в сельскохозяйственной продукции растительного происхождения.

Таблица 3 – Допустимые уровни содержания нитратов (мг/кг) в продуктах растительного происхождения (открытый грунт/закрытый грунт*)

Продукт	Содержание нитратов	Продукт	Содержание нитратов
Картофель	250	Кабачки	400/400*
Капуста ранняя	900	Листовые овощи	2000/3000*
Капуста поздняя	500	Дыни	90
Морковь ранняя	400	Арбузы	60
Морковь поздняя	250	Виноград столовых сортов	60
Томаты	150/300*	Яблоки, груши	60
Лук репчатый	80	Консервированные фруктовые соки и пюре	50
Лук-перо	600/800*	Консервы овощные	

Перец сладкий	200/400*	и фруктово-овощные для детей старше 4 мес.	200
Огурцы	150/400*	Тыква для детских консервов	200

Приоритетными токсинами являются нитрозодиметиламин и нитрозодиэтиламин. Нитрозосоединения образуются в ходе обработки сырья и полуфабрикатов (копчение, соление, длительное хранение). В колбасных изделиях, копчёностях, рыбе и рыбных консервах, в которых применяют нитраты калия и натрия для формирования окраски, содержание нитрозаминов достигает 80...110 мкг/кг. В составе ежедневного рациона человек получает около 1 мкг нитрозосоединений, из них с атмосферным воздухом ориентировочно 001 мкг, с вдыхаемым воздухом – 0,3 мкг при допустимой суточной дозе 10 мкг, или 5 мкг/кг пищевого продукта. Рекомендованная ПДК нитрозосоединений в питьевой воде составляет 0,03 мкг/л.

В организме человека нитрозирование протекает при рН 2...3, поэтому при пониженной кислотности желудочного сока образование нитрозаминов повышено. Блокирование синтеза нитрозосоединений может быть достигнуто путем добавления к пищевым продуктам аскорбиновой, изоаскорбиновой кислот в виде натриевых солей, а также токоферолов (витамин Е), таннинов и пектиновых веществ. При аскорбат-нитратном соотношении 2:1 и более нитрозоамины не образуются вовсе, а присутствие пищевых волокон подавляет всасывание нитрозоаминов в кишечнике. Таким образом, первоочередным способом снижения пищевых рисков, связанных с продуктами превращения нитратов, является контроль их содержания в окружающей среде.

Для ограничения накопления нитратов в продуктах растениеводства используют ряд стандартных агротехнических приёмов [17], в частности:

- обоснование доз внесения азотистых удобрений по результатам почво- и фитодиагностики. Ограничение норм внесения азота количеством 60...80 кг/га (при сохранении фона фосфорно-калийных удобрений) на дерново-подзолистых почвах для ранних сортов агрокультур;
- замедление нитрификации с помощью инерционно действующих удобрений и ингибиторов;

- селективный отбор культур с пониженной кумулятивностью по нитратам;
- равномерное внесение удобрений по посевной площади;
- прекращение азотистой подкормки за 40...60 дней до завершения вегетации плодовых культур;
- замена аммиачной селитры на сульфат аммония для картофеля;
- уборка зеленных культур на высоком срезе для исключения сбора стеблей с высоким содержанием нитратов;
- учёт температуры, инсоляции и суточной динамики нитратов в овощной фитомассе (содержание нитрат-ионов кратно снижается в прохладную погоду во второй половине дня, около 17:00; затенение томатов, свёклы, моркови способствует накоплению нитратов);
- учёт факторов севооборота: посев капусты после редиса, моркови на торфяниках ведёт к усилению биоаккумуляции нитратов;
- использование внекорневых подкормок стимуляторами роста (гидрогумат способствовал кратному снижению нитратов в фитомассе моркови);
- учёт сортовых особенностей культур. Так, пчёлоопыляемые сорта огурца накапливают вдвое меньше нитратов по сравнению с партенокарпическими (образующими плоды без семян);
- использование специфичных агротехнических приёмов. Так, подрезание корней столовой свёклы за день до уборки способствует снижению концентрации нитратов за счёт активации их включения в синтез азотсодержащей органики.

В домашних условиях снижение содержания нитратов в овощах достигается с помощью приёмов, имеющих эмпирическое обоснование:

- очистка покровов и удаление вегетативных частей, концентрирующих нитраты: удаление кроющих листьев, вырезание кочерыжки у капусты, очистка кожуры картофеля, удаление основания плодоножки у патиссонов и кабачков;
- предпочтительное использование корнеплодов среднего размера (свёкла 400...500 г, редька 300...400 г, морковь 80...100 г), т.к. количество нитратов в фитомассе пропорционально их размеру;
- выдерживание корнеплодов моркови, картофеля в 1%-ном растворе лимонной или аскорбиновой кислоты перед переработкой. Вымачивание овощей снижает содержание нитратов на 5...20%, варка – на 80% в результате инактивации нитритредуктазы.



Вопросы для самопроверки

- 1 Чем обусловлена особая роль азотистых удобрений для обеспечения качества и безопасности сельскохозяйственного сырья?
- 2 Основные реакции превращения нитратов в аммонийные катионы в растительной клетке.
- 3 Особенности строения и функционирования ферредоксин-зависимой нитритредуктазы.
- 4 Каков уровень допустимой суточной дозы нитратов для организма человека?
- 5 Почему, в отличие от нитратов, нитриты не накапливаются в растительных тканях?
- 6 Если нитраты являются естественным азотистым метаболитом, то каким образом пищевая продукция оказывается перенасыщена нитратами?
- 7 Оказывают ли гербициды влияние на накопление нитратов в растениях?
- 8 С какой целью нитриты натрия и калия добавляют к мясу, мясным полуфабрикатам и продуктам?
- 9 Каковы природные условия накопления нитратов в растениях?
- 10 Каков механизм метгемоглобиновой гипоксии, инициированной под влиянием нитритов?
- 11 В чём заключается физиологический механизм противодействия метгемоглобиновой гипоксии?
- 12 Каковы основные условия метаболической трансформации в цепочке нитраты – нитриты – нитрозамины и указать основные проявления биотоксичности указанных соединений.

Тема 1.7 Антиалиментарные факторы

Понятие об антиалиментарных факторах и их классификация. Антиферменты. Антивитамины. Соединения, блокирующие усвоение аминокислот. Деминерализующие вещества.

Антиалиментарные (антипищевые) вещества – это соединения, не обладающие токсичностью, но блокирующие или ухудшающие ус-

воение нутриентов и содержащиеся в некоторых природных пищевых продуктах.

В эту группу входят:

- антиферменты,
- антивитамины
- соединения, блокирующие усвоение некоторых аминокислот,
- деминерализующие вещества.

Антиферменты – это вещества белковой природы, тормозящие активность некоторых пищеварительных ферментов (пепсина, трипсина, α -амилазы) и снижающие усвоение белков рациона. Они содержатся в сырых бобовых, яичном белке, пшенице, ячмене и др. После достаточного теплового или какого-либо другого воздействия, денатурирующего белки, антиферменты теряют активность.

Антивитамины – вещества, блокирующие или разрушающие витамины. Так, лейцин в больших количествах может рассматриваться как *антивитамины ниацина*. Подобным действием обладают содержащиеся в кукурузе индолилуксусная кислота и ацетилпиридин. При преимущественном питании кукурузой оба соединения усиливают развитие пеллагры, вследствие недостатка ниацина и триптофана в этой культуре.

Антивитаминами для аскорбиновой кислоты являются окислительные ферменты: аскорбатоксидаза, полифенолксидазы и др. В нормальных условиях они пространственно разделены с субстратом стенками лизосом и начинают контактировать с аскорбиновой кислотой только при нарушении целостности клеток в процессе нарезки растительного сырья. В кислой среде эти ферменты неактивны, их необратимое инактивирование происходит в результате тепловой обработки. Аскорбиновую кислоту может разрушать хлорофилл при низкой кислотности (рН 5,0), например в салате, состоящем из нарезанного лука и томатов.

Таким образом, сырые растительные продукты целесообразно использовать в интактном состоянии (целиком), чтобы избежать длительного контакта окислительных ферментов и хлорофилла с аскорбиновой кислотой.

Антивитамином для тиамин является фермент тиаминидаза, содержащийся в сырой рыбе. Организм испытывает недостаток в тиамине при потреблении источников ортодифенолов, биофлавоноидов, т. е. веществ с Р-витаминным действием (они содержатся в кофе,

чае). Антитиаминовый эффект проявляется при увеличенном потреблении этих продуктов. В процессе длительного кипячения кислых ягод, фруктов из тиамина образуется окситиамин, обладающий антивитаминым действием по отношению к витамину В₁.

Биотин становится дефицитным витамином в рационе при избыточном потреблении сырых яиц, поскольку в яичном белке содержится фракция протеина – белок авидин, связывающий этот витамин в неусвояемое соединение. Тепловая обработка яиц лишает белок антивитаминовых свойств наряду с антипротеазным действием.

Ретинол разрушается под влиянием перегретых или гидрогенизированных жиров. Следовательно, для его сохранения нужна умеренная тепловая обработка жиров.

Факторами, блокирующими усвоение или обмен некоторых аминокислот (в основном, лизина), являются редуцирующие углеводы, которые взаимодействуют с ними при совместном нагревании (реакция Майяра). Щадящая тепловая обработка, а также рациональное сочетание источников лизина и редуцирующих углеводов обеспечивает усвоение соответствующих незаменимых аминокислот.

Деминерализующие факторы (снижающие усвоение минеральных веществ). К ним относится щавелевая кислота, фитин, танины, кофеин, серосодержащие соединения крестоцветных культур и др. Они связывают некоторые макро- и микроэлементы в неусвояемые соединения.

Щавелевая кислота в большом количестве содержится в щавеле (500 мг/100 г) и ревене (800 мг/100 г) и противодействует усвоению не только кальция, содержащегося в этих культурах, но и в других, одновременно потребляемых продуктах. Их влияние может быть смягчено лишь путем включения в рацион богатых источников кальция.

Фитин расщепляется термостабильным ферментом фитазой, содержащейся в растительных тканях, поэтому деминерализующий эффект фитина проявляется в наибольшей степени при потреблении сырых растительных продуктов. Большое количество фитина содержится в злаковых и бобовых (пшеница, фасоль, горох, кукуруза) – около 400 мг/100 г, причем основная часть в наружном слое зерна.

Под воздействием дубильных веществ, содержащихся в крепком чае, образуются хелатные соединения с железом, которые не всасываются в тонком кишечнике. Эти факторы не влияют на гемовое железо, содержащееся в мясе, рыбе, яичном желтке.

Благодаря содержанию кофеина, кофе увеличивает выделение из организма ряда минеральных веществ, в том числе кальция, магния, натрия.

В состав ряда продуктов входят серосодержащие соединения, блокирующие усвоение йода.

В пищевых продуктах могут содержаться природные токсические соединения (лектины, гликозиды, этанол, соланин и др.). Некоторые повреждающие вещества образуются при технологической обработке.

Лектины – это гликопротеины, обладающие местным и общим токсическим действием. Они нарушают процессы всасывания в тонком кишечнике, повышают проницаемость его стенок, вследствие чего обуславливают проникновение чужеродных веществ во внутреннюю среду организма, вызывают также склеивание эритроцитов (агглютинацию) и ряд других нарушений. Эти вещества содержатся в бобовых, арахисе, проростках растений, икре рыб. Тепловая обработка, особенно гидротермическая, разрушает лектины.

Цианогенные гликозиды содержатся в ядрах косточек ряда плодов (миндаля, абрикоса, вишни и др.). При расщеплении этих веществ соответствующими ферментами высвобождается синильная кислота, сильный дыхательный яд. Это происходит при длительном хранении источников цианогенов, например наливок, настоянных на плодах с косточками.

Этанол, потребляемый в составе содержащих его напитков, быстро проникает через мембраны клеток и поражает все органы. Одной из сторон влияния этанола является торможение всасывания в кишечнике тиамина и фолиевой кислоты, вследствие чего нередко развиваются алкогольный полиневрит (болезнь бери-бери) и нарушения кроветворения.

В картофеле при определенных условиях созревания и хранения образуются в большом количестве токсичные гликоалкалоиды – соланин и чаконин, что приводит к позеленению клубней. Эти соединения обладают антихолинэстеразной активностью.

В пищевой технологии широко используют тепловые приемы, ведущие к карамелизации сахара, образованию меланоидинов из редуцирующих углеводов и аминокислот. В этих условиях может образоваться оксиметилфурфурол, который при накоплении в организме оказывает повреждающий эффект.

При избыточном нагреве до обугливания поверхности, при копчении изделий образуются канцерогенные углеводороды, в том числе бензпирен. Его канцерогенный эффект усиливается фенолом, танином, кофеином.

Сильными канцерогенами являются нитрозосоединения. Они образуются в организме и в продуктах из пептидов, аминокислот, аминов при технологической обработке, в том числе при посоле, копчении, а также в процессе хранения продовольственного сырья в нарезанном виде и готовых изделий.



Вопросы для самопроверки

- 1 Относятся ли яды и токсины к антиалиментарным факторам?
- 2 Какова химическая природа антиферментов?
- 3 Как различаются по термоустойчивости антиферменты растительного и животного происхождения?
- 4 Какие незаменимые аминокислоты могут выступать в роли антивитаминов по механизму конкурентной аналогии?
- 5 При каких условиях окислительные ферменты становятся антивитаминами для аскорбиновой кислоты?
- 6 Можно ли отнести к антиферментам соединения тяжёлых металлов, имеющие высокое химическое сродство к тиоловым группам белков (тиоловые яды)?
- 7 Сычужный фермент ингибируется пептастатином (антибиотик стрептококков). Является ли пептастатин антиалиментарным фактором?
- 8 Является ли хлорофилл антивитамином по отношению к аскорбиновой кислоте?
- 9 Какой способ использования свежих овощей (целиком или нарезка) является более физиологичным?
- 10 Каковы природные источники тиаминазы, антивитамина В₁?
- 11 При каких условиях авидин куриного яйца теряет свои антивитаминовые свойства?
- 12 Перечислить основные деминерализующие вещества, встречающиеся в обычном рационе.
- 13 Каковы технологические условия переработки плодов для снижения риска накопления цианогенных гликозидов в консервированной продукции?

- 14 Можно ли отнести к антиалиментарным факторам лектины, гликозиды, этанол, соланин?

Тема 1.8. Пестициды в пищевой продукции

Факторы, влияющие на загрязнение продовольствия пестицидами. Документы, регламентирующие содержание пестицидов. Основные группы пестицидов по химической классификации. Глобальные пестициды. Характер распределения пестицидов в биомассе плодов. Технологические приёмы снижения содержания пестицидов в пищевой продукции.

В организм человека пестициды поступают как в составе сельскохозяйственного сырья, так и через конечные продукты переработки (консервы, колбасы, молочные продукты, хлебобулочные изделия). Присутствие пестицидов в продовольствии обусловлено такими факторами, как преднамеренный характер внесения в окружающую среду, глобальность распространения, способность миграции по биологическим цепям, высокая биологическая активность и опасность для здоровья животных, среды обитания и людей. Более 80% пестицидов попадает в организм с пищей, поэтому во всем мире пестициды занимают особое место в структуре химических загрязнителей пищевых продуктов и строго регламентируются.

В соответствии с ФЗ-№109 от 19.07.97 г. «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами» и СанПиН 1.2.1077-01 «Гигиенические требования к хранению, применению и транспортировке пестицидов и агрохимикатов» на территории Российской Федерации разрешается ввоз, хранение, перемещение, реализация и применение пестицидов, прошедших токсиколого-гигиеническую экспертизу в установленном порядке и включенных в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ. С 1 сентября 2022 года введена в промышленную эксплуатацию федеральная государственная система прослеживаемости пестицидов и агрохимикатов ФГИС «Сатурн».

Согласно химической классификации пестицидов, их разделяют на четыре группы: хлорорганические (ХОП), фосфорорганические (ФОП), алкилкарбоновые кислоты и соединения ртути. Глобальное распространение имеют четыре вида пестицидов (рис. 20), содержа-

ние которых нормировано во всех видах продовольственного сырья и пищевых продуктов в соответствии с СанПиН 2.3.2.1078-01.

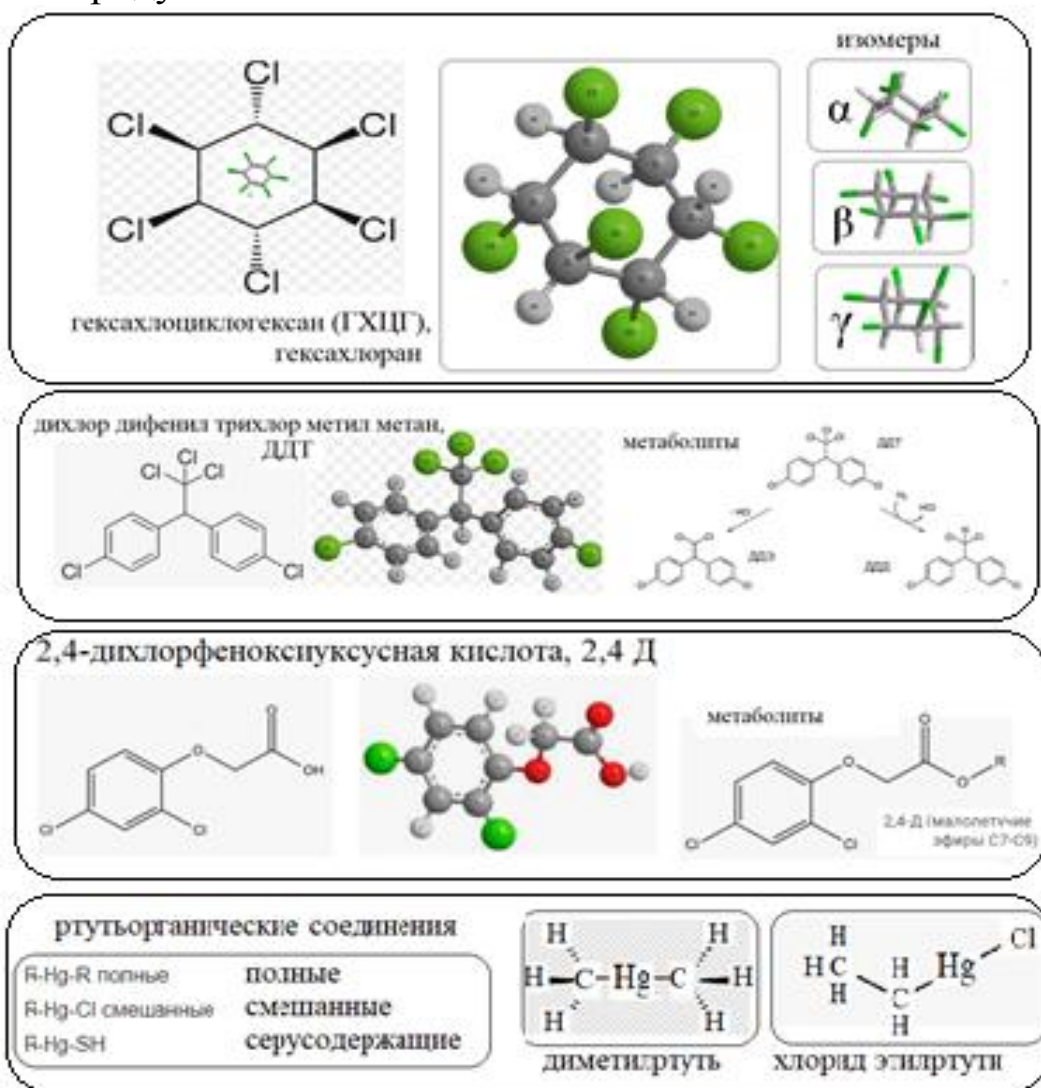


Рис. 20. Глобальные пестициды

Остаточные количества всех других пестицидов, в том числе фунгицидов, в продовольственном сырье и пищевых продуктах определяются на основании информации, представляемой изготовителем (поставщиком) продукции об использованных пестицидах при производстве, хранении и транспортировке продуктов. При этом фактическое содержание пестицидов сравнивается с гигиеническими нормативами содержания пестицидов в объектах окружающей среды (ГН 1.2.1323-03). Допустимые уровни содержания «глобальных пестицидов» в группах пищевых продуктов приведены на рис. 21.

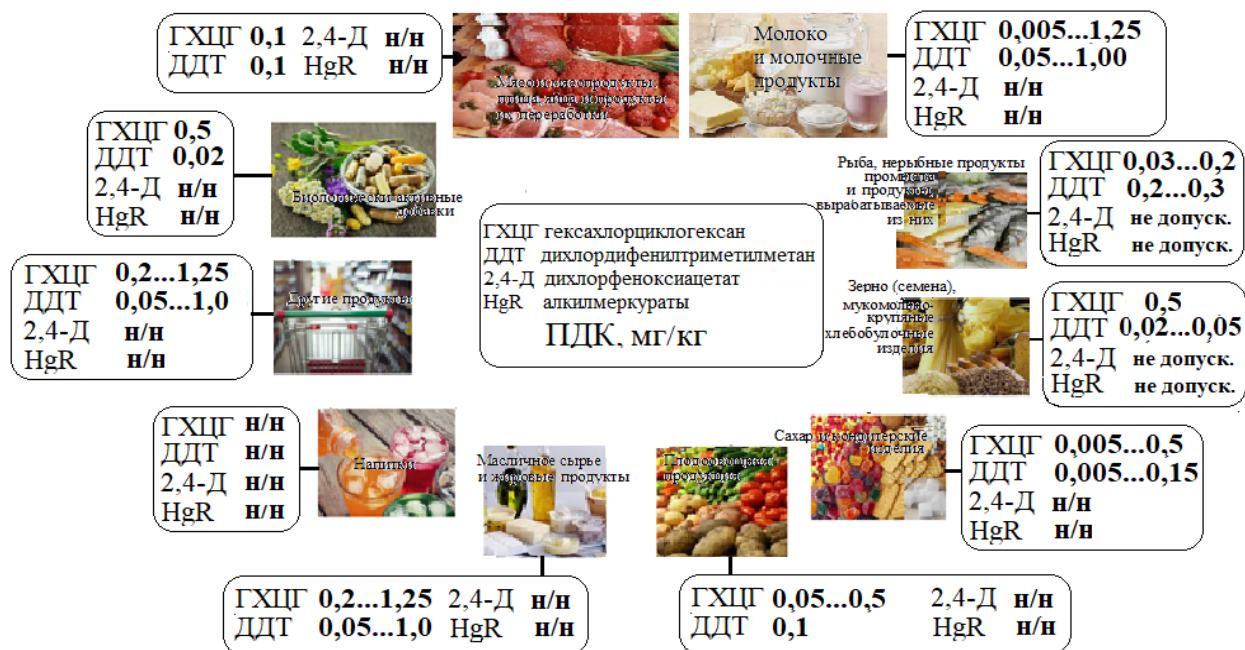


Рис. 21. ПДК глобальных пестицидов для основных групп пищевых продуктов (н/н – не нормируется, не допуск. – не допускается)

Остаточные количества в продовольствии всех других пестицидов, в том числе фумигантов, определяются на основании информации, представляемой изготовителем (поставщиком) продукции об использованных пестицидах при производстве, хранении и транспортировке продуктов. При этом фактическое содержание пестицидов сравнивается с гигиеническими нормативами содержания пестицидов в объектах окружающей среды (ГН 1.2.1323-03). В целом по России учреждениями госсанэпиднадзора ежегодно определяется в продуктах питания порядка 200 пестицидов (перечень разрешенных для применения содержит более 600 наименований пестицидов). При этом ежегодно исследуется более 200 тыс. проб пищевых продуктов.

Эффективность снижения остаточных количеств пестицидов определяется учётом характера их распределения в разных частях растений. Основные количества ХОП и ФОП почти не проникают внутрь и концентрируются на поверхности кожуры плодов и в зерновых оболочках. Поэтому начальным этапом промышленной и кулинарной обработки овощей и фруктов является тщательное мытье щелочными растворами (сода). Однако при этом не смываются липофильные соединения, прочно связанные с восками кутикулы. В этом случае используют механические средства и детергенты (спирт, поверхностно-активные вещества). При размоле зерна пестициды переходят в отруби, мука тонкого помола гарантированно содержит ми-

нимум пестицидов. Мытье не эффективно против липофильных препаратов, которые прочно связываются с восками кутикулы. В этом случае следует использовать салфетки и различные моющие средства, удаляющие жиры и воски (детергенты, сода, спирты). Наиболее эффективный способ снижения содержания пестицидов на 90% и более – удаление наружных частей растений. Дальнейшее разрушение пестицидов происходит при кулинарной обработке (варка, жарение, печение, консервирование, изготовление варений, джемов, мармеладно-пастильных изделий и пр.).



Вопросы для самопроверки

- 1 Каковы основные факторы, влияющие на загрязнение продовольствия пестицидами?
- 2 Какие документы регламентируют содержание пестицидов в сельскохозяйственном сырье и продуктах питания?
- 3 Назвать основные группы пестицидов в соответствии с их классификацией по химической природе.
- 4 Какие пестициды называют «глобальными» и почему?
- 5 Каков характер распределения пестицидов в биомассе растительного сырья?
- 6 Перечислить основные технологические приёмы снижения содержания пестицидов в сельскохозяйственном сырье при его промышленной и кулинарной обработке.
- 7 Каким образом учитывают информацию об остаточных количествах пестицидов, не относящихся к глобальным, содержание которых в настоящее время не регламентировано в установленном порядке?

Тема 1.9. Радионуклиды в пищевых продуктах

Понятие о радиоактивности и ионизирующих излучениях. Биологическое действие ионизирующих излучений на организм человека. Источники радионуклидов. Пути поступления радионуклидов в организм. Технологические способы снижения содержания радионуклидов в пищевой продукции

Радиационная безопасность – это одна из важнейших сфер санитарно-эпидемиологического благополучия. Её обеспечение требует

постоянной защиты человека и среды его обитания от неблагоприятного воздействия ионизирующих излучений.

В 1936 г. в саду больницы Св. Георгия Гамбурге был воздвигнут «Мемориал Радиологии» с именами 110-ти ученых и инженеров, ставших жертвами первых экспериментов по изучению рентгеновских лучей (рис. 22).



Рис. 22. Мемориал Радиологии в Гамбурге

Общеизвестны трагедии Хиросимы, Нагасаки, Чернобыля, после которых люди продолжают умирать от облучения. Для некоторых регионов радионуклиды стали одним из основных токсикантов окружающей среды. Поэтому поиск физиологичных способов защиты от источников ионизирующего излучения входит в число приоритетных направлений наук о питании.

Электромагнитный спектр природных излучений включает волны различной длины, от очень длинных (возникающих при работе электрогенераторов, неионизирующие) до самых коротких и опасных (рентгеновские и космические лучи ионизирующего действия, выбивают электрон из атома).

Изотопами называют разновидности атомов одного и того же химического элемента с одинаковым числом протонов в ядре (p) и разным числом нейтронов (n). Сумма $p+n$ называется массовым числом атомного ядра. Например, уран-238 содержит 92(p) и 146(n), а уран-235 тоже 92(p), но 143(n). Ядра изотопов химических элементов образуют группу нуклидов. Некоторые нуклиды стабильны в отсутствии внешнего воздействия, большинство же нуклидов нестабильны, они постепенно распадаются и превращаются в другие нуклиды, что сопровождается высвобождением энергии в виде излучения. Периоды полураспада имеют диапазон от часов (йод-133 – 20,8 ч.) и суток (йод-131 – 8,05 сут.; цезий-144 – 284 сут.) до десятилетий (стронций-90 – 28 лет; цезий-137 – 30 лет) и тысячелетий (плутоний-

239 – 20 000 лет). Количество повреждений, вызванных ионизирующей радиацией в живом организме, напрямую зависит от количества энергии, переданной тканям на единицу массы (доза).

Биологическое действие ионизирующих излучений на организм человека имеет фазный характер. Первые три фазы – быстрые, протекают за микросекунды и вызывают молекулярные изменения. В четвертой медленной фазе эти изменения преобразуются в функциональные и структурные нарушения на уровне клеток, органов и организма в целом.

Первая фаза (физическая, 10^{-13} с.) включает процессы ионизации и возбуждения атомов. Вторая (физико-химическая, 10^{-10} с.) включает образование химически агрессивных первичных радикалов и их продуктов – долгоживущих вторичных радикалов. Третья (химическая, 10^{-6} с.) включает реакции образованных радикалов с органическими молекулами клеток, что приводит к молекулярной трансформации. Четвёртая (биологическая) фаза имеет различную длительность и объединяет клеточные изменения, включая структуру ДНК в ядре клетки.

Наибольшую опасность представляет внутреннее облучение, которому человек подвергается в результате потребления загрязнённых радионуклидами (РН) продуктов питания. В отличие от внешних воздействий, когда источник находится вне организма, при внутреннем облучении длины пробега альфа-частиц достаточно для поражения клеток и тканей. Существует три основных механизма поступления РН в организм человека: респираторный, эпидермальный и алиментарный. Последний имеет наибольшее значение. Основные пути поступления РН в организм показаны на рисунке 23.



