

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 18.01.2022 21:18:40

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d41d079e5f131caabb573e9473f4e4851fda56d089

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)**

Кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров

**УТВЕРЖДАЮ**

проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ О.Г. Локтионова

« » \_\_\_\_\_ 2022 г.

## **БИОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПИЩЕВЫХ СИСТЕМ**

Методические указания по выполнению практических работ  
для студентов направления 19.03.03 «Продукты питания живот-  
ного происхождения»

Курск 2022

УДК: 637.05/.55

Составители: А.Г. Калужских

Рецензент

Кандидат биологических наук, доцент *А.Г. Беляев*

**Биологическая безопасность пищевых систем: методические указания по выполнению практических работ / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.Г. Калужских. Курск, 2022. 86 с.: Библиогр.: 86 с.**

Приводится перечень практических работ, цель их выполнения, вопросы для подготовки, краткие теоретические сведения, задания, рекомендуемая литература.

Предназначены для студентов направления подготовки 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения» очной, заочной и сокращенной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать                      Формат 60x84 1/16.  
Усл. печ. л. 4,99    Уч.-изд. л. 4,52    Тираж экз. Заказ. Бесплатно.  
Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Практическая работа №1 Основные принципы формирования и управления качеством пищевых продуктов	6
Практическая работа №2 Определение микробной загрязненности мяса и молока	17
Практическая работа №3 Количественное и качественное определение окислительной порчи пищевых жиров	21
Практическая работа №4 Определение содержания фенолов в колбасных изделиях	24
Практическая работа №5 Количественное определение свинца в мясе и мясных продуктах	27
Практическая работа №6 Определение уровня радиационного загрязнения в мясных продуктах	30
Практическая работа №7 Количественное определение ртути в мясных продуктах	35
Практическая работа №8 Определение токсических элементов в мясных продуктах	38
Практическая работа №9 Анализ содержание нитритов в продуктах убоя животных	45
Практическая работа №10 Определение качества молока	50
Практическая работа №11 Определение качества мороженой рыбы	58
Практическая работа №12 Определение видовой принадлежности мяса	66
Практическая работа №13 Определения гистамина в рыбе	73
Практическая работа №14 Определение степени свежести сырья животного происхождения	78
Список рекомендуемой литературы	86

## **ВВЕДЕНИЕ**

Методические указания к выполнению практических работ предназначены для студентов направления подготовки 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения» с целью закрепления и углубления ими знаний, полученных на лекциях и при самостоятельном изучении учебной литературы.

Перечень практических работ, их объем соответствуют учебному плану и рабочей программе дисциплины. При подготовке к занятиям студенты должны изучить соответствующий теоретический материал по учебной литературе, приобрести теоретические и практические знания по вопросам биологической безопасности продуктов питания

Студенты должны ознакомиться с содержанием (теоретической частью) и порядком выполнения практической работы.

Каждое занятие содержит цель его выполнения, контрольные вопросы, краткие теоретические сведения, задания для выполнения. При выполнении работ основным методом обучения является самостоятельная работа студентов под руководством преподавателя. Результаты выполненных каждым студентом заданий обсуждаются в конце занятий. Оценка преподавателем работы студента осуществляется комплексно: по результатам выполненного задания, устному сообщению и качеству оформления работы, что может быть учтено в рейтинговой оценке знаний студента.

### **Правила оформления работ**

Перед выполнением работы необходимо внимательно ознакомиться с методикой её проведения и предположить ожидаемый результат, вытекающий из теоретического обоснования процесса. Выполнение работ знакомит студента с особенностями протекания различных биологических и химических процессов, дополняет и закрепляет теоретический материал наиболее сложных разделов изучаемой дисциплины.

В начале раздела и перед работой излагаются краткие теоретические обоснования по изучаемой теме. К каждой работе дано описание того или иного процесса.

Выполняемую работу обязательно записать в тетрадь с указанием номера, названия, цели работы, принципа метода, происходящих реакций или процессов, схемы исследования и полученных результатов. По результатам работы произвести расчет или оформить полученные данные по предложенной схеме и сделать вывод.

1. Отчеты по каждой теме занятия оформляются в отдельной тетради.
2. Перед оформлением каждой работы студент должен четко написать ее название, цель выполнения, краткие ответы на вопросы для подготовки, объекты и результаты исследования, выводы по результатам работ. Если предусмотрено оформление работ в виде таблиц, то необходимо все ре-

результаты занести в таблицу в тетради. После каждого задания должно быть сделано заключение с обобщением, систематизацией или обоснованием результатов исследований.

3. Каждую выполненную работу студент защищает в течение учебного семестра. Выполнение и успешная защита работ являются допуском к сдаче теоретического курса на экзамене.

## **Практическое занятие №1**

**Тема:** Основные принципы формирования и управления качеством пищевых продуктов

**Цель:** формирование знаний о нормативной документации в процессе сертификации пищевой продукции животного происхождения.

### **План занятия**

1. Теоретическая часть
2. Выполнение заданий по теме занятия
3. Контрольные вопросы

### **1. Теоретическая часть**

#### **Продовольственная безопасность и основные критерии ее оценки**

Проблема безопасности продуктов питания - сложная комплексная проблема, требующая многочисленных усилий для ее решения как со стороны ученых - биохимиков, микробиологов, токсикологов, так и со стороны производителей, санитарно-эпидемиологических служб, государственных органов и, наконец, потребителей. Актуальность проблемы безопасности продуктов питания с каждым годом возрастает, поскольку именно обеспечение безопасности продовольственного сырья и продуктов питания является одним из основных факторов, определяющих здоровье людей и сохранение генофонда.

Под **безопасностью продуктов питания** следует понимать отсутствие опасности для здоровья человека при их употреблении как с точки зрения острого негативного воздействия (пищевые отравления и пищевые инфекции), так и с точки зрения опасности отдаленных последствий (канцерогенное, мутагенное и тератогенное действие). Иными словами, безопасными можно считать продукты питания, не оказывающие вредного, неблагоприятного воздействия на здоровье настоящего и будущих поколений.

С продуктами питания в организм человека могут поступать значительные количества веществ, опасных для его здоровья. Поэтому остро стоят проблемы, связанные с повышением ответственности за эффективность и объективность контроля качества пищевых продуктов, гарантирующих их безопасность для здоровья потребителя.

Безопасность пищевых продуктов оценивается по гигиеническим нормативам, которые включают биологические объекты, потенциально опасные химические соединения, радионуклиды и вредные растительные примеси. Присутствие их в пищевых продуктах не должно превышать допустимых уровней содержания в заданной массе (объеме) исследуемой про-

дукции. Указанные показатели безопасности установлены для 11 групп продуктов:

- 1) мясо и мясопродукты; птица, яйца и продукты их переработки;
- 2) молоко и молочные продукты;
- 3) рыба, нерыбные продукты промысла и продукты, вырабатываемые из них;
- 4) зерно (семена), мукомольно-крупяные и хлебобулочные изделия;
- 5) сахар и кондитерские изделия;
- 6) плодоовощная продукция;
- 7) масличное сырье и жировые продукты;
- 8) напитки;
- 9) другие продукты;
- 10) биологически активные добавки к пище;
- 11) продукты детского питания.

Показатели безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов должны соответствовать гигиеническим нормативам, установленным Санитарными правилами и нормами (СанПиН) 2.3.2.-1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов», ГОСТ и другими действующими нормативными документами для конкретных видов продуктов. При этом производственный контроль за соответствием пищевых продуктов требованиям безопасности и пищевой ценности должны осуществлять предприятия-изготовители. Государственный санитарно-эпидемиологический надзор осуществляется учреждениями Госсанэпиднадзора.

Таким образом, обеспечение структуры, безопасности и качества питания является важнейшей стратегической задачей государства на современном этапе развития РФ, которая должна реализовываться по следующим направлениям:

- обеспечение разнообразного рациона питания;
- доступность продуктов питания для всего населения;
- обеспечение сохранности пищевой продукции;
- создание образовательных программ в области питания;
- обогащение продуктов питания функциональными добавками.