Рис. 23. Основные пути поступления радионуклидов в организм

Контроль РН-загрязненности пищевых продуктов проводят по содержанию нестабильных изотопов стронция-90 и цезия-137, опираясь на соответствующие нормативы: 25-200 Бк/кг для стронция-90 и 40-500 Бк/кг для цезия-137 (рис. 24).

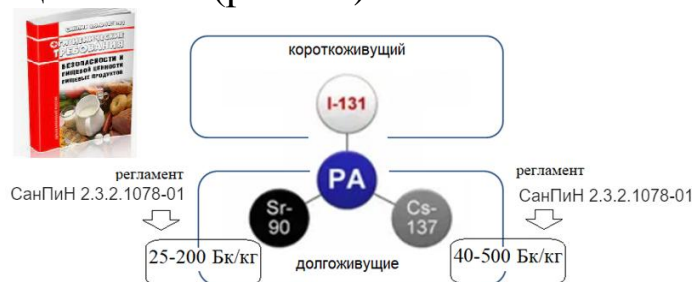


Рис. 24. Нормативы содержания радионуклидов в продуктах питания

Продукты питания могут содержать отдельные радионуклиды или их смеси. При радиоактивных выпадениях на почву радионуклиды накапливаются в форме биоконплексов соответственно адсорбционной способности различных видов почв и растений (рис. 25).

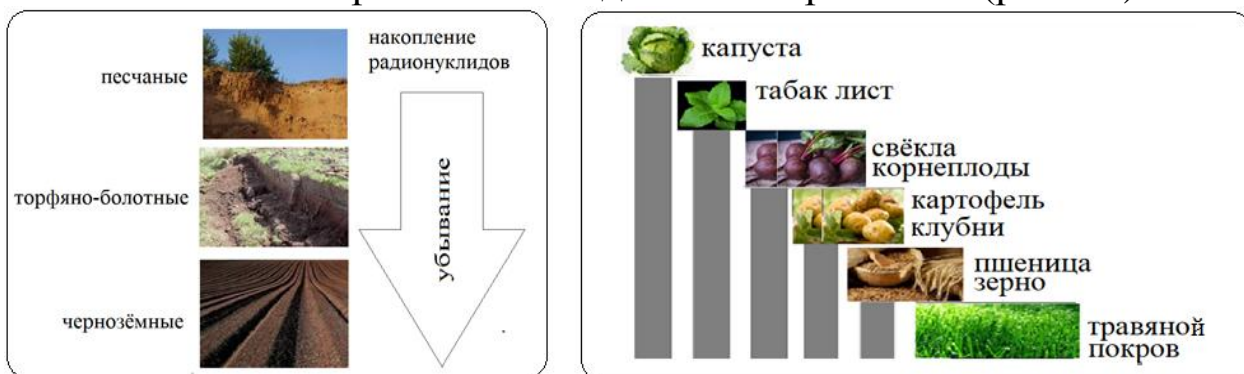


Рис. 25. Адсорбционная способность различных видов почв и растений

Основной путь загрязнения – алиментарный, когда радионуклиды попадают в организм с пищей и водой. Степень перехода в продукцию животноводства зависит от физико-химических свойств радионуклидов, видовых и возрастных особенностей животных, их функционального состояния, а также кумулятивной способности тканей. Они располагаются в убывающем порядке: щитовидная железа → печень → почки → скелет → мышцы.

Высокой способностью к накоплению РН обладают гидробионты в период активного роста, при этом хищные рыбы (щука, окунь) накапливают минимальные количества стронция-90 и максимальные – цезия-137, а растительноядные – наоборот: накапливают стронция в несколько раз больше, а цезия – меньше, чем хищники. Имеет значение и свойства водной среды (солёность и кислотность). При слабой минерализации воды способствует накоплению РН идёт более интенсивно, т.е. рыбы пресноводных водоемов загрязнены в десятки–сотни раз больше, чем обитатели солёных водоёмов.

Высокий риск радиационного загрязнения сопровождается пищевое производство на территориях с потенциальным или реализованным превышением РН-фона: локация Чернобыльской атомной электростанции, производственного объединения «Маяк», где производят компоненты для ядерного комплекса и регенерируют отработавшее ядерное топливо. Агропромышленная деятельность вблизи полигонов запрещена или ограничена, однако не прекращаются попытки продажи ягод, грибов, реже фруктов и овощей, собранных на загрязнённых территориях.

Содержание радионуклидов в пищевых продуктах нормируется СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» (ред. от 6.07.2011). Радиационная безопасность пищевых продуктов по цезию-137 и стронцию-90 определяется их допустимыми уровнями удельной активности радионуклидов, установленными тем же регламентом. Радиационная безопасность продуктов, загрязнённых другими видами РН, определяется СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности» (НРБ-99/2009).

Для снижения содержания РН в пищевом сырье используют приёмы технологической и кулинарной переработки. Так, РН удаляются вместе с отходами, не имеющими питательной ценности для человека. В производстве муки и крупы такими отходами являются зерновые оболочки, сорбирующие радионуклиды. В результате мука и крупа содержат в несколько раз меньше стронция-90, чем цельное зерно.

Механическая обработка сырья (мытьё, чистка) существенно снижает содержание цезия и стронция: в моркови, помидорах, шпинате – на 20-22%, в картофеле, свекле – на 30...40%, в бобах – на 62%. У корнеплодов (морковь, свёкла, репа) рекомендуется срезать верхнюю часть головки на 1...1,5 см, где содержится до 80% всех радиоактивных и прочих химических контаминантов (свинец, кадмий, ртуть), накопившихся в корнеплоде. Рекомендуется удалять верхние (кроющие) листья капусты и кочерыжку, снижая таким образом ещё и содержание нитратов.

При отваривании в пресной воде любой продукт теряет до 30% радионуклидов, в солёной – до 50%. Из фитомассы свеклы, капусты, гороха, щавеля, грибов в отвар переходит соответственно до 60,80,45, 50, 35% цезия-137. Из свинины в бульон выводится 20...50% цезия-137, из курятины – до 45%. Из рыбы в бульон переходят единицы процентов стронция-90 и около 60% цезия-137. Если жарить мясо, рыбу на большом огне до хрустящей корочки, количество радиоактивных веществ в продукте значительно не изменится. Переработка молока минимизирует содержание РН по сравнению с сырьём. Из молока в сливки переходит 16% йода-131, в масло – 3,5%. Стронций-90 переходит в сливки в количестве 5%, в творог – 27%, в сыр – до 45%. В сметану из молока выводится 9% цезия-137, в творог – 21%, в масло – 1,5%, в сыр – 10%.

При вымачивании в грибах на 30% снижается концентрация цезия, при отваривании – на 90%, хотя содержание стронция остаётся неизменным. В отдельных случаях кулинарная обработка может привести к концентрированию РН в конечном продукте, например: изготовление отрубей из зерна, производстве некоторых видов сыра, приготовлении ухи с вывариванием костей, плавников и чешуи. При консервировании рыбы с применением высокой температурой под давлением несъедобные части (кости, плавники) размягчаются и становятся пригодными для употребления в пищу, однако вместе с костями и плавниками в конечный продукт переносится и стронций-90.



Вопросы для самопроверки

- 1 Биологические эффекты длинноволновых и коротковолновых (ионизирующих) излучений.
- 2 Радионуклиды как особо опасный вид химических ксенобиотиков.
- 3 Фазный характер и динамика биологического влияния иони-

зирующих излучений на организм человека

- 4 Основные механизмы и пути поступления радионуклидов в организм человека.
- 5 Какие радионуклиды являются приоритетными для нормирования их присутствия в пищевой продукции?
- 6 Какова адсорбционная способность различных видов почв и сельскохозяйственных растений?
- 7 Перечислить основные технологические способы снижения содержания радионуклидов в пищевой продукции.

2. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

2.1. Изучение нормативной документации



Работа 2.1.1. Нормативная база регулирования пищевой безопасности

Цель работы: Изучить перечень базовых нормативных документов по обеспечению безопасности продовольственного сырья и продуктов питания

Образовательные задачи:

- ✓ ознакомиться с содержанием документов путём целенаправленного поиска информации
- ✓ получить представление о содержании справочной информации в нормативном документе

Исследовательская задача: Установить специфику содержания основных документов, составляющих нормативную базу регулирования пищевой безопасности

Материалы и оборудование: Нормативные документы по обеспечению безопасности продовольственного сырья и продуктов питания (электронные версии)

Интерактивные педагогические технологии



- работа в парах/микрогруппах
- архивный метод
- анализ и систематизация

Общая информация

Базовыми регламентами в области безопасности сельскохозяйственного сырья и продуктов питания являются федеральные законы:

- №29-ФЗ от 02.01.2000 (ред. от 13.07.2020) «О качестве и безопасности пищевых продуктов»;

- №52-ФЗ от 30.03.1999 (ред. от 01.01.2022) «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»;
- №184-ФЗ от 27.12.2002 (ред. от 22.12.2020) «О техническом регулировании».

Регулирующим документом международного уровня является Технический Регламент Таможенного Союза ТР ТС 021-2011 от 09.12.2011 № 880, и связанный с ним регламент «Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)» № 299 от 28.05.2010. Нормативную базу дополняют ГОСТы, ведомственные методические указания, СанПиНы (рис. 26).

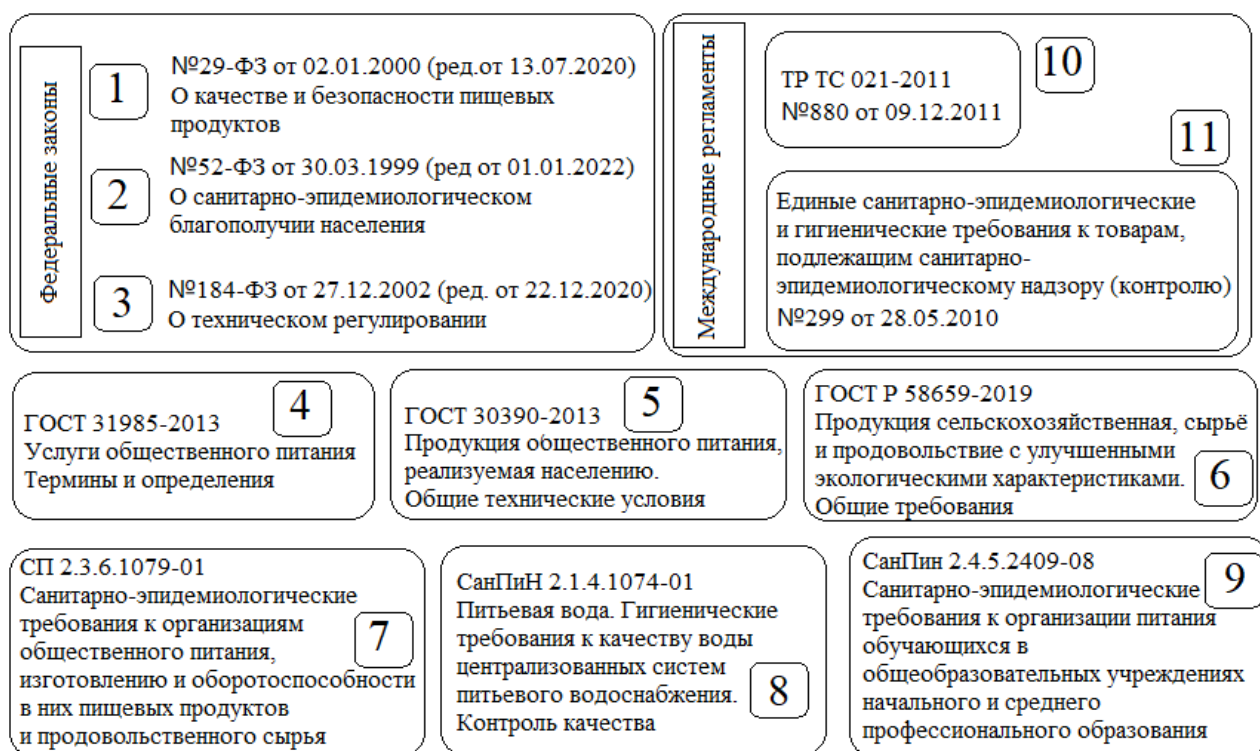


Рис. 26. Система нормативной базы по безопасности сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов

Ход работы

На основании ознакомления со структурой нормативной базы по безопасности сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов обсудить в микрогруппах и заполнить таблицу 4, указав соответствующий регламент (ФЗ, статья; ГОСТ, СанПиН) в ячейке, соответствующей конкретному пункту.

Таблица 4 – Соответствие содержания и номенклатуры регламентов

№	Вопрос	Ответ
---	--------	-------

<i>n/n</i>		
1.	Обеспечение качества и безопасности пищевых продуктов, материалов и изделий	
2.	Государственный надзор в области обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов	
3.	Мониторинг качества и безопасности пищевых продуктов, здоровья населения	
4.	Требования к обеспечению качества и безопасности пищевых продуктов при их расфасовке, упаковке и маркировке	
5.	Санитарно-эпидемиологические требования к потенциально опасным для человека химическим, биологическим веществам и отдельным видам продукции	
6.	Санитарно-эпидемиологические требования к пищевым продуктам, пищевым добавкам, продовольственному сырью, а также контактирующим с ними материалам и изделиям и технологиям их производства	
7.	Санитарно-эпидемиологические требования к условиям работы с биологическими веществами, биологическими и микробиологическими организмами и их то	
8.	Обязательное подтверждение соответствия отдельных видов продукции	
9.	Принципы технического регулирования	
10.	Знак обращения на рынке	
11.	Условия ввоза в Российскую Федерацию продукции, подлежащей обязательному подтверждению соответствия	
12.	Аккредитация органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров)	
13.	Типы предприятий питания; определение понятия «кейтеринг»	
14.	Общие требования к качеству и безопасности продукции общественного питания	
15.	Требования к процедурам обеспечения безопасности продукции общественного питания	

16.	Требования к упаковке и маркировке продукции общественного питания	
17.	Стандартизация в области сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия с улучшенными экологическими характеристиками	
18.	Требования к оборудованию, инвентарю, посуде и таре	
19.	Требования к транспортировке, приему и хранению сырья, пищевых продуктов	
20.	Требования к обработке сырья и производству продукции	
21.	Гигиенические требования и нормативы качества питьевой воды	
22.	Контроль качества питьевой воды	
23.	Требования к организации питания в малокомплектных образовательных учреждениях	



Указания к защите работы

Ответ по каждому пункту указать в виде контрольного числа, полученного сложением порядкового номера вопроса, номера документа (первые две цифры) и статьи документа.

Пример 1. Ответ на вопрос №1: ФЗ-29, ст. 4.

Контрольное число: $1+29+4 = 34$.

Пример 2. Ответ на вопрос №22: СанПиН 2.1.4.1074-01, ст. 4.

Контрольное число: $22+21+4 = 47$.

Работа 2.1.2. Санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам

Цель работы:

Изучить структуру и содержание нормативного документа в области требований к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому контролю.

Образовательные

✓ Ознакомиться с содержанием документа

задачи: путём целенаправленного поиска информации
✓ Получить представление о содержании справочной информации в нормативном документе

Исследовательская задача: изучить структуру и содержание нормативного документа для оптимизации поиска профессионально значимой информации

Материалы и оборудование: Нормативный документ «Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)»

Интерактивные педагогические технологии



- работа в парах/микрогруппах
- проблемный, архивный методы
- технологии case-study, brainstorming

Общая информация

К продукции, подпадающей под действие ТР ТС 021-2011, предъявляют «Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования», утверждённые решением Комиссии ТС №299 от 28.05.2010. Основные регламентирующие указания сосредоточены в главе II и Приложении документа.

Ход работы

1. Ознакомиться со структурой и содержанием нормативного документа «Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)» [9]. Глава II. Раздел 1. Требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов по безопасности и пищевой ценности продуктов питания.
Задание 1. Заполнить таблицу 5, указывая конкретный пункт и подпункт документа в соответствующей ячейке справа.

Таблица 5 – Соответствие содержания и номенклатуры регламента

№	Вопрос	Ответ
1.	Определения ключевых терминов: пищевые продукты; биологически активные добавки к пище; пищевая добавка; специализированные пищевые продукты; адекватный уровень потребления; верхний допустимый уровень потребления; нормы физиологических потребностей; дети раннего возраста	
2.	Какие обоснования необходимо предоставлять при разработке новых видов пищевых продуктов, в т.ч. полученных из нетрадиционных видов сырья, а также новых технологических процессов?	
3.	Какую информацию необходимо предоставлять для продовольственного сырья растительного или животного происхождения?	
4.	В чём заключаются общие и отдельные требования к маркировке пищевых продуктов?	
5.	Какие указания на маркировке являются обязательными для биологически активных добавок к пище и пищевых продуктов, полученных с применением ГМО?	
6.	Каковы условия использования на маркировке термина «экологически чистый продукт»?	
7.	Какие требования предъявляются к органолептическим свойствам пищевых продуктов при их хранении, перевозке и реализации?	
8.	Какие объекты не допустимы при изготовлении продовольственного сырья животного или растительного происхождения требования к пищевому сырью	
9.	Каковы количественные критерии нормирования контаминантов при определении показателей безопасности и пищевой ценности	
10.	Имеются ли исключения в гигиенических требованиях к допустимому содержанию токсичных элементов в различных видах продовольственного сырья и пищевых продуктов?	

11.	Какие микотоксины контролируют в продовольственном сырье и пищевых продуктах растительного происхождения?	
12.	Какие микотоксины контролируют в молоке и молочных продуктах?	
13.	Какие загрязнители являются приоритетными для зерновых продуктов, орехов, семян масличных культур, продуктов переработки фруктов и овощей?	
14.	Какие загрязнители контролируют в продовольственном сырье и мукомольно-крупяных изделиях, кукурузе и продуктах её переработки?	
15.	Как регламентируются микотоксины в продуктах детского и диетического питания?	
16.	Какие пестициды являются глобальными и как регламентируется их содержание в продовольственном сырье и пищевых продуктах?	
17.	Какие пестициды, помимо глобальных, контролируют в зерне и продуктах его переработки?	
18.	Какие пестициды, помимо глобальных, контролируют в рыбе и рыбной продукции?	
19.	Какие виды ветеринарных ксенобиотиков контролируют в продуктах животного происхождения	
20.	В каких видах продовольственного сырья и пищевых продуктов контролируют содержание полихлорбифенилов (ПХБ)?	
21.	В каких видах пищевых продуктах контролируют содержание азотсодержащих соединений?	
22.	В каких объектах промысла контролируются фитотоксины?	
23.	Каковы индикаторы окислительной порчи жировых продуктов?	
24.	Каковы условия контроля патогенных микроорганизмов в пищевых продуктах, для которых отсутствуют регламенты?	
25.	Как регламентируется присутствие личиночных форм гельминтов в сыром и замороженном мясе, рыбе, зелени?	

26.	Какие микробиологические показатели безопасности пищевых продуктов установлены гигиеническими нормативами?	
27.	В чём заключается альтернативный принцип нормирования микробиологических показателей?	
28.	Определить понятие «промышленная стерильность».	
29.	Каковы критерии использования биологически активных веществ и добавок к пище?	
30.	Как регламентируется использование витаминов и минеральных солей для детей раннего возраста;	

2. Изучить содержание приложений нормативного документа «Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)».

Найти номера приложений, соответствующие указанным названиям, и внести их в соответствующие ячейки схемы (рис. 27).

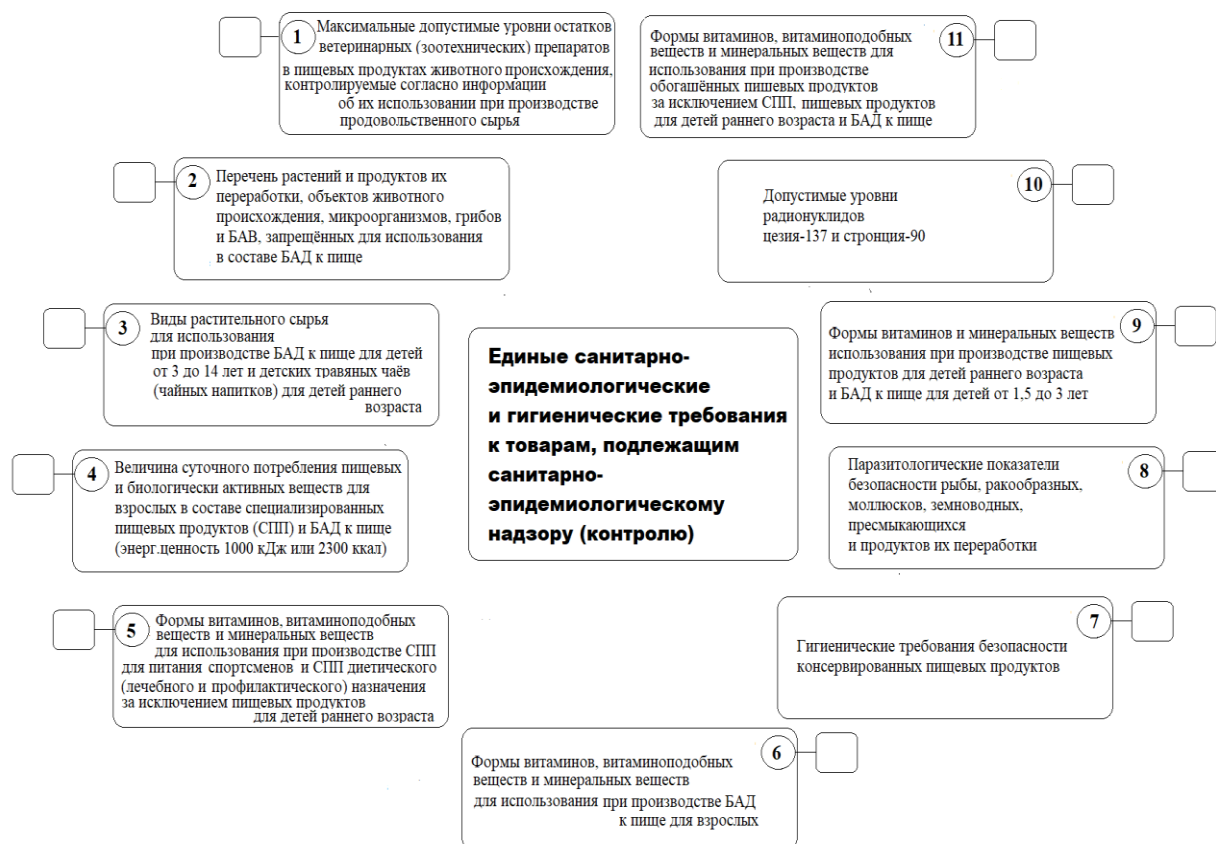


Рис. 27. Установление соответствия между оглавлением и нумерацией приложений изучаемого документа



После установления соответствия названий и номеров приложений в документе итоговый ответ указать в виде последовательности контрольных чисел, полученных сложением указанного в схеме порядкового номера и реального номера приложения в документе. Защита работы заключается в сверке рассчитанных величин с контрольными числами, предоставленными преподавателем

2.2. Оценка безопасности сельскохозяйственного сырья растительного происхождения



Работа 2.2.1. Анализ влагопереноса в зерновой массе

Цель работы: освоить метод анализа перераспределения влаги в зерновой массе при хранении

Образовательные задачи:

- ✓ закрепить навык применения метода квартования для получения средней пробы
- ✓ научиться определять и рассчитывать содержание примесей в зерновой массе
- ✓ освоить методику анализа засорённости зерна

Исследовательская задача: исследовать динамику совместной сорбционной сушки зерна овса и семян фасоли

Материалы и оборудование: образцы различных видов зерна (овёс, соя); лотки; шпатели; сита; лупы; весы электронные; полевой портативный влагомер «Фауна»; ГОСТы на методы испытаний зерна и стандарты технических условий на отдельные зерновые культуры.

Интерактивные педагогические



- работа в парах/микрогруппах
- проблемный, архивный методы

Общая информация

Зерно является важнейшим продуктом сельскохозяйственного производства и служит сырьём производства муки, крупы, макаронных и хлебобулочных изделий, занимающих базовые позиции в рационе человека. Зерно является важным звеном в пищевой цепи животноводства и птицеводства, что связанных с выработкой мяса, молока и яиц. Зерновые объекты классифицируют на группы хлебных злаков (пшеница, рожь, ячмень, овес, кукуруза, просо, рис), гречишных (гречиха) и бобовых (горох, фасоль, бобы, соя) культур. Пшеницу и рожь называют основными злаками, а ячмень – культурой всех широт. В процессе хранения зерна и зерновых продуктов в них могут протекать физические, химические и биологические процессы, приводящие к потере качества и порче. В массе зерна при хранении происходит влагоперенос по градиенту влажности и температуры в отдельных частях зернового массива, который неизбежно возникает при объединении партий зерна с различной исходной влажностью и, несмотря на сглаживание в течение трёх-четырёх суток, стабилизируется. Незавершённое выравнивание влаги при смешивании сухого и влажного зерна обусловлено явлением сорбционного гистерезиса [11] и приводит к гнездовому или пластовому самосогреванию, приводящему к порче зерна. Поэтому не допускается смешивание или совместное хранение зерно с различной влажностью, а применение оперативного контроля влажности необходимо для снижения риска порчи сырья.

Ход работы

1. Сформировать методом квартования среднюю пробу в соответствии с правилами ГОСТ 13586.3 «Зерно. Правила приемки и отбора проб».
2. Отобрать аналитическую пробу из объединённой массы образцов.
3. Провести определение исходной влажности двух образцов зерна с использованием портативного влагомера «Фауна».
4. Смешать два образца культур (овёс, соя) с различной измеренной влажностью. При необходимости влажность образца отрегулировать отволаживанием. Количество воды, необходимое для увлажнения, рассчитать по формуле 2.2.1.1:

$$W = m \frac{W_2 - W_1}{100 - W_2}, \quad (2.2.1.1)$$

где: W – необходимое для увлажнения количество воды, г;

m – масса навески зерна, г;

W_1 – исходная влажность, %;

W_2 – заданная (конечная) влажность, %.

5. Объединить в равных долях навески сухого овса ($m=250$ г) и отволоженной фасоли ($m=250$ г). Навески вручную смешивать в течение 4-х минут.
6. Смесь разделить на пять частей, каждую порцию внести в стеклянный стаканчик, плотно закрыть крышкой из фольги и разместить в термостате при 35°C .
7. Через 10-минутные интервалы каждую очередную пробу выкладывать на лоток и быстро разделять смесь по исходным культурам.
8. В полученных образцах определить влажность, используя влагомер лабораторный ML-50 [16].
9. Результаты опытов записать в таблицу 5 и построить график динамики влажности при совместной сушке зерна овса и семян фасоли.

Таблица 5 – Изменение влажности зерна овса и семян фасоли при совместном хранении

Длительность совместного хранения, мин	Влажность в пересчёте на сухое вещество, %	
	овес	фасоль
10		
20		
30		
40		
50		

Вопросы к защите работы



1. Какое влияние на сохранность зерна оказывают процессы сорбции и десорбции водяных паров внутри зерновой массы при хранении?
2. Какое влияние оказывает температура окружающей среды на влагоперенос внутри зерновой массы?
3. Как изменяется влажность при объединении партий зерна с различной исходной влажностью?
4. Дать объяснение терминам «гнездовое /пластовое самосогревание», «отволаживание», «влагоперенос».
5. Допустимо ли совместное складирование зерна или семян с различной влажностью?

Работа 2.2.2. Определение хелатирующей способности пектинов растительного сырья

Цель работы: освоить метод определения хелатирующей (комплексообразующей) способности пектинов в растительном сырье

Образовательные задачи:

- ✓ актуализировать знания по химизму реакций комплексообразования
- ✓ закрепить навык получения растворов убывающей концентрации методом последовательных разбавлений
- ✓ закрепить навык построения калибровочного графика

Исследовательская задача: определить комплексообразующую способность пектинов по отношению к меди сравнительно с нейтральными полисахаридами (крахмал, агар) и белком.

Материалы и оборудование: ФЭК; пробирки; стаканчики; цилиндры мерные; стеклянные палочки; воронки; бумажные фильтры; 5%-ный раствор аммиака; 1%-ный (100 мл) и 4%-ный растворы CuSO_4 ; 0,5%-ный раствор пектина; 0,5%-ный раствор желатина; 1%-ный раствор крахмала; дистиллированная вода.

Интерактивные педагогические технологии



- работа в парах/микрогруппах
- проблемный, архивный методы
- технологии case-study, brain-storming

Общая информация

Пектиновые вещества – это полисахариды, мономерами которых являются преимущественно молекулы галактуроновой кислоты. В растительном сырье содержатся три формы пектиновых веществ: растворимый пектин, нерастворимый протопектин и нерастворимая пектовая кислота. По мере ферментации протопектин расщепляется, степень этерификации карбоксильных групп снижается, а удельная поверхность макромолекул увеличивается. Благодаря большому количеству диссоциированных карбоксильных групп полигалактуроновой кислоты происходит образование геля, в молекулярном каркасе которого реализуются ионные и координационные взаимодействия с поливалентными ионами металлами (свинец, кобальт, ртуть, хром, железо, медь и др.) [7]. На растворимость пектинов влияет температура и присутствие сахаров. Максимальная концентрация водных растворов пектина при 60...80°C составляет 10 г/100 мл.

Способность пектиновых молекул связывать поливалентные катионы возрастает при повышении рН среды и изменяется в восходящей последовательности в ряду ионов: Mg < Mn < Cr < Hg < Fe < Ni < Co < Cu < Zn < Sr < Cd < Ba < Pb. Наряду с токсичными элементами пектины способны хелатировать и выводить из организма стронций (1 г пектина связывает 160...420 мг стронция) и кобальт (эффективность связывания ксенобиотика достигает 90%).

Хелатирующая (комплексообразующая) способность определяет уникальную роль пищевых пектинов в очищении организма от химических ксенобиотиков с помощью пектин-содержащих продуктов питания. Потребность организма человека в пектиновых веществах составляет 15...16 г/сут. Существуют разнообразные растительные источники пищевых пектинов, поэтому сравнение их хелатирующей способности позволит выбрать наиболее перспективные виды сырья для создания лечебно-профилактических продуктов питания.

Принцип определения хелатирующей способности заключается в добавлении комплексообразователей к окрашенному раствору мед-

ного купороса и измерении оптической плотности среды, изменяющейся в зависимости от содержания ионов меди [6, с. 39].

Ход работы

А. Подготовительный этап

1. Получить окрашенный раствор аммиаката меди, для чего последовательно внести в химический стаканчик 2 мл 1%-ного раствора CuSO_4 , 1 мл 5%-ного водного раствора аммиака, 2 мл воды.
2. Измерить на ФЭК оптическую плотность окрашенного раствора (кюветы рабочей шириной 10 мм) при разных длинах волн для уточнения максимума поглощения.
3. Результаты измерения оптической плотности занести в таблицу 6. Построить график зависимости оптической плотности от длины волны. Выбрать светофильтр, соответствующий максимальной оптической плотности раствора.

Таблица 6 – Зависимость оптической плотности раствора от длины волны светового потока

№	Длина волны	Светофильтр (цвет)	Оптическая плотность, D
1	380		
2	415		
3	500		
4	530		
5	600		
6	630		
7	720		

4. Из 1%-ного раствора CuSO_4 методом последовательных разбавлений приготовить растворы убывающей концентрации) и отобрать пробы в отдельные пробирки по схеме (рис. 28)

Исходный раствор, 1%

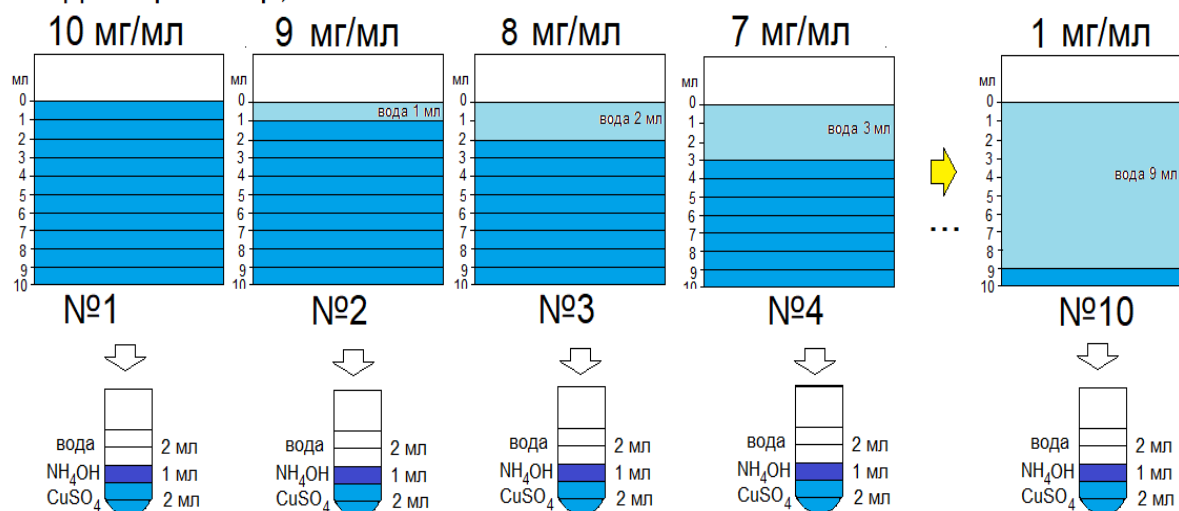


Рис. 28. Схема подготовки растворов CuSO₄ убывающей концентрации

5. Пробирки встряхнуть и провести трёхкратное измерение оптической плотности каждого раствора на ФЭК при выбранном ранее светофильтре (см. п.3). Результаты измерения занести в таблицу 7 и построить калибровочный график зависимости оптической плотности раствора от концентрации раствора.

Таблица 7 – Зависимость оптической плотности от концентрации раствора CuSO₄

№ пробирки	С (CuSO ₄), мг/мл	Оптическая плотность D, повторности		
		D ₁	D ₂	D ₃

Б. Аналитический этап

1. В пять пробирок внести 4%-ный раствор медного купороса, 5%-ный раствор пектина и воду в объёмных соотношениях, указанных в таблице 8.
2. Смеси перемешать, отфильтровать осадок через бумажные фильтры.
3. Провести измерение оптической плотности на ФЭК, результаты занести в таблицу 8.

Таблица 8 – Результаты измерения оптической плотности растворов медного купороса в присутствии комплексообразователя (пектин)

№	Объём компонента смеси,	Оптическая	Масса хелатирован-
---	-------------------------	------------	--------------------

	мл			плотность, D	ной меди, мг
	CuSO4	пектин	вода		
1	1,0	0,0	4,0		
2	1,0	0,5	3,5		
3	1,0	1,0	3,0		
4	1,0	2,0	2,0		
5	1,0	3,0	1,0		

2. Провести аналогичное исследование хелатирующей способности с природными полимерами иной химической природы – белок (желатин) и крахмал (полимер глюкозы), а также смеси белка и пектина.
3. Результаты измерений внести в таблицы 9 – 11, соответственно.
4. Провести расчёт массы хелатированной меди, выведенной из растворимой фазы комплексообразователями различной природы (пектин, белок, крахмал, пектин+белок) и сделать выводы о сравнительной активности исследованных объектов. Результаты расчётов внести в таблицы 9 – 11, соответственно.

Таблица 9 – Результаты измерения оптической плотности растворов в присутствии комплексообразователя белковой природы (желатин)

№	мл			Оптическая плотность, D	Масса хелатированной меди, мг
	CuSO4	желатин	вода		
1	1,0	0,0	4,0		
2	1,0	0,5	3,5		
3	1,0	1,0	3,0		
4	1,0	2,0	2,0		
5	1,0	3,0	1,0		

Таблица 10 – Результаты измерения оптической плотности растворов в присутствии комплексообразователя (крахмал)

№	мл			Оптическая плотность, D	Масса хелатированной меди, мг
	CuSO4	крахмал	вода		
1	1,0	0,0	4,0		
2	1,0	1,0	3,0		
3	1,0	2,0	2,0		
4	1,0	3,0	1,0		

5	1,0	4,0	0,0		
---	-----	-----	-----	--	--

Таблица 11 – Результаты измерения оптической плотности растворов в присутствии комплексообразователей различной природы (пектин+белок)

№	Объём компонента смеси, мл				Оптическая плотность, D	Масса хелатированной меди, мг
	CuSO ₄	пектин	желатин	вода		
1	1,0	1,0	0,0	3,0		
2	1,0	1,0	0,5	2,5		
3	1,0	1,0	1,0	2,0		
4	1,0	1,0	1,5	1,5		
5	1,0	1,0	2,0	1,0		
6	1,0	0,0	1,0	3,0		
7	1,0	0,5	1,0	2,5		
8	1,0	1,0	1,0	2,0		
9	1,0	2,0	1,0	1,0		
10	1,0	3,0	1,0	0,0		
11	1,0	0,0	0,0	4,0		



Вопросы к защите работы

- 1 Какова химическая природа пектиновых веществ?
- 2 Какие виды сельскохозяйственных культур и дикоросов являются богатыми источниками пищевого пектина?
- 3 В чём заключается значение пектина для питания населения в зонах повышенного риска контаминации тяжёлыми металлами и радионуклидами?
- 4 Каков уровень суточной потребности в пектиновых веществах для работников предприятий с вредными условиями труда?
- 5 Каков механизм повышения хелатирующей способности пектинов в зависимости от рН среды?
- 6 Способны ли пектины вступать в реакции комплексообразования с белками?
- 7 При каких условиях повышается растворимость пектинов в воде?
- 8 Каково значение максимальной концентрации водных растворов пектина при температуре 60...80°C?

- 9 С какой целью определяют величину хелатирующей способности различных видов пектина и других природных комплексообразователей?
- 10 Перечислить правила построения калибровочного графика для количественного анализа хелатирующей способности пектинов.
- 11 Какова хелатирующая способность пектина в сравнении с комплексообразователями другой химической природы?
- 12 Последовательность расчётов массы хелатированной меди при использовании колориметрического анализа.

Работа 2.2.3. Анализ мембранолитиков в составе растительного сырья с помощью липосомной модели

Цель работы: освоить метод приготовления и применения модельной системы для обнаружения и контроля мембранолитических соединений в составе растительного сырья

Образовательные задачи:

- ✓ актуализировать знания по биохимии, физиологии, коллоидной химии
- ✓ научиться изготавливать и использовать липосомную модель для оценки безопасности сырья
- ✓ закрепить навык графического отображения результатов анализа

Исследовательская задача: определить мембранолитическую активность свежих и бланшированных растительных образцов с использованием липосомной модели

Материалы и оборудование: тестируемые образцы по выбору (плоды, ягоды, готовые соки, фитоэкстракты, водная вытяжка пищевого субстрата и т.п.). суспензия яичного желтка в физиологическом растворе (0,9% NaCl); 2 н. HCl или 0,1%-ный раствор H₂O₂; колбы; пипетки; пробирки; химические стаканы; ФЭК.

Интерактивные педагогические технологии



- работа в парах/микрогруппах
- проблемный, архивный методы
- технологии case-study, brain-storming

Общая информация

В составе растительного сырья обнаруживается значительное количество антиалиментарных факторов. В их число входят соединения, обладающие потенциальной мембранолитической активностью, т.е. способностью разрушать клеточные мембраны. Эти вещества специфичны для растений, поскольку являются частью эволюционного механизма биохимической адаптации, защищающей растительные сообщества от быстрого уничтожения гетеротрофными травоядными консументами [23].

Лецитин куриного яйца содержит смесь фосфолипидов (75%) и триглицеридов (25%). Фосфолипиды являются основными компонентами клеточных мембран, они самопроизвольно образуют в водной среде замкнутые двойные оболочки-капсулы, или липосомы (от греч. *lipos* – жир и *soma* – частица) (рис. 29).

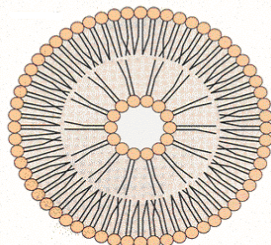


Рис. 29. Молекулярный бислой липосомы как модель клеточной мембраны

Несмотря на молекулярные размеры (толщина около 4 нм), липидный бислой в физиологических условиях имеет высокую механическую прочность и гибкость. Липосомный барьер является проницаемым для воды и труднопроницаемым для растворённых веществ. С помощью липосом были установлены основные закономерности транспорта веществ через мембрану.

Липосомы теряют свою устойчивость и целостность под влиянием изменения физико-химических параметров внешней водной среды. При сильном осмотическом стрессе, например под влиянием минеральных кислот или пероксида водорода, межмолекулярные

взаимодействия фосфолипидов ослабляются, целостность бислоя нарушается и липосомы распадаются на блоки. Это неизбежно отражается на оптической плотности суспензии, которая просветляется вследствие расслоения среды. Поэтому с помощью липосомной модели можно исследовать свойства пищевых субстратов как потенциальных источников эндогенного или экзогенного окислительного стресса под влиянием различных факторов.

Ход работы

1. Приготовить плодовые или фитоэкстракты для оценки их мембранолитической способности. Для этого навеску плодов массой 10 г растереть пестиком в фарфоровой ступке, при необходимости используя мелкий песок в качестве абразива. Небольшими порциями добавлять к массе дистиллированную воду общим объёмом 50 мл.
2. С помощью марлевого фильтра в несколько сложений получить плодовой отжим и перенести его в стеклянный стаканчик. В работе использовать свежие фильтраты.
3. Методом механического диспергирования приготовить липосомную суспензию, для чего навеску свежего или высушенного яичного желтка массой 2 г внести в коническую колбу, добавить 200 мл физраствора, закрыть пробкой и интенсивно встряхивать в течение одной минуты.
4. Разбавить физраствором полученную суспензию до оптической плотности в диапазоне 0,180 – 0,300 (соответствует средней части шкалы ФЭК).
5. Составить контрольную пробу в трёх повторностях, для чего в три пробирки с обозначениями « K_1 », « K_2 », « K_3 » последовательно внести по 4 мл липосомной суспензии, 0,5 мл физраствора и 0,5 мл окислителя (HCl или H_2O_2).
6. Измерить на ФЭК динамику оптической плотности полученных суспензий в течение 2–3 мин. Результаты представить в виде графика (рис. 30), который будет служить стандартом для оценки экспериментальных результатов.

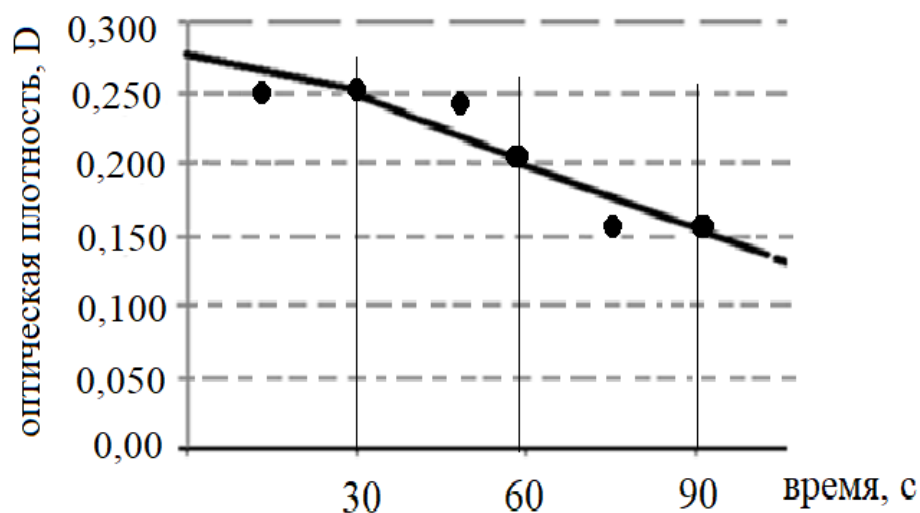


Рис. 30. Примерная динамика оптической плотности в суспензии липосом (контроль) под влиянием окислительного стресса

7. Подготовить экспериментальные пробы. Внести в три пробирки (3 повторности) по 4 мл липосомной суспензии, по 0,5 мл тестируемого препарата и 0,5 мл окислителя.
8. Провести измерения динамики оптической плотности, записать результаты и построить по ним график.
9. Сделать выводы по результатам работы по результатам освоения метода и результатам оценки мембранолитического влияния различных препаратов.
10. Отобразить этапы работы в виде блок-схемы.



Вопросы к защите работы

1. Какие свойства липосом позволяют использовать их в качестве модели клеточной мембраны?
2. Каковы особенности строения и структурно-механические свойства липосом?
3. Какую опасность для организма потребителя представляют компоненты растительного сырья с мембранолитической активностью?
4. В чем заключается принцип определения мембранолитической способности компонентов растительного сырья?
5. Охарактеризовать принцип колориметрического анализа, использованного в работе.
6. Какова последовательность действий при изготовлении ли-

- посомной модели?
- 7 Какое значение для оценки безопасности сельскохозяйственного сырья имеет определение мембранолитической активности растительных объектов?
 - 8 Различается ли мембранолитическая активность вытяжек из свежего и бланшированного растительного сырья?

2.2.4. Определение активности уреазы в растительном сырье

Цель работы: освоить метод определения активности фермента уреазы в сельскохозяйственном сырье растительного происхождения

Образовательные задачи:

- ✓ актуализировать знания по биохимии и физиологии
- ✓ освоить методику обратного титрования
- ✓ закрепить навык титриметрического определения количества вещества
- ✓ закрепить навык составления блок-схем

Исследовательская задача: определить активность уреазы в различных видах растительного сырья

Материалы и оборудование: образцы растительного сырья (пшеница, рис, горох, кукуруза и др.); 0,004 н HCl; 0,1 М раствор мочевины в нейтральном фосфатном буфере (ФБ, рН 7,0); индикатор метилоранж; 0,1 н. раствор H₂SO₄; 0,1 н. раствор NaOH; фарфоровые ступки и пестики, конические колбы на 100 мл, пробирки, воронки, фильтры.

Интерактивные педагогические технологии



- работа в парах/микрогруппах
- проблемный, архивный методы
- технологии case-study, brainstorming

Общая информация

Уреаза является высокоспецифичным металлоферментом, катализирующим в организме реакцию гидролиза мочевины. Разновидно-

сти фермента широко распространены в природных субстратах – грибах, растениях, а также вырабатываются некоторыми бактериями.

Мочевина представляет собой метаболит белкового обмена, которая в физиологических условиях не разрушается в организме, а удаляется выделительной системой. В норме за сутки выводится около 20–35 г мочевины. Однако в присутствии фермента уреазы разложение мочевины с образованием аммиака ускоряется в миллиарды раз. Аммиак способствует бактериальной контаминации, является причиной образования почечных камней, что в результате снижает защитно-приспособительный потенциал организма.

Уреазу продуцируют бактерии *Helicobacter pylori*, *Proteus mirabilis*. Спиралевидная бактерия *H. pylori* обитает в желудочно-кишечном тракте и ротовой полости человека. Внедрение хеликобактеров в слизистую оболочку и подслизистую область желудка вызывает язву, которая способствует канцерогенезу (например, *MALT*-лимфома). В кислой среде здорового желудка хеликобактеры не развиваются. Инфекциям способствует недостаточная секреция желудочного сока (HCl) и бактериальная уреазы. Образующийся аммиак нейтрализует кислоту и способствует размножению хеликобактеров, т.е. провоцирует болезнь.

Естественными ингибиторами фермента уреазы являются полифенолы и другие растительные соединения, поэтому они являются важным дополнением к лечению антибиотиками, повышая эффективность терапии даже в условиях неизбежной резистентности микроорганизмов к лекарствам.

Активность уреазы определяют по скорости образования конечного продукта реакции – аммиака. Принцип метода схематически отображён на рисунке 31.

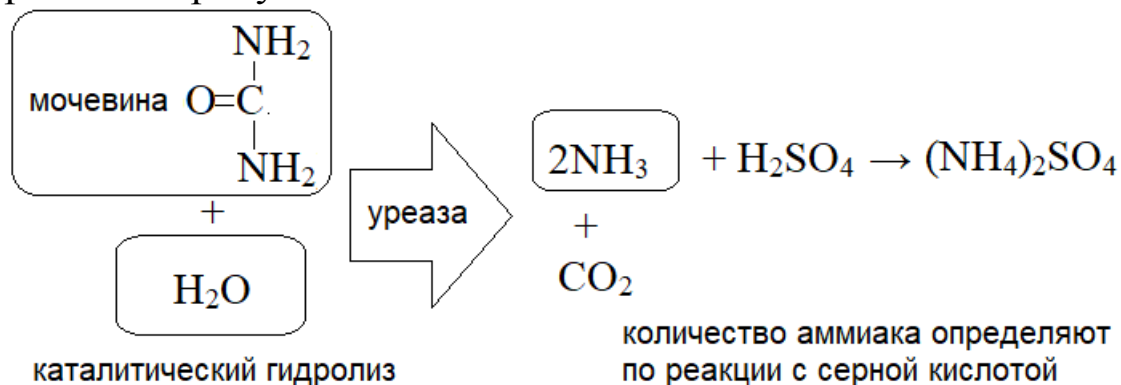


Рис. 31. Принцип метода определения активности уреазы

Особенностью метода является использование приёма обратного титрования, который используется при невозможности проведения титрования в обычном режиме. В отличие от прямого титрования, этот аналитический приём направлен на измерение объём титранта (щёлочи), который затрачен не на достижение точки эквивалентности, а на нейтрализацию избытка добавленной кислоты. Расчёт количества вещества анализируемого компонента ведётся на основе разницы между избытком добавленного компонента и количеством титранта, которым оттитровывают излишек.

Ход работы

1. Подготовка лабораторной пробы. К навеске измельчённого сырья массой 10 г добавить 3 мл 0,004 н. HCl и растереть в фарфоровой ступке с до однородной массы, которую затем количественно перенести в стеклянный стаканчик (общий объём кислоты 100 мл) и тщательно перемешать стеклянной палочкой 5 мин. Пробу отфильтровать через 4 слоя марли в колбу ($V = 100$ мл).
2. Подготовка проб «Контроль» и «Опыт». Отобрать две пробы фильтрата объёмом по 10 мл в соответственно промаркированные («К» и «О») пробирки.
3. Первую пробу внести в пробирку «К» и поместить на кипящую водяную баню, длительность экспонирования 10 мин (для инактивации уреазы). Затем данную пробу перенести в колбу №1 ($V = 50$ мл, маркированную «К»). Вторую пробу не ставить на водяную баню, внести в колбу №2 ($V = 50$ мл) и подписать «О» (опыт).
4. Получение фермент-субстратной смеси. В обе колбы внести по 5 мл 0,1 М раствора мочевины в ФБ, раствор перемешать и выдержать на водяной бане (экспозиция 20 мин, 37°C).
5. Колбы охладить до комнатной температуры и в каждую внести 3 капли индикатора метилоранжа.
6. Обработка пробы «ОПЫТ» (добавление избытка кислоты). В содержимое колбы №2 («О») добавить из дозатора 0,1 н. раствор H_2SO_4 до появления отчётливой розовой окраски (кислая реакция). Добавленный объём H_2SO_4 ($V_1 \text{H}_2\text{SO}_4$) занести в таблицу 12. Пробу «ОПЫТ» выдержать на кипящей водяной бане в течение трёх минут для удаления CO_2 , чтобы исключить его связывание с NaOH при дальнейшем титровании.
7. Обработка пробы «КОНТРОЛЬ» (добавление избытка кислоты). Внести в контрольную колбу №1 («К») серную кислоту в том же

объёме (V_1), что и в пробу «О». Раствор приобретёт розовую окраску.

8. Титрование избытка кислоты щёлочью. Избыток H_2SO_4 , не прореагировавшей с аммиаком в колбах «К» и «О», последовательно оттитровать 0,1 н. раствором NaOH до перехода розовой окраски раствора в жёлтую. Записать в тетрадь объёмы затраченного реагента NaOH, обозначив их соответственно $V(«К»)$, $V(«О»)$. Титрование повторить трижды, результаты занести в таблицу 12.

Таблица 12 – Результаты обратного титрования

Избыток H_2SO_4 в пробах «К» и «О» V_1 (H_2SO_4), мл	Объём титранта NaOH (в трёх повторностях)						Разница объёмов титранта в контроле и опыте, мл
	$V(«К»)$			$V(«О»)$			
	V_{K1}	V_{K2}	V_{K3}	V_{O1}	V_{O2}	V_{O3}	$V(«К») - V(«О»)$
среднее							

9. На основе закона эквивалентов рассчитать массу аммиака (мг) по формулам 2.2.4.1–2.2.4.4:

$$V_{NH_3} = V \left[\underset{\text{избыточное}}{H_2SO_4(K)} \right] - V \left[\underset{\text{затраченное}}{NaOH(O)} \right] \quad (2.2.4.1)$$

$$V \left[\underset{\text{избыточное}}{H_2SO_4(K)} \right] = C \cdot V \quad (2.2.4.2)$$

$$V \left[\underset{\text{затраченное}}{NaOH(O)} \right] = C \cdot (V_K - V_O) \quad (2.2.4.3)$$

$$m_{NH_3} = M_{NH_3} \cdot V_{NH_3} \quad (2.2.4.4)$$

где v – количество вещества, ммоль;
 $m(NH_3)$ – масса аммиака, мг;
 C – молярная (эквивалентная) масса, моль/л;
 M – молярная масса аммиака, 17,03 г-моль;
 V – объём титранта, мл;
 K – контроль, O – опыт.

Пример расчёта

Пусть в контрольную, а затем в опытную пробу к фильтрату было добавлено 5,00 мл 0,1 н. серной кислоты до появления устойчивой розовой окраски. На титрование проб в контроле по усреднённым результатам трёх повторностей было затрачено $4,90 \pm 0,41$ мл 0,1 н. раствора NaOH, а в опыте – $2,91 \pm 0,19$ мл титранта. Тогда масса аммиака, содержащаяся в пробе, вычисляется следующим образом:

$$m(\text{NH}_3) = 17,03 [0,1 \times 5,0 - 0,1 \times (4,90 - 2,91)] = 17,03[0,500 - 0,199] = 5,13 \text{ мг.}$$



Вопросы к защите работы

- 1 Какое значение имеет определение активности уреазы для оценки безопасности растительного сырья?
- 2 Перечислить основные биологические источники экзогенной уреазы.
- 3 Каковы основные механизмы развития заболеваний желудочно-кишечного тракта в результате микробной контаминации *H.pylori* и *P.mirabilis*?
- 4 Какие ингибиторы уреазы содержатся в составе традиционных пищевых продуктов?
- 5 Описать реакцию, катализируемую уреазой.
- 6 Какой принцип положен в основу метода определения активности уреазы в пищевых продуктах?
- 7 Описать методику расчётов содержания вещества в пробе на основе закона эквивалентов.
- 8 С какой целью кипятят контрольную пробу в ходе анализа активности уреазы?
- 9 Почему для определения уреазы применяют метод не прямого, а обратного титрования?

Работа 2.2.5. Определение нитратов в растительных объектах

Цель работы: Провести первичную оценку содержания нитратов в растительных объектах различной видовой принадлежности

Образовательные задачи: ✓ Актуализировать знания по естественнонаучным дисциплинам

Исследовательская задача:

- ✓ Применить знания из аналитической химии к решению конкретной практической задачи
- ✓ Освоить методику качественного определения нитратов в растительных объектах

Провести сравнительный анализ содержания нитратов в растительном сырье с помощью качественной реакции на нитрат-анионы

Материалы и оборудование:

образцы овощей (огурец, картофель, капуста, шпинат и др.); 1%-ный раствор дифениламина* в серной кислоте; предметное стекло; стеклянная палочка; скальпель; цветовая таблица-шкала.

*[(C₆H₅)₂NH₂]HSO₄. Для приготовления индикатора 0,2 г дифениламина растворяют в 20 мл концентрированной серной кислоты H₂SO₄.

Интерактивные педагогические технологии



- работа в парах/микрогруппах
- проблемный, архивный методы
- технологии case-study, brainstorming

Общая информация

Нитраты – это соли азотной кислоты, являющиеся нормальными метаболитами растительной клетки. Их избыточное содержание является следствием нерационального использования удобрений. Попадание нитратов по пищевым цепям в организм человека в дозе 4..10 мг/кг м.т. ведёт к проявлению токсикологической симптоматики (учащение пульса, нарушение гемодинамики, головокружение, тошнота). Нередки пищевые отравления в результате использования шпинатной массы, земляники, бахчевых культур со сверхнормативным содержанием нитратов. Согласно ТР ТС 021/2011, для тепличных огурцов безопасное содержание нитратов не превышает 400 мкг/кг, для томатов – 300 мкг/кг.

Многие овощные культуры (салат, шпинат, капуста) способны к накоплению нитратов даже без избыточного внесения азотных удобрений. Таким образом, безопасное использование растительного сырья должно производиться с учётом исходного содержания нитратов

как в общей массе, так и в различных вегетативных частях растений. Для ориентировочного определения концентрационного диапазона нитратов в растительной биомассе используют цветовой тест по Церлингу (1965), основанный на специфичной качественной реакции нитрат-анонов III-й аналитической группы.

Ход работы

1. Приготовить поперечный срез или сок растительных объектов толщиной 1 см. Разместить образцы на предметных стеклах.
2. На каждый образец нанести по одной капле раствора дифениламина (Осторожно! Раствор содержит серную кислоту!)
3. Наблюдать происходящие изменения окраски, оценивая оттенок и стойкость образующегося цветного пятна. Ориентировочное содержание нитратов определить с помощью индикаторной шкалы (табл. 13).