### **Качество и безопасность пищевых продуктов**

Целесообразно рассмотреть некоторые основные термины и определения, принятые экспертами Международной организации по стандартизации - ISO (ИСО).

**Качество** - совокупность свойств и характеристик продукции, которая придает ей способность удовлетворять обусловленные или предполагаемые потребности.

**Система качества** - совокупность организационной структуры, ответственности, процедур, процессов и ресурсов, обеспечивающих осуществление общего руководства качеством.

**Политика в области качества** - основные направления, цели и задачи предприятия (фирмы) в области качества, сформулированные его высшим руководством.

**Управление качеством** - совокупность методов и деятельности, используемых для удовлетворения требований к качеству.

**Обеспечение качества** - совокупность планируемых и систематически проводимых мероприятий, необходимых для создания уверенности в том, что продукция удовлетворяет определенным требованиям качества.

Одним из основных принципов формирования качества продовольственных товаров является их безопасность. Другой приоритетный принцип - обеспечение пищевой ценности продукта согласно его назначению в питании человека. Немаловажная роль отводится внешнему виду, органолептическим показателям, упаковке, информации для потребителя о качестве и направлении использования продукта.

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

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

### **Гигиенические требования, предъявляемые к пищевым продуктам**

Суть гигиенических требований, предъявляемых к пищевым продуктам, сводится к их способности удовлетворять физиологические потребности человека:

- в органолептике, белках, жирах, углеводах, витаминах, минеральных элементах, энергии (пищевая ценность);
- незаменимых аминокислотах и минорных компонентах пищи (биологическая ценность);
- быть безопасными для здоровья человека по содержанию потенциально опасных химических, радиоактивных, биологических веществ и их соединений, микроорганизмов и других биологических организмов (безопасность) (рис. 1.2).



В соответствии с СанПиН 2.3.2.-1078-01 обязательные гигиенические требования пищевой ценности установлены только для отдельных продуктов переработки мяса и птицы, масла коровьего, а также для фруктовых и овощных соков. Для всех остальных продуктов питания показатели пищевой ценности обосновываются изготовителем (разработчиком технических документов) на основе аналитических методов исследования и (или) с использованием расчетного метода с учетом рецептуры пищевого продукта и данных по составу сырья. При этом органолептические свойства пищевых продуктов должны удовлетворять традиционно сложившимся вкусам и привычкам населения и не вызывать жалоб со стороны потребителей. Пищевые продукты не должны иметь посторонних запахов, привкусов, включений, отличаться по цвету и консистенции, присущих данному виду продукции.

Критериями биологической ценности пищевого продукта являются степень соответствия аминокислотного состава белка пищевого продукта потребностям организма человека в аминокислотах для синтеза собственного белка и содержание в продукте минорных компонентов - фитосоединений (вышеуказанные показатели пищевых продуктов в СанПиН 2.3.2.1078-01 не представлены).



## **Нормативно-законодательная основа безопасности пищевой продукции в России**

В России безопасность продукции в настоящее время регулируется следующими действующими законами РФ.

- Закон РФ **«О защите прав потребителей»** от 05.12.95 г. с изменениями и дополнениями, принятыми Государственной Думой 17.11.99 г. - регламентирует безвредность готовой продукции, применяемого сырья, материалов и доброкачественных отходов для населения и окружающей среды.
- Закон РФ **«О сертификации продукции и услуг»** от 10.06.93 г. № 5151-1 (ред. от 27.12.95 г.) и **«О внесении изменений и дополнений в Закон РФ «О сертификации продукции и услуг»** от 31.07.98 г. № 154 - устанавливают правовые основы сертификации продукции, включая пищевую, и услуг, в том числе общественного питания.
- Федеральный закон **«О государственном регулировании в области генно-инженерной деятельности»** № 86-ФЗ от 05.07.96 г. (с изменениями от 12.07.2000).
- Федеральный закон **«О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»** №52-ФЗ от 30.03.99 г. - определяет главные направления в области сохранения санитарного благополучия населения России, включая санитарные вопросы безопасности пищевых продуктов и продовольственного сырья.