Таблица 13 – Оценочная шкала обнаружения нитратов в образцах

Баллы	Визуальный эффект	Содержание нитратов, мг/кг
6	Сок или срез мгновенно окрашиваются в ис-синя-черный цвет. Окраска устойчивая	> 3000
5	Сок или срез окрашиваются в темно-синий цвет. Спустя 10-15 минут окраска теряет интенсивность	1000...3000
4	Сок или срез окрашиваются в синий цвет спустя 1–2 минуты после нанесения индикатора	500...1000
3	Окраска светло-синяя, исчезает через 2–3 минуты	250...500
2	Светло-синяя окраска мгновенно исчезает в тканях, сохраняется только в проводящих пучках	100...250
1	Бледно-голубой оттенок, быстро исчезающий	10...<100
0	Окрашивание не наблюдается	<10

4. Провести сравнительную оценку нитратов в различных вегетативных частях плодов с учётом справочных данных по предельному уровню (рис. 32). Результаты занести в таблицу 14.

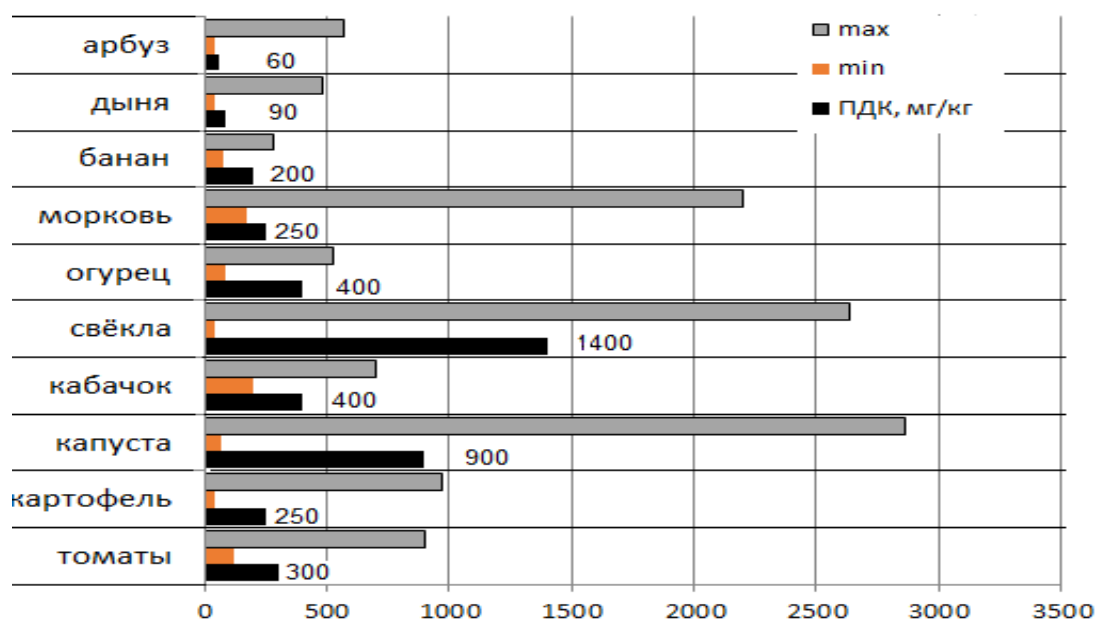


Рис. 32. Справочные данные по диапазону и ПДК нитратов в некоторых видах плодовой продукции (по данным [17])

Таблица 14 – Результаты ориентировочной оценки содержания нитратов в растительном сырье

№ п/п	Вид продукции	Вегетативная часть	Балл	Содержание нитратов, мг/кг	ПДК, мг/кг
1	Капуста	Кроющий лист			
		Кочерыжка			
		Черешок листа			
2	Морковь	Головка			
		Шейка			
		Корень			
3	Свёкла	Головка			
		Шейка			



Вопросы к защите работы

- 1 Чем опасно превышение ПДК нитратов в составе сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов?
- 2 Принцип качественного анализа нитратов в плодах.
- 3 Каков характер зависимости содержания нитратов в растительной продукции от применяемой агротехники?
- 4 Равномерно ли распределяются нитраты в вегетативных час-

тях сельскохозяйственной растительной продукции

2.3. Оценка безопасности сельскохозяйственно- го сырья животного происхождения



Работа 2.3.1. Определение содержания нитритов в пищевой продукции животного происхождения

Цель работы: освоить метод анализа нитритов в мясных полуфабрикатах для оценки степени их пищевой безопасности

Образовательные задачи:

- ✓ актуализировать знания по метаболизму азотсодержащих соединений
- ✓ применить знания по количественному анализу к решению конкретной практической задачи
- ✓ провести математическую обработку результатов

Исследовательская задача: сравнить содержание нитритов в образцах мясных полуфабрикатов

Материалы и оборудование: образцы говяжьего и куриного фарша; реактив Грисса; растворы NaOH (0,1 н.), ZnSO₄ (0,45%), NH₃ (5%), HCl (0,1 н.), NaNO₂ (раствор сравнения, 1 мкг/мл); дистиллированная вода; фотоэлектроколориметр (ФЭК); весы; магнитная мешалка; водяная баня; мерные колбы; конические колбы; стаканчики; цилиндры мерные; стеклянные палочки; воронки; бумажные фильтры; ватно-марлевый фильтр; скальпель.

Интерактивные педагогические технологии



- работа в парах/микрогруппах
- проблемный, архивный методы
- технологии case-study, brainstorming

Общая информация

Токсическое действие нитритов на организм человека состоит в их способности связывать гемоглобин с образованием метгемоглобина. Кроме того, в ходе дальнейших превращений нитриты превращаются в нитрозамины, обладающие высоким канцерогенным эффектом. Поэтому содержание нитритов в продуктах строго регламентируется. Допустимое суточное поступление (ДСП) нитратов для человека не должно превышать 0,2 мг. Максимальное содержание нитритов в вареных, варено-копченых, полукопченых колбасах составляет 0,005%, сырокопченых – 0,003%, продуктах для детского и диетического питания – 0,0015%.

Ход работы

А. Подготовительный этап

Подготовка образцов говяжьего фарша к анализу

5. Навеску ($20 \pm 0,01$ г) измельченной лабораторной пробы внести в стаканчик емкостью 100 мл, добавить 40 мл горячей (55°C) дистиллированной воды, полученную суспензию тщательно перемешать.
6. Экспонировать пробу в течение 10-ти минут на магнитной мешалке.
7. Профильтровать суспензию через влажный ватный фильтр в мерную колбу объемом 200 мл.
8. Осадок в стаканчике несколько раз промыть горячей водой для как можно более полного вымывания растворимых фракций из колбасной массы. Каждую новую порцию фильтровать через тот же ватно-марлевый фильтр. Итоговый фильтрат довести до метки дистиллированной водой.

Подготовка образцов куриного фарша к анализу

1. Навеску ($20 \pm 0,01$ г) измельченной лабораторной пробы внести в стаканчик емкостью 250 мл, добавить 200 мл горячей (55°C) дистиллированной воды, полученную суспензию тщательно перемешать.
2. Экспонировать пробу в течение 30-ти минут на магнитной мешалке.
3. Профильтровать надосадочную жидкость через бумажный фильтр (не переносить осадок на фильтр) в мерную колбу объемом 200 мл.

4. Перенести 20 мл полученной вытяжки перенести в мерную колбу объёмом 100 мл, добавить белок-осадительную смесь в составе 10 мл 0,1 н. раствора NaOH и 40 мл 0,45%-го раствора ZnSO₄.
5. Полученный раствор экспонировать на кипящей водяной бане в течение 7-ми минут, после чего довести до метки дистиллированной водой, отфильтровать через бумажный фильтр в чистую сухую колбу объёмом 100 мл.

Б. Аналитический этап

1. Перенести 5 мл фильтрата в коническую колбу емкостью 100 мл, добавить 1 мл 5%-го раствора NH₃, 2 мл 0,1 н. раствора HCl, 5 мл раствора сравнения (для усиления окраски), 15 мл реактива Грисса.
2. Экспонировать пробу при комнатной температуре в течение 15 минут.
3. Провести измерение оптической плотности на ФЭК, используя кюветы рабочей шириной 10 мм при длине волны 520 нм (зелёный светофильтр) относительно контрольной пробы, куда вместо вытяжки вносится дистиллированная вода, а прочие операции проводятся так же, как при подготовке экспериментальной пробы.
4. Полученные результаты занести в таблицу 15.

Таблица 15 – Результаты сравнительного анализа содержания нитритов в образцах фарша

Образец	Повторность	Оптическая плотность, D	Содержание нитритов		Среднее арифметическое	Ошибка средней, %
			по калибровочному графику	в образце		
Фарш говяжий	1					
	2					
	3					
Фарш куриный	1					
	2					
	3					

В. Расчётный этап

1. По результатам измерения оптической плотности с помощью калибровочного графика (рис. 33) найти концентрацию нитритов в 1 мл окрашенного раствора.

2. Рассчитать содержание нитритов в образце по формуле:

$$X = \frac{M_1 \cdot 200 \cdot 100 \cdot 30}{g \cdot 20 \cdot 5 \cdot 10^6} 100,$$

где: X – массовая доля нитритов в продукте, %;

M_1 – концентрация нитрита по калибровочному графику, мкг/мл;

200 – объем вытяжки продукта, мл;

100 – разбавление вытяжки, мл;

30 – объем окрашенного раствора, мл;

g – навеска продукта, г;

20 – объем вытяжки для осаждения белков, мл;

5 – объем фильтрата для приготовления окрашенного раствора, мл;

10^6 – коэффициент перевода в г;

100 – переход к процентилям (%).

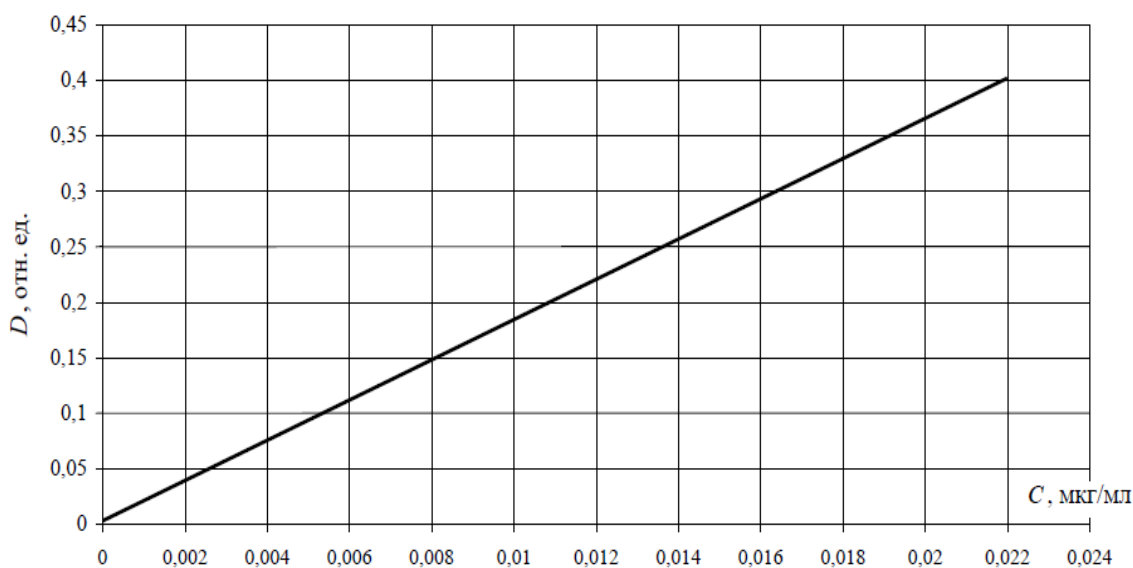


Рис. 33. Калибровочный график зависимости оптической плотности окрашенного раствора от содержания нитритов



Вопросы к защите работы

- 1 Какую опасность для здоровья представляет превышение ПДК нитритов в составе сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов?
- 2 Принцип метода количественного определения нитритов в плодах.
- 3 Правила построения калибровочного графика для количественного

- венного анализа нитритов в образце
- 4 Последовательность расчётов при определении нитритов в пищевых объектах с использованием колориметрического метода.

Работа 2.3.2. Оценка показателей безопасности мороженой рыбы

Цель работы: Освоить метод оценки безопасности мороженой рыбы с помощью аналитических реакций

Образовательные задачи:

- ✓ Освоить правила оценки органолептических показателей рыбы на основании требований ГОСТ Р 51493–99
- ✓ Применить знания по количественному и качественному анализу к решению конкретных практических задач
- ✓ Провести математическую обработку результатов

Исследовательская задача: Выявить наличие маркёров порчи в образцах мороженой рыбы

Материалы и оборудование: Образцы размороженной рыбы; весы; пробирки с пробками; бюксы с крышками емкостью 50 мл; конические колбы объемом 250 мл; мерные цилиндры; стеклянные палочки; фильтровальная бумага; ножницы; смесь Эбера*; раствор ацетата свинца; этиловый спирт; КОН (0,1 н. спиртовой раствор); фенолфталеин (1%-й спиртовой раствор); ледяная уксусная кислота; хлороформ; свежеприготовленный насыщенный раствор KI; крахмал (1%-ный индикаторный раствор); тиосульфат натрия $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (0,01 н. раствор); дистиллированная вода.

*Смесь Эбера: 1 часть 25% раствора HCl (плотность 1,12), 3 части 95% спирта и 1 часть эфира.

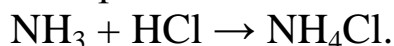
Интерактивные педагогические технологии



- работа в парах/микрогруппах
- проблемный, архивный методы
- технологии case-study, brain-storming

Общая информация

Замораживание является эффективным способом консервации для длительного хранения. Однако даже при глубокой заморозке в рыбе протекают процессы, вызывающие физические, химические и биохимические изменения: для жирной рыбы приоритетны процессы гидролиза и перекисного окисления липидов, для тощей рыбы – денатурация белков, усушка, перекристаллизация льда. Важным условием сохранения качества и безопасности мороженого сырья является предотвращение отепления продукта при хранении (соблюдение принципа непрерывности холодильной цепи), а также применение лабораторных методов контроля нормируемых параметров. В числе этих методов важное место занимают органолептические и физико-химические способы. Так, при порче рыбы образуется аммиак, проявляющийся в виде облачка хлористого аммония при взаимодействии аммиака с соляной кислотой по реакции:



При гидролизе белка и разложении серосодержащих аминокислот цистина и метионина помимо аммиака выделяется сероводород, который обнаруживают по аналитической реакции с ацетатом свинца, дающим чёрный осадок сульфида свинца (рис. 34):

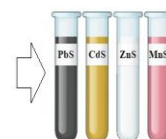
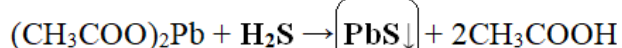
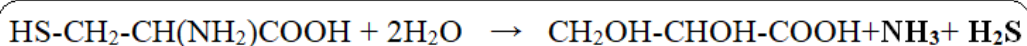
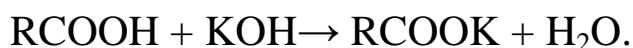


Рис. 34. Качественная реакция обнаружения сероводорода

Образующийся при порче рыбы сероводород выявляется по тёмному пятну на бумаге, смоченной раствором уксуснокислого свинца. Вареное мясо и рыба могут дать положительную реакцию на сероводород, будучи вполне доброкачественными. Уточняющую роль играет определение кислотного и перекисного чисел жира. Кислотное число – это количество мг KOH, необходимое для нейтрализации свободных жирных кислот в 1 г жира, по реакции между гидроксидом калия и свободными жирными кислотами (RCOOH):



Перекисное число определяют по реакции выделения йода из KI в кислой среде; свободный йод оттитровывают раствором тиосульфата (рис. 35)

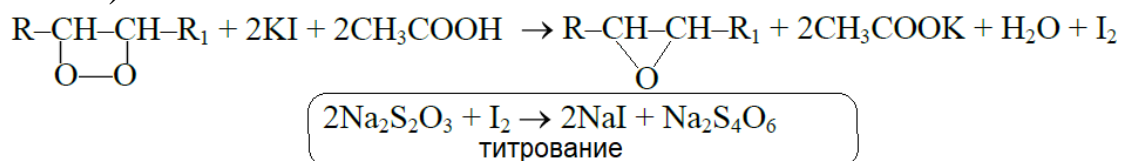


Рис. 35. Реакция обнаружения перекисных соединений

Ход работы

Этап 1. Органолептическая оценка

1. Каждая микрогруппа выполняет задание по работе с образцами различной категории (1 – свежая, 2 – сомнительная, 3 – несвежая).
2. Органолептические показатели определить по требованиям ГОСТ Р 51493–99 (табл. 16). Результаты внести в таблицу 17.

Таблица 16 – Органолептические показатели для оценки рыбы после размораживания

№	Показатель	Дескриптор
1	Внешний вид	поверхность чистая; допустимо незначительное подкожное пожелтение, не связанное с окислением жира
2	Цвет	естественный, присущий данному виду рыбы
3	Разделка	правильная, нарушения (разрывы брюшка у непотрошёных рыб) отсутствуют
4	Запах	присущий данному виду рыбы, без дефектов, искажающих естественные свойства и сопутствующих порче/окислению
5	Консистенция	плотная, присущая рыбе данного вида, при пальпации быстро выпрямляется, после варки – нежная, сочная, свойственная данному виду рыбы, без признаков разложения до пасты
6	Глубокое обезвоживание	потеря блеска, наличие пятен (<10% от массы)
7	Примеси	наличие различимых примесей

Таблица 17 – Органолептическая оценка свежести рыбы после размораживания

№	Показатель	Категория годности		
		свежая	сомнительная	несвежая
1	Внешний вид			
2	Цвет			
3	Разделка			
4	Запах			
5	Консистенция			
6	Глубокое обезвоживание			
7	Посторонние примеси			

Этап 2. Аналитическая оценка аммиака

1. В пробирку налить 3 мл смеси Эбера, закрыть пробкой и несколько раз встряхнуть.
2. Быстро заменить пробку на другую, через которую пропущена тонкий стеклянный крючок с надетым кусочком мяса рыбы. Кусочек вводить в пробирку, не задевая стенок и не касаясь жидкости.
3. В присутствии аммиака через несколько секунд образуется белое облачко хлористого аммония. Интенсивность реакции обозначают знаками по схеме:

«-»	«+»	«++»	«+++»
отрицательная	слабоположительная	положительная	резко положительная
белое облачко отсутствует	облачко расплывчатое, быстро исчезающее	устойчивое облачко через несколько секунд	облачко появляется немедленно

Этап 2. Аналитическая оценка сероводорода

1. Измельчённую навеску $m=25$ г поместить в бюкс объёмом 50 мл с подвешенной горизонтально полоской фильтровальной бумаги, на которую снизу нанесены капли ацетата свинца. Расстояние между бумагой и поверхностью продукта должно составлять около 1 см.

2. Бюкс закрыть крышкой, зажав фильтровальную бумагу между крышкой и корпусом бюкса, и оставить при комнатной температуре на 15 мин.
3. После экспозиции бумажную полоску снять и сравнить ее окраску с контролем (аналогичная полоска, смоченная тем же раствором).
4. При наличии в образце свободного сероводорода наблюдать потемнение участков бумаги, смоченных раствором свинцовой соли. Интенсивность реакции обозначается по схеме:

«-»	«±»	«+»	«++»	«+++»
отри- ца- тель- ная	сле- довая	слабо- положитель- ная	явно положительная	резко положительная
		бурое окра- шивание по краям ка- пли	бурое окраши- вание всей кап- ли, более интен- сивное по краям	интенсивное темно-бурое окрашивание всей капли

Этап 3. Получение липофильного экстракта (мисцеллы) из мяса рыбы

1. Рыбный фарш тщательно перемешать и провести его обезвоживание. Для этого к навеске ($m=100$ г для тощей рыбы) в фарфоровой ступке добавить двойную массу безводного Na_2SO_4 и тщательно растереть пестиком. Экспонировать смесь в течение 1 ч в темноте.
2. Смесь перенести в колбу, добавить 300 мл хлороформа, закрыть притёртой пробкой и экспонировать 24 ч.
3. Мисцеллу отфильтровать через бумажный складчатый фильтр в чистую сухую колбу с притёртой пробкой. Осадок промыть хлороформом (100 мл) полученные фильтраты объединить и хранить до проведения анализа при температуре -15°C или ниже.
4. При работе с жирной рыбой (массовая доля жира $>5\%$) рекомендуемая масса навески 50 г, объём хлороформа для заливки фарша с сульфатом натрия – 100 мл, объём хлороформа для промывки осадка – 50 мл.

Этап 4. Определение кислотного числа мисцеллы

1. В коническую колбу объёмом 250 мл внести 20 мл мисцеллы, 20 мл этанола, 2 капли фенолфталеина.
2. Раствор оттитровать 0,1 н. спиртовым раствором КОН при постоянном перемешивании до приобретения раствором розовой окраски, устойчивой в течение 120 с.

3. Рассчитать кислотное число по формуле 2.3.2.1:

$$X_1 = \frac{5,61 \cdot V \cdot K}{m}, \quad (2.3.2.1)$$

где: X_1 – кислотное число, %;

V – количество титранта 0,1 н. раствора КОН, мл;

K – коэффициент пересчета на олеиновую кислоту ($K = 0,5$);

5,61 – титр 0,1 н раствора КОН;

m – содержание жира в 1 мл экстракта, г (0,003...0,005 г).

4. Полученные результаты занести в таблицу 18.

Таблица 18 – Кислотное число мисцеллы

Образец	№ пробы	Объём титранта 0,1 н. КОН, мл	Кислотное число, %	Среднее арифметическое	Ошибка измерений
1	1				
	2				
	3				
2	1				
	2				
	3				
3	1				
	2				
	3				

Этап 5. Определение перекисного числа мисцеллы

1. В коническую колбу объёмом 250 мл внести 20 мл мисцеллы, 20 мл этанола, добавить 30 мл ледяной уксусной кислоты, 1 мл насыщенного раствора KI.
2. Колбу закрыть притёртой пробкой, поместить в тёмный пакет, тщательно перемешать в течение 120 с. Внести в колбу 100 мл дистиллированной воды, перемешать, добавить 1 мл 1%-ного раствора крахмала.
3. Выделившийся йод в растворе оттитровать 0,01 н. раствором тиосульфата натрия до исчезновения синей окраски.

4. Параллельно провести контрольное титрование пробы, в которую вместо мисцеллы внести 20 мл хлороформа, 30 мл ледяной уксусной кислоты и 1 мл насыщенного раствора KI. Обработать контрольную пробу так же, как экспериментальную.
5. Рассчитать перекисное число по формуле 2.3.2.2:

$$X_2 = \frac{0,001269 K_1 (V_1 - V_2)}{V_3 m} 100, \quad (2.3.2.2)$$

- где: X_2 – перекисное число, %;
- V_1 – количество титранта 0,01 н. раствора тиосульфата натрия, мл;
- V_2 – количество титранта 0,01 н. раствора тиосульфата для контрольной пробы, мл;
- V_3 – объём мисцеллы, мл (20);
- K_1 – поправочный коэффициент 0,01 н. раствора тиосульфата натрия;
- 0,001269 – количество йода, эквивалентное 1 мл 0,01 раствора тиосульфата натрия, г;
- m – содержание жира в 1 мл экстракта, г (0,003...0,005 г).

6. Полученные результаты занести в таблицу 19.

Таблица 19 – Перекисное число мисцеллы

Образец	№ пробы	Объём титранта 0,01н. Na ₂ S ₂ O ₃ , мл	Перекисное число, %	Среднее арифметическое	Ошибка измерений
1	1				
	2				
	3				
2	1				
	2				
	3				
3	1				
	2				
	3				

Этап 6. Итоговый

Результаты, полученные при выполнении этапов 2–5, занести в сводную таблицу 20.

Анализируемый параметр	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Аммиачная проба			
Сероводородная проба			
Кислотное число			
Переокисное число			

Сделать итоговый вывод о глубине гидролиза мяса исследуемых образцов, т.е. их пищевой безопасности.

Вопросы к защите работы



Защиту рекомендуется провести в виде занятия-конференции, обсудив полученные результаты в связи с конкретными образцами исследованного сельскохозяйственного сырья.

Работа 2.3.3. Оценка показателей безопасности мяса

Цель работы: оценить безопасность мясного сырья с помощью тестов на гликоген и пероксидазу

Образовательные задачи:

- ✓ освоить методику оценки показателей безопасности мясного сырья
- ✓ применить знания по количественному и качественному анализу к решению конкретных практических задач
- ✓ провести математическую обработку результатов

Исследовательская задача: сравнить показатели безопасности у различных образцов мясного сырья

Материалы и оборудование: Три вида мясного фарша; весы; электроплитка; марлевые фильтры; стеклянные палочки; воронки; колбы; пробирки; стаканчики;

фильтровальная бумага; ножницы; раствор Люголя*, 0,2%-ный раствор бензидина; 1%-ный раствор H_2O_2 .

*Раствор Люголя: раствор кристаллического I_2 в растворе KI (5 частей иода, 10 частей иодида калия и 85 частей воды. Общее содержание йода в этом растворе составляет 130 г/л).

Интерактивные педагогические технологии



- работа в парах/микрогруппах
- проблемный, архивный методы
- технологии case-study, brainstorming

Общая информация

Качественная реакция на гликоген основана на способности этого полисахарида давать цветовую реакцию с йодом. Цвет раствора зависит от количества гликогена; для каждого вида животных характерен определенный уровень содержания гликогена. Нижний предел обнаружения гликогена соответствует 1%-ному содержанию в мясном сырье.

Высоким содержанием гликогена характеризуется конина: в 100 г обезжиренной сухой конины может содержаться до 5% гликогена при диапазоне 1,5–4,7% и до 2 % глюкозы (диапазон 0,8–1,9). В равной массе свежей конины содержится до 1,0 % гликогена (диапазон 0,37–1,1) и до 0,5 % глюкозы (диапазон 0,2–0,5). В сухой говядине содержание гликогена и глюкозы составляет соответственно 0,8% и 0,2–1,0%, а в свежем мясе в 4 раза меньше. Существенное различие концентрации гликогена в конине и говядине используют в качестве идентификационного признака. Верблюжати́на и медвежати́на дают положительную реакцию на гликоген, тогда как мясо овцы, козы, крупного рогатого скота – отрицательную реакцию, указывающую на содержание гликогена ниже 1%.

Установлено, что мясо свиней, родившихся физиологически зрелыми, на 10-е сутки хранения имеет свежие свойства и может использоваться без ограничений. В мясе свиней, родившихся физиологически незрелыми, выращенных в отдельных пометах и группах, происходят гораздо более глубокие изменения порчи мяса. Оставаясь свежим на 7-е сутки хранения, такое мясо через 10 суток приобретает сомнительную свежесть, и для дальнейшего использования направля-

ется на микробиологическую экспертизу. Ещё быстрее портится мясо от животных, родившихся незрелыми и выращенных в пометах и группах вместе со зрелыми.

Такое сырьё уже на 7-е сутки хранения оно имеет сомнительную свежесть, направляется на дополнительные химические и микробиологические исследования и рекомендуется к использованию только для промышленной переработки [15].

Экспресс-тестом на мясо здоровых животных является пероксидазная реакция. Метод основан на реакции каталитического разложения пероксида водорода H_2O_2 с образованием кислорода, окисляющего индикатор – бензидин. Образующийся в параллельной реакции парахинондиимид реагирует с недоокисленным бензидином, что проявляется в виде перехода сине-зелёной окраски в бурую.

В мясе здоровых животных активность пероксидазы высока, тогда как в мясе больных, павших или агональных животных активность фермента резко снижена.

Ход работы

1. Приготовить мясную вытяжку, для чего к измельчённой пробе (фарш, $m=10$ г) добавить дистиллированную воду в соотношении 1:4 и фильтровать через марлевый фильтр в несколько сложений.
2. Для проведения качественной реакции на гликоген в пробирку помещают 5 мл фильтрата и добавляют 5–10 капель раствора Люголя. При положительной реакции раствор окрашивается в вишнево-красный цвет, при отрицательной – в желтый, при сомнительной – в оранжевый.
3. В пробирку внести 2 мл мясной вытяжки в соотношении 1:4 и добавить 5 капель 0,2%-ного раствора бензидина. Смесь встряхнуть и добавить 2 капли 1%-ного раствора перекиси водорода.
4. Наблюдать происходящие изменения.
 - а) При положительной реакции мясная вытяжка через 0,5...1,5 минуты приобретает сине-зеленый цвет, быстро переходящий в буро-коричневый. Такая реакция является индикатором мяса, полученного от здорового животного.
 - в) Появляется сине-зелёное окрашивание, которое медленно, с паузой переходит в буро-коричневый цвет. Такая реакция является слабо положительной и указывает, что мясо получено от переутомлённых, старых и заболевших животных.

г) Сине-зелёное окрашивание не появляется, вытяжка сразу приобретает урю-коричневый цвет. Такая реакция указывает, что мясо не соответствует кондициям и для переработки в пищу непригодно.

Вопросы к защите работы



Защиту рекомендуется провести в виде занятия-конференции, где каждая микрогруппа формирует сообщение о полученных результатах и выбирает докладчика. Остальные участники группы задают докладчику вопросы и выступают в обсуждении, активность участия в котором оценивает преподаватель.

Работа 2.3.4. Определение показателей порчи масложировой продукции

<i>Цель работы:</i>	освоить метод фотометрического определения вторичных продуктов перекисного окисления липидов
<i>Образовательные задачи:</i>	<ul style="list-style-type: none">✓ выполнить работу и необходимые расчёты✓ обсудить результаты и сделать вывод✓ защитить работу, ответив на вопросы
<i>Исследовательские задачи:</i>	сравнить содержание вторичных продуктов перекисного окисления липидов в продуктах свежих и с истёкшим сроком годности
<i>Материалы и оборудование:</i>	образцы масложировой продукции, ФЭК, кварцевые кюветы, водяная баня, 0,6 н. раствор HCl, трилон Б, 96%-ный этанол, дистиллированная вода, 0,06 М рабочий раствор тиобарбитуровой кислоты (ТБК)*.

* методика приготовления реактива ТБК:
864 мг тиобарбитуровой кислоты растворяют в 100 мл дистиллированной воды

Интерактивные педагогические технологии



- работа в парах
- проблемный метод
- технологии case-study, brainstorming

Общая информация

Перекисное окисление липидов является наиболее важным фактором порчи (прогоркания) пищевых растительных масел и животных жиров. По химической природе перекисное окисление относится к цепным свободнорадикальным процессам. Сигнальную роль выполняет малоновый диальдегид. Это соединение, возникающее и накапливающееся в ходе цепных реакций на ранних этапах перекисной трансформации жиров, т.е. в условиях ниже порога сенсорного восприятия.

Реакционная стабильность соединения позволяет выявлять и количественно определять его содержание в пищевых средах, поэтому МДА является маркером прогоркания липидов (рис. 36). По скорости его накопления определяют срок хранения продовольственного сырья с высокой концентрацией жиров.

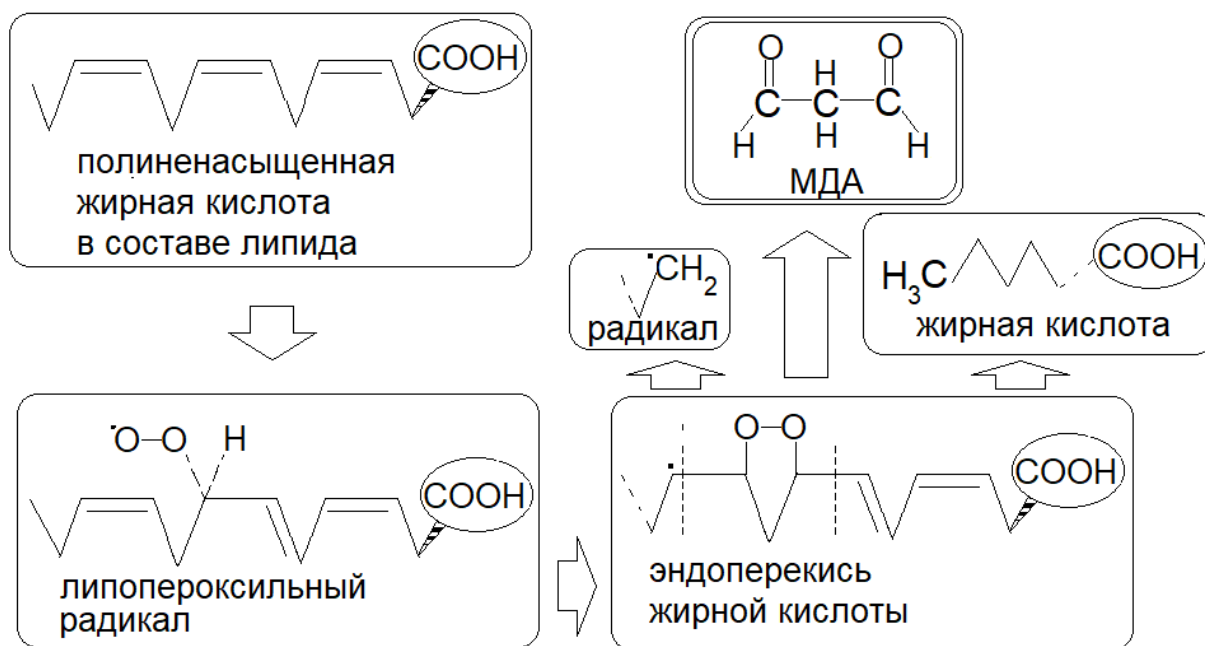


Рис. 36. Последовательность образования малонового диальдегида (МДА) в процессе прогоркания жиров

Принцип метода определения МДА основан на его специфической реакции с тиобарбитуровой кислотой (ТБК) в кислой среде при на-

гревании. Образующийся триметиновый комплекс является окрашенным, т.е. имеет максимум поглощения в видимой части спектра (при длине волны 532 нм), в связи с чем выявляется колориметрическими методами анализа (рис. 37).

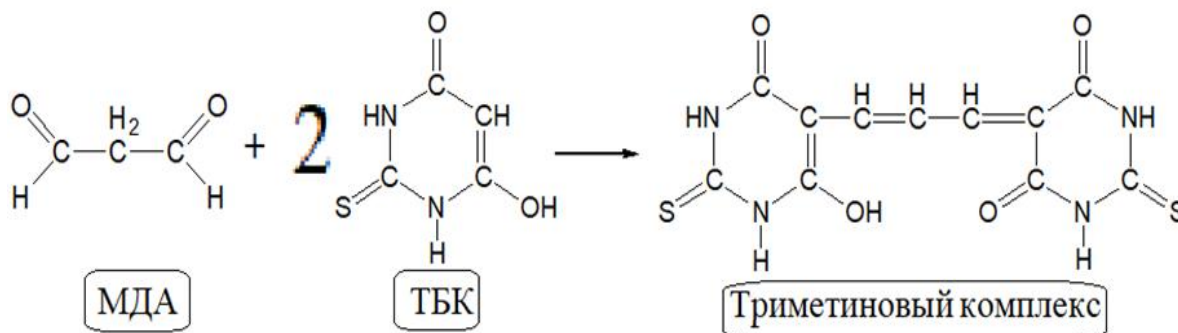


Рис. 37. Триметиновый комплекс – продукт взаимодействия МДА и ТБК

Ход работы

1. Пробоподготовку тестируемых образцов осуществить в соответствии с видом продукта. Из образцов растительного или сливочного масла, маргарина, кетчупа, других гидрофобных сред МДА извлекают экстрагированием горячей водой. Из образцов жиросодержащей молочной продукции (молоко, сливки, кефир, ряженка, сливки) МДА извлекается соосаждением (высаливанием) с белками, для чего к пробе добавляют насыщенные растворы солей сульфата натрия (Na_2SO_4) или аммония ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$).
2. Интенсивно окрашенные пробыкратно (в 5...10 раз) разбавляют с последующим умножением конечного результата на кратность разбавления.
3. Внести в пробирку подготовленную пробу (аналит) объемом 3 мл.
4. Добавить 1 мл 0,6 н. соляной кислоты и 1,5 мл рабочего раствора ТБК. В контрольный образец вместо пробы вносят равный объем дистиллированной воды и проводят те же операции, что и с аналитом.
5. Пробирку с реакционной смесью в течение 10-ти минут экспонировать на кипящей водяной бане.
6. Охладить пробирки до 15°C , для чего в течение 30 минут выдерживать на ледяной бане.

7. Для стабилизации окраски после охлаждения к смеси добавить 2 мл 96%-ного этанола и 2 мл трилона Б.
8. Фотометрировать пробу при двух длинах волн 540 и 590 нм, использовать кюветы рабочей шириной 0,5 см.
9. Рассчитать концентрацию МДА по формуле 2.3.4.1:

$$C_{\text{МДА}} = \frac{[(D_{540} - D_{590}) \cdot V_1]}{L \cdot 156 \cdot V_2}, \quad (2.3.4.1)$$

где $C_{\text{МДА}}$ – концентрация МДА, мМ;

D – оптическая плотность при длинах волн 540 и 590 нм;

V_1 – конечный объём тестируемой пробы, 5,5 мл;

V_2 – объём исходной пробы, мл;

L – рабочая ширина кюветы, 0,5 см;

ϵ – коэффициент молярной экстинкции (поглощения) ТБК, 156 $\text{мМ}^{-1}\text{см}^{-1}$.

10. Сделать вывод о результатах освоения метода и подверженности исследуемых образцов перекисному окислению, судя по содержанию малонового диальдегида.



Вопросы к защите работы

- 1 Какое значение имеют цепные свободнорадикальные реакции для сохранности продовольственного сырья и пищевой продукции?
- 2 Какое значение имеют ненасыщенные жирные кислоты для молекулярной структуры и химических свойств липидов в составе масло-жировой пищевой продукции?
- 3 Механизм процесса перекисного окисления липидов.
- 4 Какие особенности метаболизма и свойства малонового альдегида обеспечивают его маркерную роль при оценке свежести или порчи пищевой продукции?
- 5 Правила экстрагирования малонового диальдегида из различных видов липидсодержащей продукции.
- 6 Регулируемые и нерегулируемые факторы, способствующие прогорканию жиров и масел.
- 7 Биохимическая модификация жиров и масел в ходе их прогоркания.
- 8 Принцип метода определения малонового диальдегида.

- 9 Пробоподготовка и ход определения малонового диальдегида в образцах масложировой пищевой продукции.
- 10 Методика расчёта содержания малонового альдегида по результатам колориметрического анализа.
- 11 Результаты проведённого анализа МДА в исследуемых образцах.

Работа 2.3.5. Контроль пастеризации молока

Цель работы: провести пероксидазную и фосфатазную пробы для контроля пастеризации молока

Образовательные задачи:

- ✓ актуализировать знания по химии молока
- ✓ получить представление о каталитических процессах
- ✓ освоить методы контроля пастеризации молока в соответствии с ГОСТ 3623–73

Исследовательские задачи: сравнить различные образцы молока по показателям безопасности с использованием методов контроля пастеризации

Материалы и оборудование: образцы молока и сыворотки, 5%-ный раствор KI, 3%-ный водный раствор H₂O₂, свежеприготовленный 1%-ный раствор крахмала, фенолфталеинфосфат натрия, дистиллированная вода, конические колбы, шпатели, мерные цилиндры, водяная баня, плитка, сушильный шкаф, термометр, бумажные и марлевые фильтры.

Интерактивные педагогические технологии



- работа в парах
- проблемный метод
- технологии case-study, brainstorming

Общая информация

Для контроля пастеризации молока при температуре выше 80°C применяют ряд экспрессных тестов, к числу которых относятся: лактоальбуминовая проба, пероксидазная проба, фосфатазная проба.

Принцип лактоальбуминовой пробы основан на том, что при температуре выше 80°C белок коагулирует и не выявляется в сыворотке. Следовательно, выпадение белковых хлопьев в исследуемом молоке укажет, что оно не подвергалось пастеризации.

Пероксидаза также имеет белковую природу и инактивируется при температуре выше 80°C либо 75°C при 10-минутной экспозиции. Находящаяся в сыром молоке пероксидаза катализирует разложение перекиси водорода с образованием активного кислорода (супероксиданион-радикала). В присутствии йодида калия и крахмала образуется молекулярный йод, выявляемый по синему окрашиванию адсорбционного комплекса с крахмалом. Наиболее интенсивная синяя окраска соответствует сырому молоку; в молоке, подогретом до 60...70°C окрашивание будет сероватым или бледно-синим, а у молока, пастеризованного при 75...80°C, цвет первоначально не изменяется.

При этом даже в кипячёном молоке спустя несколько часов после обработки после внесения реактивов можно наблюдать бледно-голубое окрашивание, поскольку содержащаяся в нём перекись водорода продолжает медленно разлагаться неферментативным путём. Применение этой пробы требует проведения предварительной проверки реактивов, для чего используется контрольная реакция с кипячёным молоком. Данная проба имеет достаточную чувствительность, чтобы выявить нарушение температурного режима пастеризации (снижение нагрева до 63...72°C), а также добавление к пастеризованному молоку от 5% до 10% непастеризованного сырого молока. При этом смесь молока с реактивами быстро (в течение двух минут) приобретает цвет от бледно-синего до тёмно-синего. Изменение цветности в более поздние периоды не учитываются вследствие включения неферментативных реакций.

Пероксидазная и фосфатазная пробы применяются для подтверждения самого факта проведения пастеризации, соблюдения температурного режима процесса, а также для выявления фальсификаций в виде разбавления пастеризованного молока сырым. Пероксидаза надёжно инактивируется при температуре свыше 80°C или 75°C при 10-минутной экспозиции. Фосфатаза разрушается полностью при нагревании до 63°C при точно 30-минутной экспозиции (20-минутного на-

гревания будет недостаточно) или при более чем 72°C с 20-секундной выдержкой.

Принцип фосфатазного теста основан на добавлении к пробе молока фенолфталеинфосфата натрия. Соединение расщепляется под влиянием фосфатазы. Следовательно, если молоко не пастеризовано и фосфатаза в нём активна, то произойдёт отщепление остатка фосфорной кислоты от фенолфталеина, который в щелочной среде даёт розовое окрашивание.

Ход работы

1. Лактоальбуминовая проба проводится с сывороткой молока, используется следующий порядок действий. Фильтрат сыворотки объёмом 5 мл внести в пробирку, прокипятить. Наблюдать первоначальную опалесценцию (помутнение), а затем образование крупных хлопьев альбумина и глобулина (коагуляцию белков). Отсутствие коагуляции, сохранение прозрачности сыворотки является индикатором пастеризованного молока.
2. Пероксидазную пробу проводят с цельным молоком, используется следующий порядок действий. В пробирку поместить 5 мл исследуемого молока, 0,5 мл раствора KI, 0,5 мл раствора пероксида водорода и 0,5 мл свежеприготовленной крахмальной суспензии. Смесь тщательно перемешать и наблюдать изменение окраски. Появление интенсивного синего окрашивания указывает, что молоко сырое; отсутствие окрашивания в течение минуты после добавления реагентов указывает, что молоко пастеризовано при нормативной температуре (выше 80°C) или при 75°C с 10-минутной выдержкой. Слабое бледно-голубое окрашивание указывает на частичное разрушение фермента, что, как правило, происходит при нарушении температурного норматива (65–70°C).
3. Фосфатазную пробу проводят с цельным молоком или при подозрении на разбавление пастеризованного молока сырым, используется следующий порядок действий. В пробирку внести 2 мл тестируемого молока и 1 мл раствора фенолфталеинфосфата натрия, тщательно перемешать и поместить на водяную баню при температуре 40...45°C. При инактивации фосфатазы в молоке окраска смеси не изменяется ни через 10, ни через 60 минут. Следовательно, молоко пастеризовано по регламенту при 63°C. Если содержимое пробирки приобретает розовое окрашивание через 10 минут, то молоко не прошло пастеризацию вовсе. Если ин-

дикаторная реакция появилась через 60 минут, молоко либо пастеризовали ниже 63°C, либо фальсифицировали смешиванием пастеризованного с сырым.



Вопросы к защите работы

- 1 Что обозначает аббревиатура СОМО в характеристике пищевой ценности и качества молока?
- 2 Как называется белок молока, каковы его характерные особенности?
- 3 Каковы нормативные условия проведения пастеризации молока?
- 4 Перечислить базовые экспрессные тесты для контроля пастеризации молока.
- 5 В чём заключается принцип лактоальбуминовой пробы?
- 6 Каков механизм изменения окраски в пероксидазном тесте при использовании йодида калия, перекиси водорода и крахмала?
- 7 Почему даже в кипячёном молоке спустя несколько часов после внесения тест-системы на пероксидазу наблюдается появление специфичной окраски?
- 8 Какие виды фальсификаций позволяют выявить экспрессные тесты?
- 9 Следует ли учитывать изменение окраски тест-системы в поздние сроки после добавления реагентов, если специфичная окраска не проявилась в заданный регламентом срок?
- 10 Какие химические и биохимические реакции положены в основу фосфатазного теста?
- 11 Какие документы регламентируют качество и безопасность молока?
- 12 Каковы основные критерии установления соответствия молока и молочных продуктов требованиям нормативных документов?

2.4. Оценка безопасности продуктов питания



Работа 2.4.1. Определение микробиологических показателей порчи хлеба

Цель работы: определить микробиологические и физико-химические показатели порчи хлеба, изучить действенные методы снижения риска микробной контаминации

Образовательные задачи:

- ✓ изучить производственные и технологические меры борьбы с микробиологическими факторами болезней хлеба
- ✓ освоить органолептические методы первичной оценки микробиологической безопасности хлеба
- ✓ освоить методы первичного лабораторного анализа безопасности хлеба

Исследовательские задачи: провести сравнительный анализ различных образцов хлеба и муки на наличие признаков микробной контаминации

Материалы и оборудование: образцы хлеба и муки, 5%-ный раствор КОН, 10%-ный водный раствор NaOH, 0,1%-ный спиртовой раствор фенолфталеина, водный раствор борной кислоты (1:2), реактив Несслера, дистиллированная вода, конические колбы, шпатели, скальпель, водяная баня, плитка, сушильный шкаф, эксикатор, бюксы, термометр, бумажные и марлевые фильтры.

Интерактивные педагогические технологии



- работа в парах
- проблемный метод
- технологии case-study, brainstorming

Общая информация

Одним из наиболее опасных видов порчи хлеба является так называемая картофельная (тягучая) болезнь. Картофельная палочка (*Vaccillus mesentericus*) относится к группе гнилостных бактерий-аэробов,

чрезвычайно широко распространённых в природе. Этот возбудитель наносит большой экономический ущерб пищевой промышленности и потребителям. Бацилла образует споры, выдерживающие нагревание в течение 6 часов при температуре кипения воды, которые наряду с сенной палочкой *Bacillus subtilis* вызывают картофельную болезнь хлеба. Бациллы чувствительны к кислой реакции среды. Поэтому актуальным направлением хлебопекарного производства является разработка технологий получения заквасок с применением микроорганизмов-антагонистов картофельной палочки, а также подавления размножения бацилл с помощью природных консервантов (пропионаты, лактаты и ацетаты). Бациллы обладают высокой биохимической активностью. Они восстанавливают нитраты до нитритов; выделяют ферменты класса протеаз, разлагающих белки с образованием сероводорода и других дурно пахнущих веществ, а также имеют высокую каталазообразующую и гидролитическую способность. Под влиянием бацилл расщепляется крахмал, что делает мякиш хлебобулочных изделий липким и тягучим; сворачивается и пептонизируется молоко.

Известны следующие причины развития картофельной палочки в хлебобулочных изделиях: повышение обсеменённости муки, производственных помещений и оборудования спорами картофельной палочки в результате нарушения санитарных режимов хранения муки и зерна, приготовление сухарной крошки из зараженного хлеба, возвращённого из торговой сети; нарушение технологических параметров (кислотность, влажность, пропечённость и др.).

При подозрении на микробиологическую порчу хлеба проводят лабораторные исследования влажности и кислотности, которые значительно увеличиваются при развитии картофельной болезни. Кроме того, проводят аммиачную пробу для выявления аммонийных солей, которые накапливаются при разложении клейковины под влиянием микробной контаминации.

Если картофельная болезнь выявляется хотя бы в одной буханке хлеба, проводят обработку всего оборудования и помещений 2%-ным раствором уксусной кислоты. Картофельные палочки относятся к термофильным бактериям, при этом они высоко чувствительны к действию кислот. Их споры не погибают в процессе выпечки неподкисленных или слабо подкисленных сортов хлеба (пшеничный, светлые пшенично-ржаные сорта), поэтому действенной мерой защиты от бацилл является использование специальных заквасок и разработка

новых сортов хлеба с оптимальной кислотностью. Прорастанию спор препятствуют некоторые технологические добавки, например соли уксусной кислоты. Так, отечественная разработка «Яско Милл» содержит ацетат кальция в дозировке 0,4...0,8% и позиционируется как эффективное средство для выпечки стандартной продукции из обсеменённой муки.

Плесневые грибы являются менее стойкими, они погибают уже при 50°C, однако споры также жизнеспособны и выдерживают тепловой удар до 80°C. В свежее испеченном хлебе активные споры плесневых грибов отсутствуют, и обнаруженное плесневение может быть только результатом неправильного хранения (высокая влажность).

Хлебная корка без механических повреждений выполняет барьерную функцию в отношении плесеней. У саяк и нарезного хлеба такой защиты нет, тогда как в 1 см³ воздуха производственных помещений содержится до 45000 спор плесневых грибов.

Производственные меры борьбы с микробными болезнями хлеба состоят в следующем. Склад готовой продукции должен быть надёжно отделён от прочих проходных зон, полы и стены должны легко очищаться (кафель, минимум стыков и швов, фунгицидные краски, антиконденсатная изоляция, защита от сквозняков, антипылевые покрытия и регулярное увлажнение, вентиляция, отсутствие окон в помещениях для нарезки и хранения хлеба).

Ход работы

Этап 1. Первичная (органолептическая) оценка

1. Первичную оценку степени поражения хлеба плесенями и бактериями провести органолептическими методами. Оценить внешний вид образца, используя данные таблицы 21.

Таблица 21 – Визуальные определяемые признаки микробиологической порчи хлеба

№	Признак	Дескриптор	Результат
1	Форма	правильная геометрическая	
2	Корка	равномерно поджаренная, без трещин, подгорелостей, без частиц золы, угля	
3	Мякиш на разрезе	равномерно пористый, без закала и очагов непромешанной муки, соли; цвет однородный; не прилипает к ножу,	
4	Эластичность	при надавливании на глубину не менее	

	мякиша	1 см образует ямку, которая быстро выравнивается; признаётся «хорошей» при полном восстановлении деформации мякиша, «средней» – при почти полном восстановлении деформации мякиша и «плохой» – при заминаемости мякиша.	
5	Вкус хлеба	приятный, свойственный данному виду и сорту, без горечи, посторонних привкусов. При разжевывании не должен ощущаться хруст	
6	Запах	приятный, свойственный данному виду хлеба, без затхлости и посторонних запахов	
7	Общий вид	Отсутствие признаков бактериального или грибкового поражения	

Этап 2. Лабораторный анализ влажности хлеба

1. Подготовить высушенные и взвешенные бюксы с крышками.
2. Наметить на булке (буханке) четыре равноудалённые точки и вырезать кусочки мякиша общей массой 12...15 г, измельчить их ножом, массу перемешать и отмерить две навески массой 5 г каждая.
3. Навески внести в подготовленные бюксы с крышками и поместить в сушильный шкаф, нагретый до 140°C. Высушивать навески в течение 40 мин.
4. Вынуть бюксы и поместить в эксикатор для охлаждения (20 минут), определить массу взвешиванием.
5. По разнице исходной и высушенной масс определить содержание воды в хлебе по формуле 2.4.1.1:
$$X_B = [a - b/a] \cdot 100\%, \quad (2.4.1.1)$$

где X_B – искомая влажность, %;
 a – масса навески до и после высушивания, г;
 B – масса навески после высушивания, г.
6. Результаты измерений занести в таблицу 22.

Этап 3. Лабораторный анализ кислотности хлеба

1. Определить кислотность исследуемых образцов хлеба. Параметр выражают в градусах Неймана. Это количество миллилитров 0,1 н.

раствора щёлочи, необходимое для нейтрализации кислот в 100 г хлеба.

2. Из хлебного мякиша вырезать кусочки массой $25,0 \pm 0,1$ г, измельчить и перенести в сухую колбу объёмом 500 мл с притёртой пробкой, добавить порциями при тщательном перемешивании 250 мл горячей (60°C) дистиллированной воды.
3. Хлебную суспензию оставить при комнатной температуре на 1 минуту, затем надосадочную жидкость отфильтровать через марлю в несколько сложенных.
4. Отобрать в две колбы аликвоты по 50 мл фильтрата, добавить 2 капли фенолфталеина и титровать 0,1 н. раствором NaOH до появления розового окрашивания, не исчезающего в течение минуты.
5. Рассчитать кислотность хлеба по формуле 2.4.1.2:

$$X_K = a \cdot V_1 \cdot 100 / m \cdot V_2 \cdot 10, \quad (2.4.1.2)$$

где: X_K – кислотность в градусах Неймана ($^\circ\text{H}$);

a – количество мл 0,1 н. щелочи, пошедшей на титрование;

V_1 – объём мл фильтрата;

V_2 – объём аликвоты, мл;

m – масса навески хлеба, г.

6. Результат выразить средним арифметическим двух определений с расхождением в параллельных анализах не более $0,3^\circ\text{H}$.
7. Сопоставить результаты с нормированными значениями кислотности доброкачественного хлеба: для ржаного хлеба $12 \pm 0,3^\circ\text{H}$; для пшеничного хлеба $2,5 \dots 4,0 \pm 0,3^\circ\text{H}$.
8. Результаты измерений занести в таблицу 22.

Этап 4. Качественный анализ: проба на свежесть

1. Поместить в две конические колбы навески хлеба массой 2 г каждая.
2. Добавить к навескам 5 мл 10%-ного водного раствора NaOH, экспонировать смесь в течение 10 минут при комнатной температуре.
3. Смесь подогреть до 30°C и добавить 5 капель раствора борной кислоты.
4. Проверит наличие запаха. В доброкачественном хлебе сохраняется запах свежего клейстера, в испорченном – появляется запах сероводорода и триметиламина в результате гидролитического расщепления белков.
5. Результаты занести в таблицу 22.

Этап 5. Качественный анализ: аммиачная проба муки

1. Навеску муки массой 5 г взболтать в 20 мл дистиллированной воды и экспонировать в течение 30-ти минут.
2. Полученную суспензию отфильтровать через складчатый фильтр.
3. Порции фильтрата (объёмом 5 мл) внести в две пробирки. В первую (контроль) добавить 0,5 мл 5%-ного раствора КОН, во вторую (опыт) добавить 0,5 мл реактива Несслера.
4. Наблюдать происходящие изменения цвета в содержимом пробирок. Окрашивание в желтый или бурый цвет указывает на то, что в муке началось разложение белков в результате микробной контаминации.
5. Результаты качественного анализа занести в таблицу 22, обозначив результат знаками «+» или «-» в зависимости от зафиксированного результата наблюдения.

Таблица 22 – Результаты измерения влажности и кислотности образцов хлеба и муки

Образец	Анализ хлеба			Анализ муки
	кислотность, °Н	влажность, , %	проба на свежесть	аммиачная проба (+/-)
1				
2				
...				
n				

Вопросы к защите работы



1. Каковы возбудители, признаки и проявления картофельной болезни хлеба?
2. Физиолого-биохимические свойства возбудителя картофельной болезни хлеба *Bacillus subtilis var. mesentericus*
3. Требования к качеству пшеничного, ржаного и ржано-пшеничного хлеба с учётом пищевой безопасности.
4. Какие лабораторные тесты являются первооче-

- редными при подозрении на микробную порчу хлеба?
5. Каковы основные направления борьбы с возбудителями болезней хлеба?
 6. О каких технологических нарушениях производства хлеба свидетельствует его плесневение?
 7. Выполняет ли хлебная корка защитную функцию в отношении болезней хлеба?
 8. Перечислить наиболее эффективные производственные меры борьбы с микробными болезнями хлеба.
 9. Какое значение для безопасности хлебной продукции имеет использование технологических добавок, содержащих соли уксусной кислоты?

2.4.2. Первичная оценка микробиологической безопасности консервированных растительных продуктов

Цель работы: Провести первичную оценку микробиологической опасности консервированных растительных продуктов

Образовательные задачи:

- ✓ Актуализировать знания по микробиологическим факторам порчи консервированных продуктов
- ✓ Получить представление о методах распознавания признаком микробной порчи
- ✓ Научиться проводить подготовку консервированной продукции к оценке микробиологических рисков

Исследовательская задача: сравнить герметичность укупорки различных видов консервированной продукции

Материалы и оборудование: образцы консервированной растительной продукции; горячий мясо-пептонный агар (МПА); чашки Петри с агаром Эндо; спирт этиловый; консервный нож; спиртовка; среды обогащения и накопления для обнаружения

сальмонелл; электронные весы; микроскоп; химические стаканы с делениями; мерные цилиндры; бактериологические петли; предметные стёкла; краситель генцианвиолет; стерильные марлевые салфетки.

Интерактивные педагогические технологии



- работа в парах/микрогруппах
- проблемный, архивный методы
- технологии case-study, brainstorming

Общая информация

Консервы относятся к пищевым продуктам длительного хранения, специально обработанным и герметично упакованным в тару для защиты от проникновения микроорганизмов при хранении и транспортировке.

Растительное сырье всегда в той или иной степени обсеменено микробами-сапрофитами, в том числе возбудителями порчи (анаэробными клостридиями и термофильными бациллами) и инфекций (токсигенные стафилококки, сальмонеллы и др.). На заключительном этапе консервирования проводят стерилизацию для получения микробиологически стабильного продукта. Эффективность стерилизации консервов зависит не только от длительности и температуры нагревания, но и количественного состава микрофлоры, рН среды, содержания жира, поваренной соли и сахара. Остаточной микрофлорой называют микроорганизмы, сохранившие жизнеспособность в процессе стерилизации.

Для контроля качества консервов от партии берут три единицы потребительской тары для продукции объёмом до 1 л включительно или одна единица, если объём составляет более 1 л. Образцы направляют в лабораторию, в сопроводительном документе указывают дату, целевые определяемые показатели, размеры партии-источника среднего образца, сорт и дату выработки продукта, должность и фамилия лиц, отбиривших образцы.

Доставленные образцы осматривают и проверяют герметичность: снимают этикетки, устанавливают в один ряд в кипящую воду, взятую в 4-кратном количестве относительно массы банок при 3-сантиметровом слое, покрывающем банки. Банки выдерживают не менее 5...7 минут, затем переворачивают на крышку. Признаком на-

рушения герметичности является появление струйки пузырьков. На бактериологическое исследование направляются только герметичные банки.

Различают физический, химический и микробиологический брак в зависимости от видимых и скрытых дефектов. Внешними дефектами тары являются пробоины, подтеки, следы вытекания продукта, а также бомбаж (вздутие консервной банки). Дефектами консервированного продукта относятся явные признаки развития микроорганизмов, например брожение, заплесневение.

Для выявления МАФАНМ (мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов) консервы термостатируют при 30-37⁰С в таре до 1 л включительно не менее 5 суток, а свыше 1 л – не менее 7 суток.

Для выявления термофильных микроорганизмов консервы термостатируют в любой таре не менее 3-х суток. Объекты ежедневно осматривают, при появлении дефектов банки вынимают из термостата и выдерживают 24 часа при комнатной температуре. Если консервы принимают прежний вид, то их считают бездефектными и продолжают термостатирование.

После термостатирования консервы выдерживают в течение суток при комнатной температуре, после чего отмечают видимые дефекты тары, видимые микробиологические дефекты (брожение, плесневение) консервированного продукта в стеклянной таре, бомбаж в металлической таре.

Термин «стерильность» означает отсутствие жизнеспособных микроорганизмов в консервированном продукте. Стерильность консервов определяют, если они выработаны по специальным заказам для поставок экспедициям, на космические станции и в лечебные учреждения. При определении стерильности консервов 1 мл (г) цельного продукта вносят в чашку Петри, заливают расплавленным и охлажденным до 50⁰С мясопептонным агаром (МПА), тщательно перемешивают, охлаждают и термостатируют при 37⁰С в течение 72 ч. Затем подсчитывают количество выросших колоний и определяют количество микроорганизмов в 1 см³ или в 1 г продукта.

При выработке обычных консервов ориентиром является промышленная стерильность, т.е. отсутствие микроорганизмов, число и показатели которых нормируются регламентами. В консервированном продукте не допускается присутствие патогенных микроорганизмов и токсинов, опасных для здоровья людей, а также микроорга-

низмов, способных вызывать порчу продукта при температуре хранения, установленной для данного вида консервов (для потребителя температура указана на этикетке).

Ход работы

1. Для подготовки к микробиологическому исследованию банки тщательно вымыть горячей водой и обсушить. Крышку банки протереть спиртом, фламбировать (обжечь) и вскрыть стерильным консервным ножом.
2. Провести органолептическое исследование внешнего вида (внешний вид, цвет, запах, состояние содержимого и др., в соответствии со спецификой рассматриваемого объекта и его соответствия требованиям стандартов или технических условий). Название образца, показатели, их характеристики (дескрипторы) и результаты занести в таблицу 23.

Таблица 23 – Результаты органолептического исследования консервированного продукта

№	Образец	Показатель	Дескриптор
1		внешний вид	
		цвет	
		запах	
		состояние содержимого	
2			
...			
n			

3. Из каждой консервной банки отобрать несколько навесок (весовым или объёмным методом) в условиях, исключающих микробное загрязнение.
4. Каждую навеску суспендировать в физрастворе (исходная проба) и приготовить серию разбавлений с 10-кратным шагом (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4}).
5. Из каждого разведения отобрать по 1 мл, внести в стерильные чашки Петри, залить горячим (50°C) МПА, термостатировать 24 ч. при 37°C , затем подсчитать количество колоний.
6. Из параллельных посевов определить среднее число выросших колоний, умножить на соответствующее разведение и рассчитать количество микроорганизмов в 1 мл или 1 г продукта по формуле

2.4.2.1. При анализе сливов с продукта расчет провести по формуле 2.4.2.2.

$$X = \frac{10^n (V_{\text{прод}} + V_{\text{вод}})}{V_{\text{прод}} \cdot q} \quad (2.4.2.1) \qquad X = \frac{10^n (V_{\text{вод}})}{V_{\text{прод}} \cdot q} \quad (2.4.2.2)$$

где n – степень разведения продукта при последовательном разбавлении;

$V_{\text{вод}}$ – объем воды, использованный для приготовления пробы;

$V_{\text{пр}}$ – объем продукта, использованного для приготовления пробы;

q – объем посевного материала, внесенного в чашку Петри.

7. После подсчета колоний определяется родовая и видовая принадлежность выделенного микроба по регламентам на промышленно-стерильные консервы, содержащим указания по видовому составу, числу микроорганизмов, значению pH и др. Если хотя бы в одном из посевов обнаружены мезофильные клостридии *Cl. botulinum* и/или *Cl. perfringens*, консервы оценивают как не соответствующие требованиям.
8. Для бактерии группы кишечной палочки (БГКП) по микробиологическим нормативам не допускается наличие колиформных бактерий в 1 г консервированного мяса.
9. Индикация сальмонелл, обычно присутствующих в консервах в малых количествах, проводится методом обогащения в четыре этапа (рис. 38).

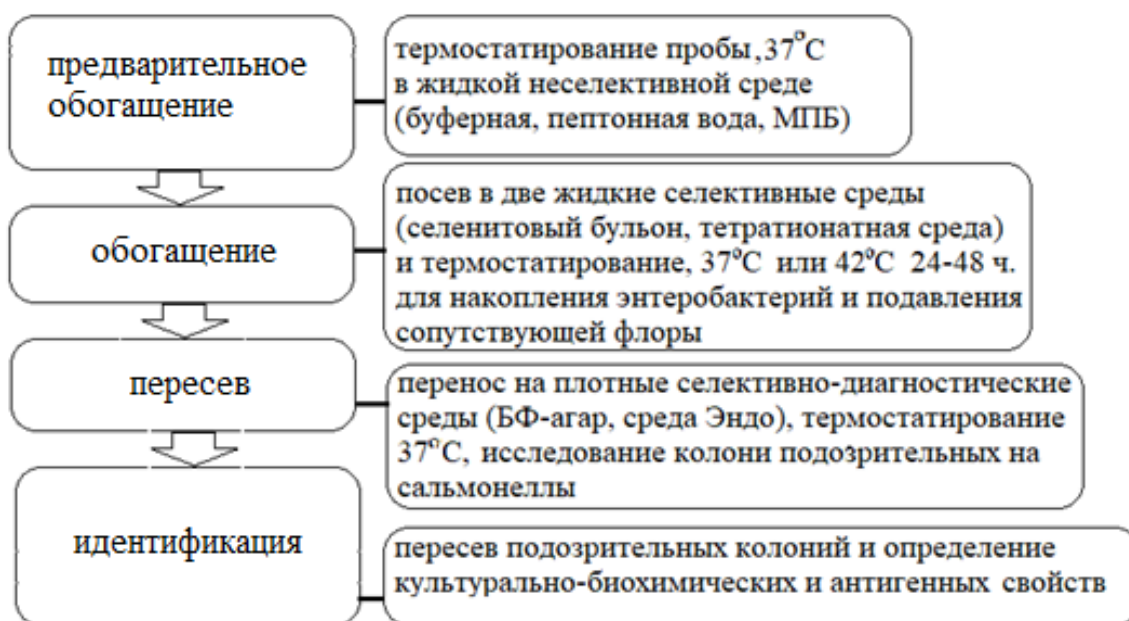


Рис. 38. Этапы идентификации сальмонелл

10. Для проведения исследования измельчить навеску продукта массой 25 г с соблюдением правил асептики, гомогенизировать в 225 мл буферной пептонной воды (получается разведение 1:10) и термостатировать пробу при 37⁰С в течение 20 ч.
11. Провести пересев по 10 мл пептонной воды в две колбы со 100 мл среды: колба №1 – тетраэтионатная среда, колба №2 – селени-товая среда).
12. Термостатировать 24 ч. колбу №1 при 42⁰С, колбу №2 – при 37⁰С.
13. Провести пересев бактериологической петлей на БФ-агар и висмут-сульфитный агар (чаще используют агар Эндо) для получения изолированных колоний. Из подозрительных колоний готовят мазки, окрашивают по Граму и определяют подвижность в препарате «висячая» или «раздавленная капля». В дальнейшем пробы направляются на ферментативный, антигенный анализ и углублённую микробиологическую идентификацию.
14. В заключении должно содержаться точное указание, обнаружены ли сальмонеллы в 25 г исследуемого продукта.
15. Для индикации и определения количества золотистого стафилококка делают посев исследуемых консервов с использованием селективно-диагностических сред по схеме: а) высеив навески; б) подсчет колоний с характерными для стафилококка признаками; в) идентификация выделенных культур.
16. Если в посевах обнаружены грамположительные кокки, способные коагулировать плазму крови, образующие каталазу, ферментирующие мальтозу в анаэробных условиях, то выявленные микроорганизмы относят к *Staph. aureus*.
17. Микробиологические показатели консервов в соответствии с Санитарными правилами и нормами приведены в таблице 24.

Таблица 24 – Микробиологические нормативы мясных консервов

Группа продуктов	МА-ФАНМ КОЕ/г, не более	Масса продукта (г), в которой не допускаются патогены			
		БГК П	СРК	<i>S.aureus</i>	патогенные МО
Консервы из растительного сырья	2x10 ²	1	0,1	1	25

пастеризованные					
Консервы из растительного сырья стерилизованные	Должны удовлетворять требованиям промышленной стерильности для консервов группы А				



Вопросы к защите работы

- 1 Выполнима ли задача получения растительного сырья, полностью свободного от микробных контаминатов?
- 2 Привести примеры наиболее распространённых микробов-сапрофитов, являющихся возбудителями порчи продуктов и инфекционных заболеваний человека.
- 3 Какие технологии обеззараживания применяют при консервировании пищевых продуктов?
- 4 Какие факторы определяют эффективность стерилизации консервированных пищевых продуктов?
- 5 Что собой представляет «остаточная микрофлора»?
- 6 Каковы основные правила пробоотбора при проведении контроля качества консервированной продукции?
- 7 Как классифицируют продукцию для выбраковки в зависимости от видимых и скрытых дефектов консервированных объектов?
- 8 Каковы внешние проявления микробиологических дефектов в консервированной продукции?
- 9 Какова длительность экспонирования консервов в термостабируемых условиях для выявления МАФАНМ?
- 10 Перечислить основные этапы выявления термофильных микроорганизмов в консервированной пищевой продукции.
- 11 К каким видам консервированной продукции предъявляют требования стерильности?
- 12 Перечислить основные этапы определения стерильности консервов.
- 13 В чём заключается содержание нормативного требования «промышленная стерильность» применительно к консервированной пищевой продукции?

2.4.3. Определение содержания непредельных жирных кислот и соли в чипсах

Цель работы: Определить содержание непредельных жирных кислот и соли в составе чипсов

Образовательные задачи:

- ✓ актуализировать знания по строению и свойствам жирных кислот в составе липидов
- ✓ освоить метод визуального сравнения общего содержания жиров в продукте
- ✓ научиться определять солёность чипсов

Исследовательская задача: выявить в ряду продуктов-аналогов образцы с потенциальным пищевым риском

Материалы и оборудование: образцы различных видов картофельных чипсов, фильтровальная бумага, 1%-ный раствор перманганата калия, дистиллированная вода, пробирки, спиртовка, фильтровальная бумага, йод, 0,1 н. раствор нитрата серебра; термометр, дозаторы на 5 и 10 мл; насыщенный водный раствор хромовокислого калия (индикатор).

Интерактивные педагогические технологии



- работа в парах или микрогруппах
- проблемный метод
- технологии *case-study*, *brainstorming*

Общая информация

Под термином «чипсы» (от англ. «*chips*» – ломтик, кусочек) привычно понимают плоские хрустящие пластинки. Для производства картофельных чипсов используют сорта картофеля специальной селекции с низким содержанием сахара, ровной поверхностью и заданным диаметром клубней 3...4 см, чего требует технология автоматизированной нарезки (рис. 39).



Рис. 39. Автоматизированная линия производства чипсов

Отобранный картофель моют, чистят и нагревают до 80°C для экстрагирования редуцирующих сахаров и инактивации ферментов, в первую очередь полифенолоксидазы. Подготовленный картофель нарезают ломтиками, удаляют выделившийся на поверхности ломтиков крахмал и обжаривают в растительном масле.

Наряду с описанной традиционной технологией в настоящее время всё чаще применяются экструзионные технологии. При этом чипсы готовят не из ломтиков, а из картофельного пюре, изготовление которого не требует таких жёстких технологических ограничений, как для классических чипсов. Более того, новые технологии позволяют расширять сырьевую базу производства, поскольку в качестве сырья допустимо использовать как некондиционный картофель и картофельные полуфабрикаты, так и производные зерновых культур.

Наряду с полезными высокопитательными веществами (жиры, белки, углеводы) чипсы содержат и потенциально вредные вещества (ароматизаторы, канцерогены, небезопасные пищевые добавки). Их присутствие связано с пищевыми рисками различного уровня. Наибольшей значимостью характеризуется риск, обусловленный гидрогенизированными жирами (трансжирами), обладающими высокой атерогенной способностью и не способными включаться в нормальный катаболизм липидов.

В отличие от природных растительных масел, трансжиры включают насыщенные жирные кислоты (НЖК), тогда как для построения и нормального функционирования клеточных мембран необходимы ненасыщенные и полиненасыщенные жирные кислоты (НеЖК, ПНЖК). Таким образом, выявление в чипсах насыщенных жирных кислот является одним из важных тестов на пищевую безопасность.

Принцип этого теста основан на различной реакционной способности НЖК и НеЖК в отношении такого универсального окислителя, как перманганат калия. Двойные связи в молекулах ненасыщенных жирных кислот являются активными центрами с повышенной электронной плотностью, поэтому подверженными окислительной атаке. Внешним признаком протекания этой реакции является восстановление марганца и обесцвечивание фиолетовой окраски исходного раствора перманганата.

Ход работы

1. Установить массу чипса взвешиванием, результат записать.
2. Положить чипс на бумажный фильтр, согнуть бумагу пополам, раздавив испытуемый образец внутри сгиба.
3. Кусочки чипса тщательно перенести с фильтра в стаканчик, рассмотреть бумагу на свет. Заполняя пространство между волокнами целлюлозы, масло снижает светорассеяние. Чем больше жира содержит продукт, тем больше размер пропускающего свет пятна.
4. Определение содержания непредельных жирных кислот в чипсах провести методом качественного анализа. Для этого выполнить следующие действия:
 - измерить диаметр полученного на фильтре пятна, занести результаты в таблицу 25;
 - на жирное пятно равномерно нанести несколько капель раствора перманганата калия (KMnO_4). Для контроля нанести равное количество перманганата на площадь круга, равного жировому пятну. Наблюдать изменение окраски раствора, отметить степень обесцвечивания по градациям «сильное», «слабое», «отсутствует». Результаты занести в таблицу 25.

Таблица 25 – Результаты анализа качества жира в составе чипсов

№ образца	Диаметр жирного пятна, мм	Степень обесцвечивания раствора KMnO_4		
		сильное	слабое	отсутствует
1				
2				
...				
n				

При анализе результатов учесть, что чем скорее обесцвечивается раствор, тем выше качество масла и, соответственно, целевого

продукта. Сделать вывод о наличии в продукте непредельных карбоновых (жирных) кислот, являющихся показателем качества растительного масла, на котором обжаривали данные чипсы.

5. К перенесённому в стаканчик раскрошенному чипсу добавить 50 мл горячей ($60^{\circ} \dots 70^{\circ}\text{C}$) воды и тщательно размешать на магнитной мешалке в течение 10 минут. Полученную суспензию отфильтровать в чистую колбу и провести в ней определение хлорид-ионов методом количественного анализа (титриметрия по Мору-Денни). Соленость выразить в промилле, т.е. единицах массы (г) растворённого электролита в расчёте на 1000 г воды (весовые тысячные доли, S%).
6. В пробирку внести аликвоту (10 мл) водной вытяжки, добавить 2 капли хромовокислого калия.
7. Оттитровать пробу раствором азотнокислого серебра, окончание реакции наблюдать по появлению красной окраски индикатора. Если в пробе содержится слишком большое количество хлоридов, то определение будет затруднено выпадением хлопьев хлористого серебра. В этом случае исходную пробу разбавить в 3...5 раз, а при расчёте конечную величину умножить на кратность разбавления. Результаты занести в таблицу 26.

Таблица 26 – Результаты определения солёности чипсов

Образец	№ про-бы	V про-бы	V AgNO_3	Солёность, промилле (‰)
№1				
№2				
...				
n				

8. Соленость в промилле (‰) рассчитывается по формуле 2.4.3.1:

$$S = 0,0064 V, \quad 2.4.3.1$$

где V – объем раствора AgNO_3 , пошедший на титрование;

0,0064 – коэффициент перевода в промилле.

9. Сделать вывод о результатах сравнительной оценки различных видов чипсов.



Вопросы к защите работы

- 1 Какова этимология названия «чипсы»?
- 2 Предъявляются ли к сырью для изготовления чипсов какие-либо особенные технологические требования?
- 3 С какой целью очищенный картофель нагревают до 80°C на стадии подготовки к изготовлению чипсов из цельных корнеплодов?
- 4 Какие инновационные технологии изготовления чипсов используют в настоящее время в пищевом производстве, в чём заключается эффективность данных технологий?
- 5 Какие потенциальные ксенобиотики могут содержать картофельные чипсы?
- 6 Какой пищевой риск обуславливают гидрогенизированные жиры (трансжиры) в составе чипсов?
- 7 Какие свойства жирных кислот положены в основу экспрессного теста для оценки пищевой безопасности чипсов?
- 8 В чём заключается риск для здоровья, обусловленный высоким содержанием пищевой соли в составе картофельных чипсов?
- 9 На каких физико-химических реакциях основан метод титрования по Мору-Денни?
- 10 В каких единицах измеряют содержание соли в вытяжке из чипсов?
- 11 Какой методический приём необходимо титриметрическом анализе, если содержание соли в анализируемом образце чипсов намного превышает нормативный уровень?
- 12 Какие виды растительного сырья, кроме картофеля, могут быть использованы для изготовления чипсов?

2.4.4. Обнаружение посторонних примесей в шоколаде

Цель работы: выявить фальсификат в шоколадной продукции путем обнаружения посторонних примесей.

Образовательные задачи:

- ✓ расширить знания о составе и свойствах шоколада;
- ✓ получить знания о способе приготовления

- крафтового шоколада;
- ✓ освоить методы обнаружения примесей в шоколаде.

Исследовательская задача: ✓ оценить присутствие примесей и сравнить термостойкость различных сортов товарного шоколада и крафтового образца.

Материалы и оборудование: ✓ различные пробы шоколада, ингредиенты для приготовления домашнего шоколада (порошок какао 52 г (4 столовые ложки); молоко – 100 миллилитров; масло сливочное – 125 грамм; сахар – 1 стакан); пробирки, колба, спиртовой раствор йода, стеклянные палочки, водяная баня, электрическая плитка, горячая дистиллированная вода.

Интерактивные педагогические технологии



- работа в парах
- проблемный метод
- технологии case-study, brainstorming

Общая информация

Шоколад относится к сложным коллоидным системам. Его фазовые компоненты имеют высокое сродство к воде и суспензиям вида «вода/масло». Поэтому шоколад надлежащего качества, не содержащий посторонних примесей, должен полностью распускаться в воде или молоке, не оставляя осадка.

При выпаривании в ходе продолжительного кипения должна получаться рыхлая, но не клейкая или желеобразная масса. Последнее наблюдается только при фальсификации продукта добавлением мучнистых или крахмальных примесей, снижающих качество продукта и сокращающих срок его безопасного хранения.

Ход работы

1. Приготовить самодельный шоколад, для чего молоко (объемная навеска 100 мл) подогреть на слабом огне. Добавить один стакан сахара, тщательно перемешать до растворения. При необходимости использовать погружной блендер.

2. Растопить на водяной бане масло (навеска массой 125 г) и постепенно вмешать в сладкое молоко. Порциями внести какао-порошок (4 столовые ложки), тщательно размешивая каждую вносимую порцию, растирая появляющиеся комочки.
3. Смесь перенести в металлическую ёмкость и томить на слабом огне 30 минут при постоянном перемешивании.
4. Снять смесь с огня, остудить до комнатной температуры, разлить по формам и убрать в холодильник на 30...60 минут.
5. Часть шоколада использовать для изготовления форм в виде чашечек для проверки пластичности полученной массы. Для этого в качестве матрицы использовать слегка надутые воздушные шары, а для подставок – пластиковые стаканчики, размещённые в металлическом или пластиковом лотке. Остывшую тёплую шоколадную массу нанести тонким слоем на сферу воздушного шарика, обмакивая его в шоколад. Излишек шоколада слить. Матрицы с нанесённым шоколадом лёгкими движениями слегка поворачивать для равномерного распределения шоколада по стенкам. Полученные формы поставить на силиконовую подложку, обеспечить опору стаканчикам и убрать в холодильник до полного застывания.
6. Во время 30...60-минутной экспозиции провести работу с образцами готового шоколада.
7. В термостойкий химический стакан налить 30 мл горячей воды, опустить дольку шоколада (массой 6–8 г) и поставить на водяную баню. После полного растворения шоколада к суспензии добавить несколько капель йода. Если в шоколад подмешаны мучнистые или крахмальные добавки, то отвар окрасится в синий цвет. Отвар чистого шоколада без примесей окрасится в слегка зеленоватый цвет.
8. После застывания шоколадных форм провести пробу на их термостойкость. Налить в однотипные формы нагретую воду с повышением температуры в диапазоне 25°C...40°C, определить время плавления и сравнить порог термостойкости самодельного и коммерческого шоколада.
9. Сделать вывод по результатам освоения метода и обнаружения крахмальных примесей в образцах шоколада.



Вопросы к защите работы

1. Какие нормативные требования к продукту под названием

«шоколад» предъявляются в соответствии с ГОСТ Р 70337-2022?

- 3 Какие физико-химические процессы протекают при темперировании шоколада?
- 4 Дать определение понятию «память формы» применительно к пищевым объектам на основе высокомолекулярных соединений
- 5 Какой продукт из какао-бобов был исторически создан первым – напиток «горячий шоколад» или кондитерские плитки твёрдого шоколада? (*напиток*)
- 6 Какое соединение является индикатором присутствия крахмальных добавок к шоколадной матрице?
- 7 Какое значение для безопасности и срока годности шоколада имела реакция алкализации какао-бобов, разработанная голландским химиком Хаутеном в 1828 году? (*снижение микробной контаминации*)
- 8 Какой компонент является обязательным для приготовления начинки для шоколадных конфет пралине? (*орехи*)
- 9 Закончите цитату из романа Ч.Диккенса «Посмертные записки Пиквикского клуба»: «Нет шоколада – нет ...» (*завтрака*).

2.4.5. Обнаружение примесей маргарина в сливочном масле

OOOOO

Цель работы: обнаружить примеси маргарина в сливочном масле с помощью различных методов

Образовательные задачи:

- ✓ актуализировать знания по свойствам пищевых жиров
- ✓ освоить методику работы с люминоскопом
- ✓ научиться обнаруживать примеси маргарина в сливочном масле с использованием качественных реакций и люминесцентного метода

Исследовательская задача: ✓ сравнить наличие примесей маргарина в различных сортах сливочного масла

Материалы и оборудование: ✓ различные образцы масла и маргарина, пробирки, спиртовка, держатели, металли-

ческий бюкс, чашка Петри, раствор серной кислоты в спирте 1:2, люминоскоп «Филин».

Интерактивные педагогические технологии



- работа в парах
- проблемный метод
- технологии case-study, brainstorming

Общая информация

Сливочное масло занимает лидирующее место в рейтинге продуктов, которые наиболее часто подделывают в России. По данным Роспотребнадзора, 85% образцов сливочного масла не соответствуют требованиям стандартов, из них больше половины (57%) – по наличию растительного жира [18]. Растительный жир в составе сливочного масла представляет опасность для здоровья, поскольку подвержен гидрогенизации с образованием трансизомеров жирных кислот. Примеси маргарина в сливочном масле способствуют развитию атеросклероза и повышают риск кардиологических заболеваний

Общепринятые методы обнаружения примесей в маслах и жирах основаны на определении физических и физико-химических констант (удельный вес, точка плавления, показатель рефракции, число омыления, число Рейхерта-Мейссля и др.). Все эти методы затратны по ресурсам, времени и трудоёмкости, а также требуют наличия большого количества исходного материала, не всегда доступного по экономическим или технологическим причинам. Поэтому в производственных условиях высоко востребованы экспрессные способы первичной оценки соответствия продуктов нормативным требованиям. Такими способами являются качественные реакции с органолептическим контролем, а также люминесцентные методы, позволяющие в течение нескольких минут оценить наличие или отсутствие ксенобиотиков в пищевом объекте [14].

Качественные реакции по выявлению примесей в сливочном масле основаны на закономерностях поведения гетерогенной коллоидной системе типа «вода/масло» [11]. Эти закономерности хорошо известны и могут быть применены для решения практических задач выявления фальсификаций пищевых продуктов с применением простейшего лабораторного оборудования.

Люминесцентный метод основан на свойстве жиров к флуоресценции, т.е. поглощению падающего УФ-излучения с последующим отражением, рассеиванием или испусканием лучей большей длины волны (так называемое «красное смещение»). При этом отражённый свет имеет оптические характеристики, связанные с природой люминесцирующего вещества, и по цветовым различиям свечения можно судить о наличии или отсутствии примесей в изучаемом образце.

Ход работы

1. В пробирку поместить навеску масла ($m=3 \dots 5$ г).
2. Слегка прогреть пробирку по всей длине, чтобы масло расплавилось и опустилось вниз.
3. Осторожно нагреть на спиртовке до кипения. При этом масло темнеет, приобретает тёмно-коричневый цвет и кипит равномерно, тогда как маргарин напротив, светлеет и кипит бурно и неравномерно.
4. В пробирку налить смесь следующего компонентного состава: две части спирта + одна часть концентрированной серной кислоты + одна часть растопленного масла с расчётом, чтобы смесь заняла около $1/3$ пробирки. Нагреть смесь до кипения, оставить для охлаждения на 10 мин. и испытать на запах: от чистого сливочного масла исходит приятный ананасный запах, от маргарина – неприятный запах гари, формируемый акролеином.
5. Навеску масла ($m=3$ г) разогреть в тигле до появления паров, после чего осторожно слить на поверхность горячей воды в чашке Петри. Если в сливочном масле отсутствуют примеси, то оно растечётся тонким слоем по поверхности воды и быстро распадётся на многочисленные мелкие капельки, образующие сплошное кольцо у краев чашки Петри. Масло с примесью маргарина покрывает поверхность воды сальным слоем, который разбивается на крупные капли, не пристающие к краям чашки Петри.
6. Для проведения люминесцентного анализа поместить на чашку Петри образцы сливочного масла, маргарина и растительного сала (контроль). Внести чашку Петри с образцами в осветительную камеру и наблюдать через смотровое окно цвет люминесценции в проходящем и отражённом свете (табл. 145).

Таблица 27 – Характерная люминесценция жиров

№ п/п	Вид жира	Флуоресценция
1	Масло сливочное	ярко-желтая

2	Маргарин	голубоватый
3	Кулинарный жир	ярко-голубой
4	Сало растительное	ярко-голубой




7. Аналогичное исследование провести с образцами растительных масел, также обладающих специфической флуоресценцией в УФ-свете (табл. 28). В качестве контроля использовать любое минеральное масло. Наблюдать, что примесь 1...2% минеральных масел к растительному приводит к переходу цвета люминесценции от жёлто-зелёного к голубому. Таким образом, в этом случае наблюдается не «красное смещение», а «синее».

Таблица 28 – Характерная люминесценция масел

Вид масла	Цвет люминесценции
подсолнечное масло	слабая голубоватая с желто-зеленым оттенком
льняное	бледно-голубая
оливковое	светло-синяя
маковое	ярко-синяя
минеральное масло (контроль)	ярко-голубая

8. Сделать вывод по результатам освоения метода и обнаружения присутствия маргарина в образцах масла.



Вопросы к защите работы

- 1 Химические особенности сливочного масла, растительного масла, маргарина
- 2 Чем обусловлена необходимость использования маргарина в современной технологии производства пищевых продук-

тов?

- 3 Сущность явления «красное смещение» и его роль в люминесцентном анализе пищевых объектов.
- 4 Основные правила использования фритюрного жира для обеспечения безопасности жареных мучных изделий
- 5 Характер пищевых рисков, связанных с добавлением к сливочному маслу маргарина и предельных жирных кислот в составе жиров.
- 6 Насколько распространены фальсификации сливочного масла путем добавления растительных масел?

5. Оценка безопасности упаковки



OOOOO

2.5.1. Анализ штрих-кода и информации на упаковке для выявления фальсификаций

OOOOO

Цель работы: выявить фальсифицированные товары с помощью анализа штрих-кода на упаковке

Образовательные задачи:

- ✓ актуализировать знания по товарной маркировке
- ✓ освоить способ расшифровки штрих-кода по контрольной цифре для выявления несанкционированных товаров
- ✓ закрепить навык определения пищевых добавок по международной системе нумерации

Исследовательская задача: провести сравнительный анализ подлинности штрих-кода и наличия опасных пищевых добавок на упаковке различных групп товаров

Материалы и оборудование: различные образцы товаров в упаковке, номенклатура пищевых добавок по системе Европейского союза (EAN/UCC)

Интерактивные педагогические технологии



- работа в парах
- проблемный метод
- технологии case-study, brainstorming

Общая информация

Штрих-код – это графическое изображение на транспортной и потребительской упаковке для автоматизированной идентификации товаров. Принцип кодирования заключается в чередовании штрихов и пробелов для считывания сканером, который расшифровывает коды и передаёт информацию на ЭВМ. Авторами идеи штрих-кода являются Бернард Силвер, Норман Джозеф Вудланд и Джорджин Джонсон, США; в 1949 году они подали заявку на изобретение, в 1952 году получили патент. Прототипом послужила азбука Морзе и технология оптического саундтрека для записи звука в кинофильмах.

В настоящее время наиболее распространена глобальная международная система товарных номеров **EAN/UCC**, действующая с 2005 года как объединение Европейской (European **Article Numbering Association** – **EAN International**) и Северо-Американской (Uniform Code Council – **UCC**) ассоциаций товарной нумерации. Стандарт **EAN-13** используется примерно миллионом компаний более чем в 120-ти странах. За уникальностью номеров следит EAN International, присваивающая предприятиям регистрационные номера, именно с их базой данных контактирует штрих-декодер (расшифровывающее устройство). Существуют линейные и двумерные штрих-коды. Коды Европейской ассоциации товарной нумерации (EAN) состоят из 13 цифр, иногда из 8-ми для малых размеров упаковки (рис. 40).



8-значный штрих-код



13-значный штрих-код

Рис. 40. Системы кодов EAN-8 и EAN-13

1 – код страны; 2 – код изготовителя; 3 – контрольное число

В штрих-код закладывают информацию о стране, фирме, потребительских свойствах товара (размер, масса, ингредиенты, цвет), упаковке. Первые 2(3) цифры означают код страны, следующие 3(5) цифр (3-5 или 3-7) централизованно присваивает национальный орган страны конкретной организации-изготовителю. Следующие 2(5) цифр кодируют идентификационные данные: наименование, сорт, артикул, цвет, массу, размер и др. Последняя цифра – контрольная для сканер-считывания по алгоритму EAN.

Система EAN·UCC является добровольной, т.е. компания не обязана выносить штрих-код на упаковку, а может использовать его для внутренних целей в пределах магазина или склада. Тогда первая цифра номера будет **2** и в этом случае из кода не удастся извлечь полезную информацию.

В условиях глобализации производства и торговли штриховой код не предназначен для точного указания страны-производителя товара. По правилам EAN приоритетное право кодирования продукции принадлежит хозяину товарного знака (бренда) или лицензии на производство товара независимо от того, где и кем он произведён. Например, на кока-коле, произведённой в Москве, указывали бельгийский штрих-код. Код страны точно определяет только Национальную организацию, в которой зарегистрировано предприятие (рис. 41).

00-09 США, Канада	54 Бельгия	80-83 Италия	590 Польша
30-37 Франция	56 Португалия	84 Испания	599, 64 Финляндия
400-440 Германия	57 Дания	86 Югославия	690 Китай
49 Япония	70 Норвегия	460-469 Россия, СНГ	789 Бразилия
50 Великобритания	72 Израиль	471 Тайвань	869 Турция
52 Греция	73 Швеция	481 Беларусь	90-91 Австрия

Рис. 41. Примеры кодов стран, где зарегистрировано предприятие-лицензиат

Важным разделом информации на упаковке являются сведения о пищевых добавках. Большинство из них являются обязательными технологическими факторами, обеспечивающими качество продукта. Они кодируются буквой E с трёхзначным индексом, который означает:

а) данное вещество проверено на безопасность;

- б) вещество может быть применено (рекомендовано) в рамках его технологической необходимости;
- в) для данного вещества установлены критерии чистоты в целях обеспечения качества продуктов питания.
- В пищевом производстве используют девять основных групп пищевых добавок (рис. 42).



E100-E182	красители;
E200 и далее	консерванты;
E300 и далее	антиокислители (предохраняют продукты от порчи);
E400 и далее	стабилизаторы (сохраняют заданную консистенцию);
E500 и далее	эмульгаторы (поддерживают определенную структуру);
E600 и далее	усилители вкуса и аромата;
E700-E800	запасные индексы;
E900 и далее	антифламинги (понижают пенообразование, например, при разливе соков);
E1000 и далее	газирующие агенты, подсластители, крахмалы.

Рис. 42. Основные группы пищевых добавок

Не все пищевые добавки разрешены к использованию на территории России. Определены перечни пищевых добавок с потенциальным (рис. 43) и реальным (рис. 44) риском для здоровья человека.



E-102 тартразин	желто-оранжевый краситель (напитки, мясопродукты, соусы, кондитерские изделия)
E-104 хинолин желтый	желто-зеленый краситель (копченая рыба)
E-110 закат желтый	желтый краситель (шоколадные и апельсиновые напитки, концентраты супов)
E-120 кошениль	красный краситель (натуральный или синтетический, в кондитерских изделиях)
E-122 кармуазин	красно-пурпурный краситель (джемы, соусы, суповые концентраты)
E-124 понцея	красный краситель (мясные паштеты, желе)
E-127 эритрозин	красный краситель (свинина, печень, вишня в сахаре)
E-128 красный 2G	красный краситель (сосиски)
E-131 синий V	сине-фиолетовый краситель (консервированные овощи)
E-210-219 бензойная кислота и ее соединения	консервант (консервированные овощи)
E-320 бутилированный гидроксианизол	консервант (картофельные чипсы, печень)
E-321 бутилированный гидрокситолуол	консервант (маргарины и др. жиры)
E-431 трагакант	эмульгатор, стабилизатор и загуститель (плавленые сыры, торты)

Рис. 43. Потенциально опасные пищевые добавки

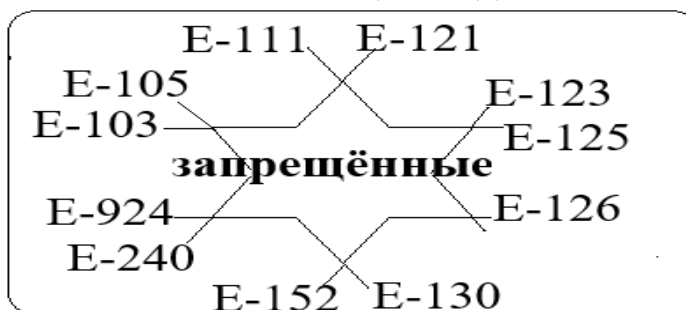


Рис. 44. Запрещённые пищевые добавки

Ход работы

Этап 1. Анализ штрих-кода на упаковке

1. Рассмотреть на упаковке штрих-код, провести арифметические действия в следующей последовательности.
2. Присвоить цифрам в штрих-коде места с 1-го по 12-е, исключая контрольную (последнюю 13-ю) цифру (рис. 45).



Рис. 45. Разметка цифровых знаков для анализа штрих-кода

3. Сложить все цифры, стоящие на четных местах; в приведённом примере:
 $6+7+0+5+0+1 = 19$
4. Полученную сумму умножить на 3, результат записать: $19 \times 3 = 57$.
5. Сложить все цифры, стоящие на четных местах; в приведённом примере:

$4+0+0+9+2+0=15$.

6. Сложить два результата: $57+15=72$.

7. От полученной двузначной суммы оставить только последнюю цифру (2).

8. Выполнить вычитание: $10 - 2 = 8$.

9. Если результат совпадает с контрольной цифрой, значит, штрих-код и товар не фальсифицированы.

Этап 2. Анализ информации о пищевых добавках на упаковке

1. Изучить информацию на упаковке не менее трёх товаров.
2. Провести экспресс-анализ подлинности штрих-кодов на упаковке.
3. Сделать выводы о присутствии и безопасности пищевых добавок в продукте.
4. Оформить результаты в виде таблицы 29.

Таблица 29 – Результаты экспресс-анализа безопасности пищевых продуктов

№	Наименование	Производитель	Подлинность штрих-кода (+/-)	Пищевые добавки	Запрещённые
1					
2					
...					
n					



Вопросы к защите работы

1. Что собой представляет и для чего используется штрих-код на упаковке товара?
2. Принцип кодирования и история появления штрих-кода на упаковке товаров
3. Расшифровать аббревиатуру и дать определение системы EAN/UCC
4. Какая информация закладывается в штрих-коде товара?
5. Заложена ли в штрих-коде информация о стране-производителе товара?
8. Значение пищевых добавок для формирования качества продукта.

- 9 Основные группы пищевых добавок в современном производстве.
- 10 Привести примеры потенциально опасных и запрещённых к применению пищевых добавок
- 11 Почему в составе пищевых продуктов на маркировке нередко можно встретить названия потенциально опасных, а иногда и запрещённых пищевых добавок?
- 12 Значение экспресс-анализа информации на упаковке для выявления пищевых рисков и обеспечения безопасности пищевой продукции.

2.5.2. Определение содержания полуды (олова) в жестяной упаковке

OOOOO

Цель работы: определить содержание полуды в жестяной упаковке консервированных продуктов

Образовательные задачи:

- ✓ актуализировать знания по химическому составу упаковки пищевых продуктов
- ✓ получить представление о принципе йодометрического определения олова в составе жестяной упаковки
- ✓ освоить метод определения полуды в жестяной упаковке для прогноза пищевого риска

Исследовательская задача: провести сравнительный анализ содержания полуды в жестяной упаковке различных образцов консервированных продуктов

Материалы и оборудование: соляная кислота концентрированная, 1%-ный раствор крахмала, 0,15 н. раствор йодноватокислого калия*, образцы консервной лужёной жести, кусочки мрамора, термостойкие колбы, электроплитка, бюретка.

*Йодноватистокислый калий KIO_3 получают растворением кристаллического йода в горячем растворе гидроксида калия или карбоната калия (K_2CO_3). Навеску 35 г КОН растворить

в 65 мл воды, раствор охладить до 40°C. В полученный раствор порциями при энергичном помешивании добавить 65 г йода.

Интерактивные педагогические технологии



- работа в парах
- проблемный метод
- технология case-study, эксперимент

Общая информация

Полуда – это тонкий слой олова на поверхности металлического изделия для защиты поверхности от коррозии. Нормативная масса (г) полуды составляет 0,27 (марка А, В)...0,45 (марка АА) на 100 см² листа лужёной жести (полуду наносят с двух сторон). В банках с консервированными фруктами присутствуют карбоновые кислоты (лимонная и др.) в частично диссоциированном состоянии. Их анионы могут образовать комплексы с ионами олова (II), в результате их концентрация в растворе падает, что сдвигает равновесие между Sn (тв.) и катионами Sn (II). При этом соотношение электродных потенциалов для полуреакций окисления железа и олова меняется на обратное, и олово становится более подверженным окислению, чем железо. Т.о., в консервированных фруктах преимущественно корродирует олово (процесс «жертвенного окисления»). Ионы олова при этом нетоксичны и не влияют на вкус (возможно, придают островатый привкус). Однако если банка хранится долго, тонкий слой олова разрушится, и начнёт окисляться стальная поверхность.

Наиболее распространёнными методами для определения содержания полуды являются весовой и химический. Весовой метод основан на растворении полуды в щелочном растворе уксуснокислого свинца. Для приготовления такого раствора в одной колбе ёмкостью 1 л в воде растворяют 80 г уксуснокислого свинца Pb(OH₃COO)₂, а в другой – 135 г едкого натра NaOH. Раствор уксуснокислого свинца приливают небольшими порциями к раствору щелочи, сильно взбалтывают и подогревают. При прибавлении щелочи образуется мутный осадок, который полностью растворяется, образуя пюмбит свинца.

Исследуемые образцы жести после обезжиривания, промывания и высушивания помещают в горячий раствор пюмбита, подогревают до кипения и в этих условиях выдерживают 2...4 мин. Образцы осматривают. Если полуда полностью не растворилась, то пластинки

обрабатывают в пловбите повторно, до полного удаления полуды. Затем пластинки высушивают, взвешивают и по разнице в весе устанавливают, сколько полуды находилось на исследуемых образцах. Более точным является метод йодометрического титрования, основанный на окислении йодноватокислым калием двухвалентного олова до четырёхвалентного. Окончание реакции определяют по выделению свободного йода (рис. 46).

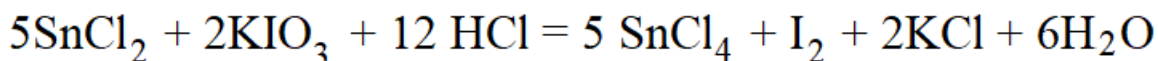


Рис. 46. Реакция йодометрического титрования олова в составе полуды

Ход работы

1. Из лужёной жести вырезать пробные образцы диаметром 20 мм.
2. В колбу объёмом 250 мл внести 100 мл соляной кислоты (плотность 1,19), подогреть. Опустить кусочек мрамора (для равномерного кипения) и 10 образцов, закрыть колбу пробкой.
3. Выдержать образцы в кипящем растворе в течение 5 минут. За это время полностью снимается оловянный слой и подслоя.
4. В полученный раствор после его охлаждения добавить 1...2 мл 1%-ного раствора крахмала и титровать 0,15 н. раствором йодноватокислого калия до не исчезающей синей окраски.
5. Количество полуды определяют в г/м² по формуле 2.5.2.1:

$$X = \frac{0,0089 V}{S} \cdot 10\,000, \quad (2.5.2.1)$$

где: V – количество 0,15 н. раствора йодноватокислого калия, пошедшее на титрование, мл;
 S – площадь 10-ти образцов, см²;
 0,0089 – количество олова, эквивалентное титру 0,15 н раствора йодноватокислого калия, г;
 10 000 – коэффициент перевода см² в м².

5. Определить содержание полуды в трёх различных образцах консервной жести.
6. Оформить результаты в виде таблицы 30.

Таблица 30 – Результаты анализа содержания полуды в консервных банках

№	Наименование	Производитель	Содержание полуды	Норматив ГОСТ 13345-85	Наличие отклонений +/-

1				33,5...39, 2 г/м ²	
2					
3					

7. Сделать вывод о содержании полуды в различных образцах консервных банок по сравнению с нормативом.



Вопросы к защите работы

- 1 Что собой представляет полуда в химическом отношении?
- 2 Каково значение полуды в обеспечении пищевой безопасности?
- 3 В чём заключается механизм «жертвенного окисления» олова в химически агрессивной среде внутри консервной банки?
- 4 Каково значение регламентированного уровня содержания олова в упаковке консервированных продуктов?
- 5 Обладают ли токсичностью ионы олова, переходящие в пищевую среду при «жертвенном окислении» полуды?
- 6 Химический и весовой методы, применяемые для определения содержания полуды.
- 7 Каким образом влияет содержание органических кислот в сиропах консервированных фруктов на ионное равновесие в системе Sn (тв.) / катионы Sn (II)?
- 8 Имеет ли значение срок хранения консервированных овощей и фруктов для целостности слоя полуды на стенках консервной банки?
- 9 Каковы достоинства и недостатки весового метода определения содержания полуды в жестяной упаковке?
- 10 Какой принцип положен в основу химического метода определения полуды?
- 11 В чём заключается механизм химической реакции при титриметрическом определении полуды?
- 12 Каковы основные правила приготовления реагентов для йодометрического определения полуды?
- 13 Формула расчёта содержания полуды (г/м²)
- 14 Каково нормативное содержание полуды в консервной упаковке?

2.5.2. Определение барьерных свойств полимерной упаковки

ООООО

Цель работы: определить проницаемость пластиковой упаковки с использованием методов моделирования и химического анализа.

Образовательные задачи:

- ✓ актуализировать знания по химическому составу пластиковой упаковки пищевых продуктов
- ✓ закрепить навыки лабораторного анализа при определении свойств упаковки
- ✓ освоить метод определения проницаемости пластиковой упаковки

Исследовательская задача: провести сравнительный анализ проницаемости различных видов пластиковой упаковки.

Материалы и оборудование: Образцы пластиковой упаковки, тест-объекты (семена огурцов), дистиллированная вода, H_2SO_4 конц., бромат-бромидная смесь*, 0,01 н. раствор $Na_2S_2O_3$, йодид калия сухой, ножницы, дозаторы, колбы с пробками, электронные весы, стеклянные стаканчики, чашки Петри, фильтровальная бумага.

* бромат-бромидная смесь $KBrO_3 + KBr$ содержит бромат калия точно известной концентрации (0,005 н.) и пятикратный избыток бромида калия.

Интерактивные педагогические технологии



- работа в парах
- проблемный метод
- технология case-study, эксперимент

Общая информация

В основу содержания данной лабораторной работы положены материалы статьи Ю.В. Фроловой (2020) [22]. Защитные полимерные

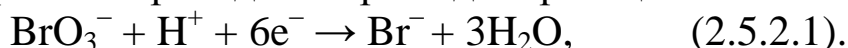
покрытия предназначены для механического ограждения пищевой продукции от микроорганизмов порчи (рис. 47).



Рис. 47. Виды полимерных упаковок для пищевых продуктов

Современные защитные покрытия изготавливают на основе полиолефинов (полиэтилен, полипропилен, полибутилен и их сополимеры) с модифицирующими добавками для придания заданных свойств, в т.ч. антимикробных. В то же время не все современные полимерные материалы обеспечивают барьерную функцию на достаточном уровне. Ещё более значимую проблему представляет устойчивость полимеров к воздействию пищевых сред. Химическая деградация пластика ведёт к высвобождению мономеров и их поступлению в продукты питания. Поэтому контроль барьерных свойств полимерной упаковки является необходимым компонентом системы обеспечения безопасности пищевой продукции.

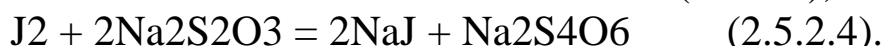
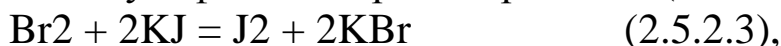
Маркёрами проницаемости служат непредельные и редуцирующие соединения, для обнаружения которых используют сопряжённую бромато- и йодометрию. Метод основан на повышенной реакционной способности бромата калия при низких значениях рН. При восстановлении бромат переходит в бромид по реакции 2.5.2.1:



При титровании броматом первая лишняя капля бромата вступает в реакцию с образующимся в растворе бромидом, выделяя свободный бром, выявляемый по появлению жёлтой окраски в реакции 2.5.2.2:



Избыток непрореагировавшего брома восстанавливают йодидом калия (реакция 2.5.2.3) с образованием молекулярного йода, который оттитровывают тиосульфатом натрия по реакции (2.5.2.4):



Ход работы

1. Из каждого вида упаковки вырезать несколько пластин с таким расчётом, чтобы суммарная масса навесок составила 50 г.

2. Получить водные вытяжки из исследуемых образцов полимерной упаковки, для чего поместить образцы в стеклянные колбы с пробками.
3. Залить образцы модельной средой (дистиллированная вода) объемом 100 мл.
4. Экспонировать образцы в течение 10-ти суток при комнатной температуре.
5. По истечении времени экспозиции провести органолептический, физико-химический и биологический анализ водных вытяжек.

Этап А. Органолептический анализ

Органолептический анализ провести по параметрам мутности, осадка, цвета, запаха. Интенсивность признаков оценить по 5-балльной шкале. Результаты занести в таблицу 31.

Таблица 31. Результаты органолептического анализа водных вытяжек полимерных плёнок после 10-суточной экспозиции

№	Образец	Параметры			
		мутность	осадок	цвет	запах
1					
2					
...					
n					

Этап Б. Физико-химический анализ

Оценку миграции ненасыщенных и редуцирующих соединений из пластика провести методом обратного титрования. Для этого выполнить следующие действия.

1. Аликвоту 10 мл внести в чистую сухую колбу, добавить 2 мл серной кислоты и 10 мл бромид-броматной смеси.
2. Поместить колбу с раствором в тёмный бокс на 30-минутную экспозицию.
3. После экспонирования добавить 1 г KI и экспонировать ещё 5 минут.
4. Добавить раствор тиосульфата натрия до перехода бурой окраски в светло-жёлтую, добавленный объём записать.
5. Добавить 1 мл крахмальной суспензии и продолжить титрование раствора тиосульфатом натрия до исчезновения синей окраски. Записать суммарный объём титранта.

6. Титрование провести не менее трёх раз до получения сходящихся значений.
7. Провести расчёт содержания восстановителей (R) в пробе (мг), сделать вывод.

Пример расчёта

Пусть количество затраченного титранта $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ составило 5 мл.

$$v(\text{R}) = v(\text{KBrO}_3) - v(\text{I}_2)$$

$$v(\text{KBrO}_3) = (C_{\text{бромат}})(V_{\text{бромат}}) = (0,05)(10) = 0,5 \text{ мг-экв.}$$

$$v(\text{I}_2) = 2v(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 2(C_{\text{тиосульфат}})(V_{\text{тиосульфат}}) = 2(0,01)(5) = 0,1 \text{ мг-экв.}$$

$$v(\text{R}) = 0,5 - 0,1 = 0,4 \text{ мг-экв.}$$

Масса восстановителей в пересчёте на винилацетат $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_2$:
 $m(\text{г}) = vM$, где M – эквивалентная масса винилацетата (86,09 г/экв.).
 $m(\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_2) = (0,4)(86,09) = 34,4 \text{ мг.}$
 Таким образом, содержание мигрирующих редуцирующих соединений в 50 г навески составило 34,4 мг, или 0,0688 г%.

Этап В. Биолого-токсикологический анализ

1. Исследование провести в соответствии с ГОСТ 12038-84, в качестве тест-объекта использовать семена огурцов.
2. Семена поместить в чашки Петри на фильтровальную бумагу, смоченную исследуемой вытяжкой, закрыть крышкой и экспонировать в течение трёх суток при затемнении и комнатной температуре ($24 \pm 1^\circ\text{C}$).
3. Контрольную пробу поместить в чашку Петри на фильтровальную бумагу, смоченную дистиллированной водой при тех же условиях и длительности, что и в опыте.
4. Через трое суток измерить длину проростков (мм) и оценить степень угнетения прорастания семян по сравнению с контролем. Результаты занести в таблицу 32.

Таблица 32 – Влияние вытяжки из пищевого пластика на всхожесть семян

Объект	Длина проростка (L)	Индекс прорастания $L_{\text{обр}}/L_{\text{контр}}$
Контроль		
Образец №1		
Образец №2		

...		
Образец n		



Вопросы к защите работы

- 1 Чем обусловлена необходимость использования синтетических полимерных материалов для упаковки пищевой продукции?
- 2 Каковы преимущества и недостатки использования полимерных упаковок при хранении и транспортировке продовольственного сырья и пищевых продуктов?
- 3 Дать определение понятию «барьерные свойства» полимерной упаковки.
- 4 Дать определение понятиям «редуцирующие соединения» в составе водной вытяжки из полимерной упаковки.
- 5 Изложить последовательность действий при расчёте содержания редуцирующих веществ в водных вытяжках полимерных упаковок
- 6 Какие свойства соединений, мигрирующих в раствор полимерных материалов,
- 7 Каковы этапы лабораторного биологического анализа полимерной упаковки?

3. МАТЕРИАЛЫ РУБЕЖНОГО КОНТРОЛЯ



OOOO

3.1. Задания рубежного контроля

OOOO

3.1.1. Терминологический минимум

1. **Антагонизм** эффект взаимного ослабления дейст-

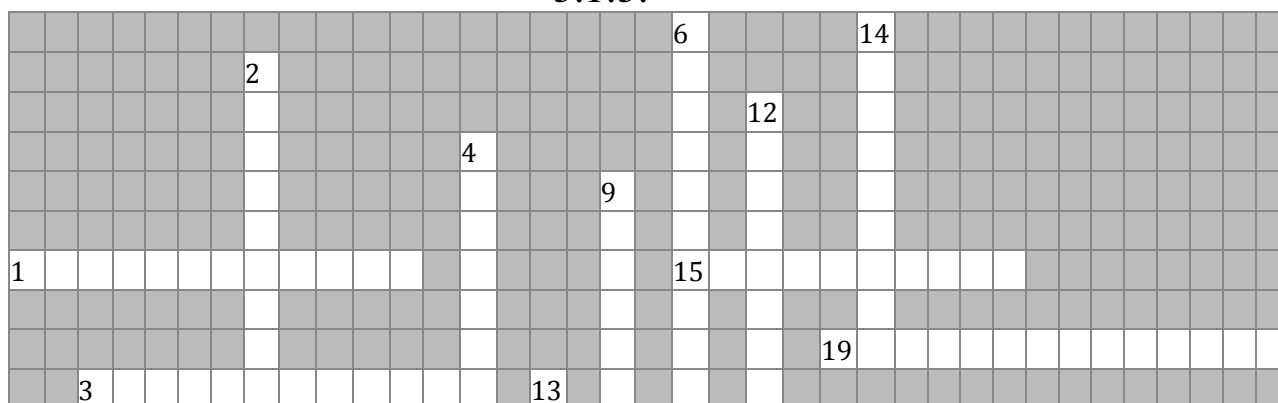
- вия при совместном присутствии двух или более веществ
- 2. Антивитамины** нетоксичные контаминанты, инактивирующие или разрушающие витамины
 - 3. Безопасность** обоснованное отсутствие недопустимого риска
 - 4. Биоаккумуляция** процесс накопления в организме соединений при поступлении по пищевым цепям
 - 5. Ингибиторы** вещества, способные снижать или блокировать активность ферментов
 - 6. Канцерогенность** способность провоцировать рост опухоли
 - 7. Качество** совокупность свойств, обеспечивающих потребительские свойства и безопасность продукта
 - 8. Консерванты** технологические добавки с целью сохранения свойств и повышения срока хранения продукта
 - 9. Контаминанты** чужеродные вещества, проникающие в организм исключительно алиментарным путём
 - 10. Ксенобиотики** чужеродные вещества, проникающие в организм инвазионно, респираторно, трансдермально
 - 11. Макронутриенты** вещества пищи, присутствующие в рационе в концентрации более 0,1 г%
 - 12. Микотоксины** вторичные метаболиты микроскопических грибов
 - 13. Микронутриенты** вещества пищи, присутствующие в рационе в концентрации менее 0,1 мг%
 - 14. Мутагены** токсиканты, способные вызывать нарушения в структуре ДНК
 - 15. Нормирование** установление пределов содержания вредных веществ в единице пищевой продукции для обеспечения её безопасности
 - 16. Нутрицевтики** биологически активные добавки к пище для коррекции и обогащения химиче-

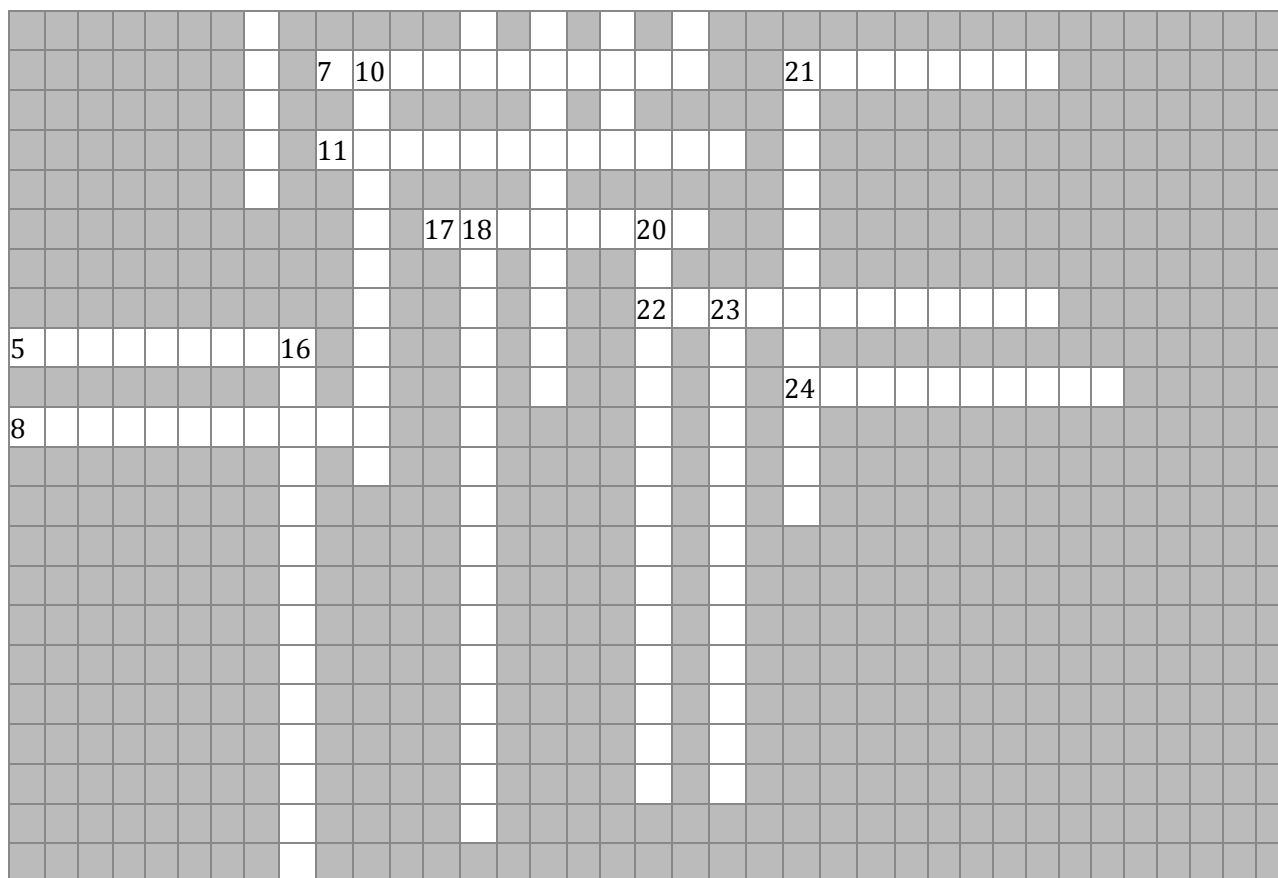
- ского состава
- 17. Парафармацевтики** биологически активные добавки к пище для профилактики и вспомогательной терапии
- 18. Регламент** нормативные требования, определяющие порядок деятельности
- 19. Синергизм** эффект взаимного усиления действия при совместном присутствии двух или более веществ
- 20. Токсиканты** вещества, нарушающие метаболические реакции
- 21. Толерантность** способность организма переносить неблагоприятные воздействия
- 22. Упаковка** материал, контактирующий с пищевым продуктом при его хранении и/или транспортировке
- 23. Фальсификат** пищевой продукт, изготовленный с нарушением регламентов
- 24. Экзотоксины** токсины, выделяемые живой микробной клеткой во внешнюю среду
- 25. Эндотоксины** токсины, выделяемые в среду микробной клеткой только после её гибели
- 26. Эубиотики** биологически активные комплексы микроорганизмов-симбионтов и их метаболитов, улучшающие функционирование систем макроорганизма

OOOO

3.1.2. Кроссворд №1 Основы пищевой безопасности

3.1.3.





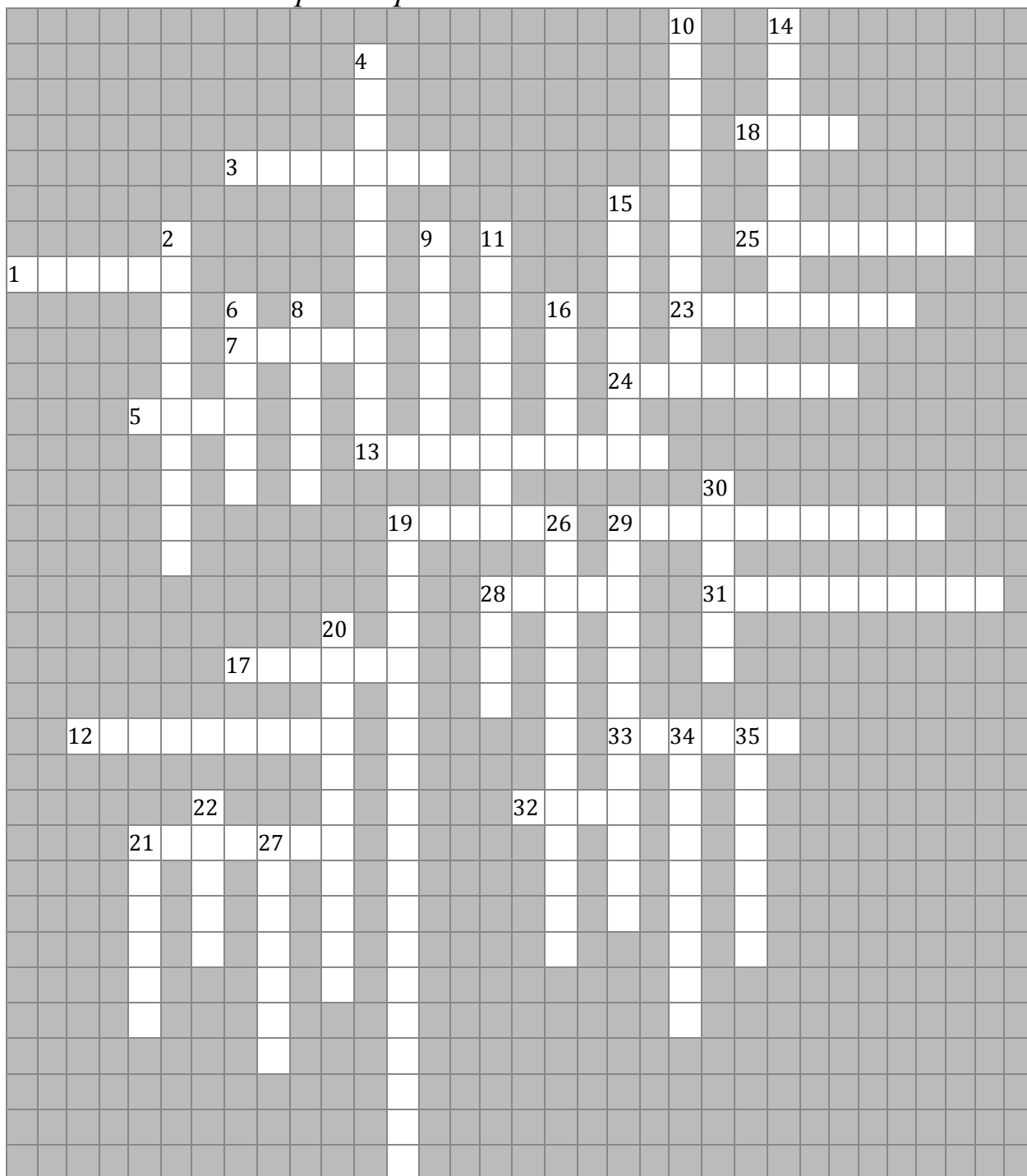
<i>По горизонтали</i>	
1	обоснованное отсутствие недопустимого риска
3	установление пределов содержания вредных веществ в единице пищевой продукции для обеспечения её безопасности
5	эффект взаимного усиления действия при совместном присутствии двух или более веществ
7	токсины, выделяемые живой микробной клеткой во внешнюю среду
8	пищевой продукт, изготовленный с нарушением регламентов
11	нетоксичные контаминанты, инактивирующие или разрушающие витамины
15	вещества, способные снижать или блокировать активность ферментов
17	материал, контактирующий с пищевым продуктом при его хранении и/или транспортировке
19	процесс накопления в организме соединений при поступлении по пищевым цепям

21	совокупность свойств, обеспечивающих потребительские свойства и безопасность продукта
22	биологически активные добавки к пище для коррекции и обогащения химического состава
24	вещества, нарушающие метаболические реакции

<i>По вертикали</i>	
2	вещества пищи, присутствующие в рационе в концентрации более 0,1 г%
4	нормативные требования, определяющие порядок деятельности
6	чужеродные вещества, проникающие в организм исключительно алиментарным путём
9	эффект взаимного ослабления действия при совместном присутствии двух или более веществ
10	технологические добавки с целью сохранения свойств и повышения срока хранения продукта
12	токсиканты, способные вызывать нарушения в структуре ДНК
13	вторичные метаболиты микроскопических грибов
14	биологически активные комплексы микроорганизмов-симбионтов и их метаболитов, улучшающие функционирование систем макроорганизма
16	вещества пищи, присутствующие в рационе в концентрации менее 0,1 мг%
18	биологически активные добавки к пище для профилактики и вспомогательной терапии
20	способность провоцировать рост опухоли
21	чужеродные вещества, проникающие в организм инвазионно, респираторно, трансдермально
23	способность организма переносить неблагоприятные воздей-

OOOO

3.1.4. Кроссворд №2 Химические контаминанты



OOOOO

По горизонтали

1	оловянное покрытие жестяных банок
3	соль алюминия в пищевых добавках

5	элемент, дефицит которого способствует атеросклерозу
7	французский кондитер, изобретатель способа консервирования продуктов
12	нарушение пропорций химических соединений в пище
13	взаимодействие веществ, общий эффект которого меньше простой суммы их индивидуальных эффектов
17	биогенный минерал, который в средние века использовали как противоядие
18	синергист железа в реакциях кроветворения
19	химический элемент, накапливающийся в почве вблизи автомагистралей
21	соединение, провоцирующее изменения в генах
23	металл, посуда из которого не используется в кулинарии
24	обозначение любого компонента питания
25	перемещение химических элементов внутри экосистем
28	английский химик, предложивший способ лужения жестяных банок
29	чужеродное химическое вещество (элемент)
31	токсичное соединение ртути, которое синтезируют грибы, но не растения
32	гриб, природный источник фермента СОД
33	любое ядовитое вещество

По вертикали

2	соединение, провоцирующее образование или рост опухоли
4	предотвращение негативных последствий
6	химический элемент, строго нормируемый в нутриентах
8	химический элемент, нормируемый в сливочном масле
9	отсутствие достаточного количества нутриента
10	алиментарный ксенобиотик
11	соединение, провоцирующее уродливые формы у потомства
14	взаимодействие веществ, общий эффект которого превышает сумму индивидуальных эффектов
15	заболевание в результате накопления в организме алюминия
16	антагонист ртути в организме
19	медь-зависимый фермент, инактивирующий свободные ради-

	калы
20	способность вызывать нарушение метаболизма
21	токсичный элемент, соединения которого более опасны, чем он сам
22	металл в жидком состоянии при нормальных условиях
26	белок крови, переносящий медь
27	материал покрытия керамической посуды
28	порция вещества в расчёте на единицу массы тела
29	величина, отражающая содержание компонента в растворе или смеси
30	патология, сопровождающая свинцовую интоксикацию
34	суммирование количества, накопление в организме
35	количество, превышающее физиологическую потребность

OOOOO

3.2. Творческое задание для дополнительного набора баллов

Результатом науки является не только приближение к истинному знанию, но и улучшение качества жизни людей, расширение их кругозора и духовный рост. История науки всегда персонифицирована, то есть связана с именами и биографиями конкретных людей, выдающихся учёных. Поэтому знакомство с жизнеописанием блестящих профессионалов помогает освоить логику познания. Задание заключается в составлении карточки электронного каталога *«Корифеи пищевой безопасности»* по приведённому ниже образцу (рис. 48). Обязательными рубриками карточки являются: «Персона», «Краткая биография», «Научный вклад»; «Основные труды». Карточка оформляется как pdf-файл одной страницей (ориентация книжная, все поля 2 см, шрифт Times New Roman 12, одинарный межстрочный интервал) и высылается в виде отчётного задания в Moodle.

Карточка каталога Корифей пищевой безопасности		Составитель: студент гр. _____ (ФНО) _____		Дата _____
Персона		Игорь Михайлович Сви́рский (31.10.1929, г. Ленинград) советский химик-аналитик в области пищевых производств	Доктор техн. наук (1970). Профессор (1984).	
	Краткая биография	Окончил (1952) Московский технологический институт пищевой промышленности. В 1953...67 работал в знаменитом ВНИИВиВ «Магарах», в 1968...73 заведовал отделом химии вина Московского филиала ВНИИВиВ «Магарах». С 1974 года руководил лабораторией химии и технологии пищевых продуктов Института питания АМН СНГ. Основные научных труды – по вопросам химии вин и коньяков. Разработал технологию выдержки коньячных спиртов в крупных герметических резервуарах, загруженных дубовой клепкой рекомендовал стеллажное хранение коньячных спиртов в бочках. Разработаны объективные методы определения окраски вин и коньяков, критерии для органолептической оценки вин и др.		
<i>Научный вклад</i>		<i>Основные труды</i>		
Разработал теорию созревания коньячных спиртов в дубовых бочках, обосновал эффективность и предложил режимы обработки коньяков холодом. Является автором хрестоматийной работы «Химический состав пищевых продуктов».				
		Автор более 150 научных работ, 13-ти авторских свидетельств на изобретения		

Рис. 48. Образец карточки каталога «**Корифей пищевой безопасности**»

OOOO

3.3. Задание промежуточного контроля: пример итогового теста

(выбрать единственный верный ответ)

1	Безопасность – это состояние, при котором отсутствует риск, связанный с причинением вреда			
	а жизни	б здоровью	в имуществу	г все ответы верны
2	Наличие возбудителей болезней, живых личинок, яиц и цист относятся к показателям безопасности....:			
	а паразито-	б радио	в химиче-	г все ответы

	логическим	активным	ским	верны			
3	ЛД – это аббревиатура дозы:						
а	физиологической	б	летальной	в	средней	г	безопасной
4	Летальная доза вызывает при однократном введении гибель живых объектов в количестве:						
а	10%	б	30% ... 50%	в	20% ... 50%	г	50% или 100%
5	Для токсичных веществ летальная доза имеет уровень:						
а	низкий	б	высокий	в	средний	г	постоянный
6	Практически безвредно вещество, для которого при пероральном введении экспериментальным животным ЛД составляет менее:						
а	15 г/кг	б	5 мг/кг	в	50-50 мг/кг	г	100 мкг/кг
7	Чрезвычайно токсично вещество, для которого при пероральном введении экспериментальным животным ЛД составляет менее:						
а	15 г/кг	б	5 мкг/кг	в	50-50 мг/кг	г	100 мкг/кг
8	Количество ксенобиотика в пищевом продукте или окружающей среде, не наносящее видимого вреда здоровью человека, – это уровень:						
а	допустимый	б	мутагенный	в	летальный	г	недопустимый
9	Мутаген – это соединение, которое вызывает нарушения:						
а	развития эмбриона	б	генетической информации	в	иммунитета	г	пищеварения
1	Канцероген – это соединение, которое вызывает:						
0	раздражение бронхов	б	пищевое отравление	в	развитие опухоли	г	спазмы и судороги
1	Вещества, вызывающие пищевое отравление – это:						
1	тератогены	б	токсины	в	мутагены	г	канцерогены
1	№29-ФЗ от 02.01.2000 «О качестве и безопасности пищевых продуктов» содержит статей:						
2	30	б	10	в	20	г	50
1	Фальсификация пищевых продуктов - это:						
3	нарушение срока годности	б	подделка бренда	в	дефект тары	г	несоответствие рецептуры
1	Ксенобиотиком не является:						
4	микроорган	б	микроскопич	в	ртуть	г	вода

	низмы	ческие грибы						
1	Кумуляция – это свойство ксенобиотиков, обусловленное их:							
5	а	накоплением	б	разложением	в	окислением	г	взаимодействием
1	ПДК – это показатель концентрации:							
6	а	предельно допустимой	б	полураспада ксенобиотика	в	половинной допустимой	г	все ответы верны
1	Антивитамины – это соединения, которые функцию витаминов :							
7	а	блокируют	б	усиливают	в	дублируют	г	имитируют
1	Антиалиментарные факторы – это:							
8	а	яды	б	ингибиторы	в	избыток сахаров	г	алкоголь
1	Активность ингибиторов протеиназ снижается в результате:							
9	а	денатурации	б	электро-воздействия	в	хранения	г	нет верного ответа
2	Система ХАССП основана на концепции:							
0	а	сокращения затрат	б	субъективности	в	профилактики риска	г	исправления ошибок
2	Генетически модифицированные продукты получают из:							
1	а	трансгенных организмов	б	искусственных объектов	в	нет верных объектов	г	все ответы верны
2	Доктрина продовольственной безопасности определяет пороговое значение производства зерна на уровне:							
	а	50%	б	80%	в	90%	г	95%
2	Уголовная ответственность предусмотрена в РФ за нарушение:							
3	а	СанПиН	б	прав потребителей	в	сроков отчётности	г	информирования потребителей
2	Безопасность – это:							
4	а	уровень менеджмента	б	СанПиН	в	отсутствие риска	г	отсутствие недопустимого риска
2	В соответствии с ФЗ «О качестве и безопасности пищевых продуктов» к пищевым продуктам относится:							
5	а	бутилиро-	б	алкогольная	в	жеватель-	г	все ответы

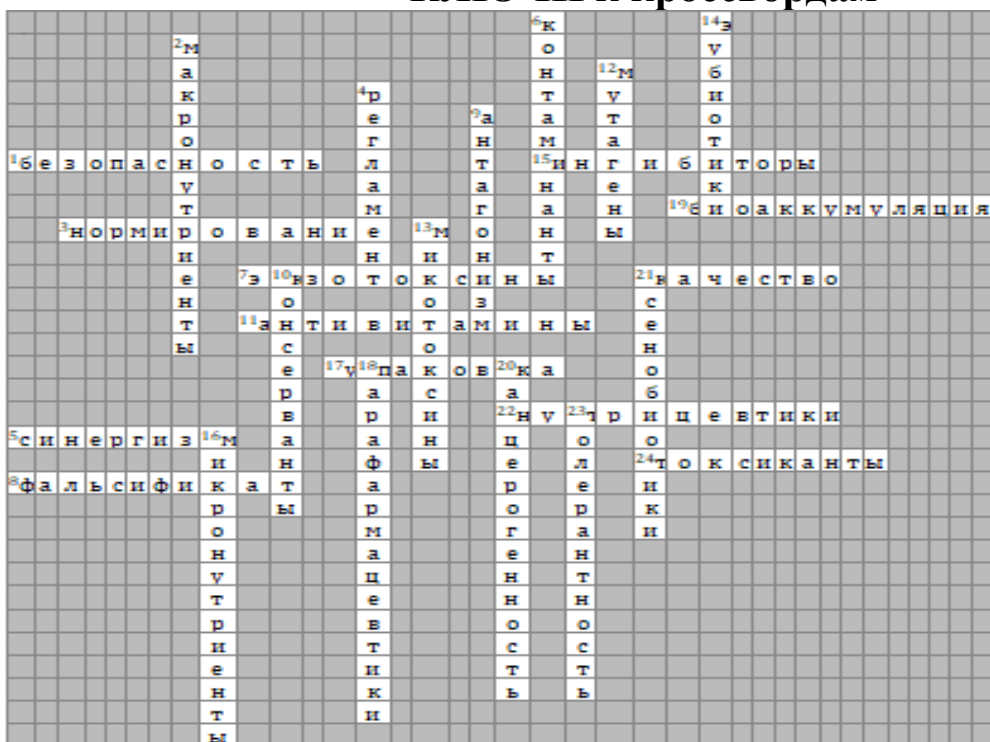
	ванная вода		продукция		ная резинка		верны
26	Единую государственную политику в области обеспечения продовольственной безопасности формирует и осуществляет:						
	а Минфин	б Минздрав	в Минсельхоз	г Правительство РФ			
27	Технический регламент принимают на уровне:						
	а международном	б производственном	в муниципальном	г субъекта РФ			
28	Документ, удостоверяющий соответствие выпускаемой в обращение продукции требованиям технических регламентов:						
	а знак соответствия	б декларация	в товарный знак	г все ответы верны			
29	Пестициды усиливают накопление нитратов в растениях в ... раз:						
	а 2	б 3-5	в 5-10	г 10-20			
30	Наибольшее накопление ртути и меркуратов происходит в:						
	а говядине	б рыбе	в свинине	г баранине			
31	Источниками загрязнения пищевого сырья и продуктов не могут быть:						
	а пестициды	б радиоволны	в нитраты	г микроорганизмы			
32	На территориях с радиоактивным неблагоприятным основным источником загрязнения организма радионуклидами является продукция:						
	а мясная	б овощная	в кондитерская	г мучная			
33	Высокий риск контаминации имеет токсин аспергиллов и пенициллов:						
	а нитрозамин	б патулин	в соланин	г акролеин			

0000

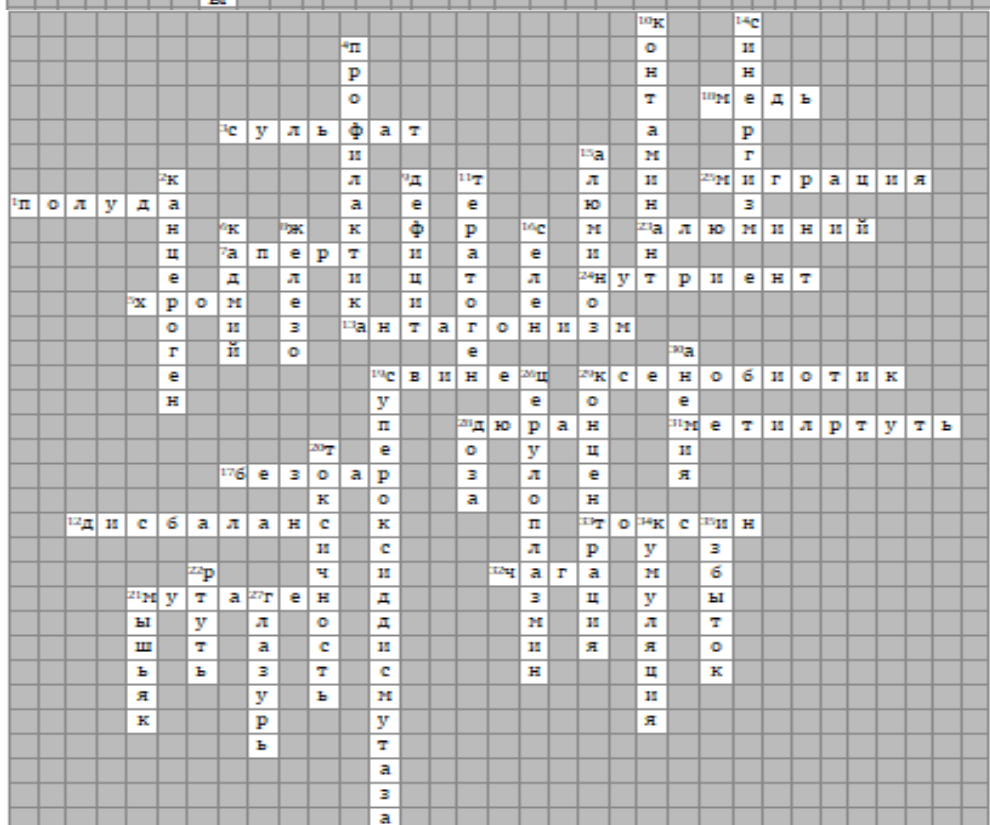
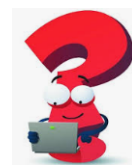
КЛЮЧИ к тестам для самоконтроля

1 а	2 г	3 а	4 г	5 в	6 б	7 а	8 в	9 в	10 б	11 а
12 г	13 б	14 а	15 б	16 б	17 б	18 б	19 в	20 б	21 б	22 а
23 а	24 а	25 в	26 г	27 а	28 в	29 б	30 в	31 г	32 б	33 б

КЛЮЧИ к кроссвордам



№1



№2



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом использования учебного пособия «Безопасность сельскохозяйственного сырья и продуктов питания» является освоение знаний о теоретических основах защиты продовольствия от загрязнения и порчи, приобретение навыков лабораторного контроля нормированных показателей, расширение профессионального и общекультурного кругозора, а также овладение методиками обработки, систематизации и обсуждения результатов органолептического и инструментального анализа пищевых объектов.

Выполнение всех приведённых в учебном пособии заданий, ответы на вопросы для самоконтроля, решение образовательных и исследовательских задач в ходе выполнения и защиты лабораторных работ, освоение терминологического минимума с помощью тестов и кроссвордов гарантирует приобретение обучающимися целевых профессиональных компетенций, обозначенных в ОПОП по направлению подготовки **35.03.07** «Технология производства и переработки сельскохозяйственного сырья», профиль *Управление качеством и безопасностью продуктов питания*.

Можно прогнозировать, что материалы учебного пособия помогут в освоении не только одноимённой дисциплины, но и последующих и смежных дисциплин ОПОП: «Технологии продуктов питания из растительного сырья», «Управление качеством и безопасностью продуктов питания», «Метрология при производстве и переработке сельскохозяйственной продукции», а также при подготовке выпускных квалификационных работ.

Освоенные знания будут служить надёжной методической базой для прохождения обучающимися производственной практики на предприятиях агропромышленного комплекса, где широко используются описанные в учебном пособии методы, виды аналитического оборудования и востребованы специалисты с навыками теоретической, лабораторно-аналитической и исследовательской работы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции (с изменениями на 14.07.2021) / Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов: [Электронный ресурс]. – <https://docs.cntd.ru/document/902320560>.
2. ГОСТ 13979.9-69 Жмыхи и шроты. Методика выполнения измерений активности уреазы. –1970. – Введ. 01.01.1970. – М.: Изд-во стандартов, 1970. – С. 35-37.
3. ГОСТ 26929-94 Сырьё и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 13 с.
4. ГОСТ Р 51740-2016 Национальный стандарт РФ Технические условия на пищевую продукцию. – М.: Стандартиформ, 2018.
5. ГОСТ 12038-84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести
6. Бурова Т.Е. Биологическая безопасность продовольственного сырья и продуктов питания. Лабораторный практикум: Учеб.-метод. пособие / Под ред. А.Л. Ишевского. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. – 96 с.
7. Валиев Р.Ш., Ольшанская Л.Н. Некоторые физиологические аспекты фитоэкстракции тяжелых металлов // Химия и химическая технология. – 2016. – Т. 59, вып. 1. – С. 30–35.
8. Гайтлис М. Ещё раз о нитратах // Наука и мы. – 1990. – № 6. – С. 2.
9. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю). – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010.– 707 с.
10. Зельдич Э. «Здоровье через хлеб»: актуальная программа для населения России // Хлебопродукты. – 2001. – № 2. – С. 20-22.
11. Зимон В.Н. Занимательная коллоидная химия. – М.: Агар, 2002. – С. 168.
12. Клищенко Н.А. Правовые основы государственного регулирования продовольственной безопасности РФ / Актуальные проблемы российского права и законодательства: сб.материалов XIII всероссийской научно-практической конференции. – Красноярск, СИБУП, 25 мая 2020 г. – Красноярск, 2020. – С. 31-35.

13. Койка С.А., Скориков В.Т. Нитраты и нитриты в продукции растениеводства // Вестник РУДН, серия Агрономия и животноводство. – 2008. – №3. – С.58–63.
14. Кощеев А.К., Лившиц О.Д., Добросердова И.И. Люминесцентный анализ пищевых продуктов. – Пермь: Пермское книжное издательство, 1974. – 109 с.
15. Кузнецов А.И., Смолякова Н.П., Мижевикина А.С. Товароведная характеристика мяса свинины, полученной от животных, родившихся с разной степенью зрелости, при длительном хранении // АПК России. – 2021. – Т. 28, №3. – С. 402–409.
16. Лесовская М.И., Матюшев В.В., Чаплыгина И.А. Физико-химический анализ продовольственного сырья и продуктов питания: учебное пособие. – Красноярск: Красноярский ГАУ, 2022. – 112 с.
17. Методические рекомендации по использованию продукции растениеводства с повышенным содержанием нитратов. – М.: Изд-во Минсельхоз, 1992. – 22 с.
18. Мищенко А.А., Крючкова В.В. Анализ результатов контроля качества сливочного масла, реализуемого в розничной сети российских регионов // Молодой ученый. – 2016. – № 18.1 (122.1). – С. 5–9.
19. Полищук Л.Р., Левинтон Ж.Б., Селюченко А.И., Матвиенко И.М. Мышьяк в пищевых продуктах, организме человека (биологическая роль и токсичность) // Гигиена и санитария. 1986. – №12.– С. 59-63.
20. Сульдина Т.И. Содержание тяжелых металлов в продуктах питания и их влияние на организм // Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы. – 2016. – № 1. – С. 136-140.
21. Тиво П.Ф., Саскевич Л.А., Бут Е.А. Проблема нитратов в растениеводстве // Мелиорация. – 2016. – №3. – С. 41-48.
22. Фролова Ю.В. Методы оценки защитных полимерных покрытий, предназначенных для контакта с пищевыми продуктами // Health, Food&Biotechnology. – 2020, №2(1). – С. 98-111.
23. Хочачка П.В., Сомеро Дж. Стратегия биохимической адаптации. – М.: Мир, 1977. – 398 с.
24. Черников В. А., Соколов О. А. Экологически безопасная продукция: учебное пособие. – М.: Проспект, 2018. – 864 с.
25. Шур П.З., Фокин В.А., Новоселов В.Г. К вопросу об оценке допустимого суточного поступления кадмия с продуктами питания // здоровье населения и среда обитания. 2015.– №12. – С. 30-33.

БЕЗОПАСНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ И ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Учебное пособие

*Лесовская Марина Игоревна
Матюшев Василий Викторович
Чаплыгина Ирина Александровна*

Электронное издание

Редактор О.Ю. Кухарева

Подписано в свет 11.11.2024. Регистрационный номер 22.
Редакционно-издательская служба Красноярского государственного аграрного университета
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117
e-mail: rio@kgau.ru