Однако указанные законы не решали в полной мере всех правовых проблем многозвенной цепи: здоровье человека ↔ пища ↔ производство и реализация пищевых продуктов и сырья. Поэтому была разработана «Концепция государственной политики в области здорового питания населения РФ на период до 2005 года» (Постановление Правительства РФ № 917 от 10.08.1998 г.), которая прослеживала тесную связь между здоровьем, продолжительностью жизни и рациональным питанием.

Необходимость формирования и реализации научно-технической политики в области здорового питания диктуется особой важностью этой проблемы, обусловленной:

- ухудшением демографической ситуации в России из-за превышения смертности среди населения над рождаемостью, в том числе в результате роста числа заболеваний, вызванных неудовлетворительным питанием;
- нарушением сбалансированности питания населения в России: в последние годы питание россиян характеризуется снижением потребления мяса и молока, фруктов и овощей, рыбы и растительного масла (табл. 1.3);

отмечается поступление энергии и белка с пищей ниже расчетных норм; низкое содержание пищевых волокон в рационе питания. Суммарное потребление клетчатки и пектина составляет менее 10 г в сутки, что в 2 раза ниже оптимального количества. Дефицит витаминов в 1995 г. составил около 60 % от потребности, белка - более 25 %;

**Соотношение между рекомендуемыми нормами и фактическим потреблением (кг в год на душу населения)**

Продукты питания	Рекомендуемая норма	1990 г.	1997 г.
Мясо и мясопродукты	78	75	55
Молоко и молокопродукты	390	386	257
Яйцо, шт.	291	297	215
Рыба и рыбопродукты	23,7	20,3	9,0
Сахар	38	47,2	31
Хлебопродукты	117	119	124
Масло растительное	13	10,2	6,2
Картофель	117	106	127
Овощи	119	79	73
Фрукты	80	35	25

- потреблением некачественных, фальсифицированных и опасных для здоровья человека продуктов. Следует отметить, что качество импортных проинспектированных товаров, как правило, ниже качества отечественных товаров.

Для изменения сложившейся ситуации в России в сфере охраны здоровья населения и обеспечения его полноценным питанием особую актуальность имеют следующие федеральные законы:

- Федеральный закон «**О продовольственной безопасности Российской Федерации**» от 1998 г. – устанавливает обязанности исполнительной власти по обеспечению продовольственной безопасности граждан страны в целом, фиксирует основные механизмы обеспечения продовольственной безопасности страны, закрепляет научно обоснованные медицинские нормы питания в качестве обязательных для использования и обязывает исполнительную власть гарантировать достаточное питание малообеспеченным группам населения на уровне этих норм.

- Федеральный закон «**О радиационной безопасности населения**» от 1999 г.

• Федеральный закон «**О качестве и безопасности пищевых продуктов**» № 29-ФЗ от 02.01.2000 г. – обеспечивает создание правовой базы, регулирующей отношения в цепи: производство - потребление пищевых продуктов; определяет компетенцию и ответственность государственных органов, организаций и юридических лиц в области качества и безопасности пищевой продукции; регулирует вопросы по государственному нормированию, регистрации, лицензированию и сертификации пищевых продуктов.

В настоящем федеральном законе определяются следующие основные понятия:

- **пищевые продукты** – продукты в натуральном или переработанном виде, употребляемые человеком в пищу (в том числе продукты детского питания, продукты диетического питания), бутылированная питьевая вода, алкогольная продукция (в том числе пиво), безалкогольные напитки, жевательная резинка, а также продовольственное сырье, пищевые добавки и биологически активные добавки;
- **продовольственное сырье** – сырье растительного, животного, микробиологического, минерального и искусственного происхождения и вода, используемые для изготовления пищевых продуктов;
- **качество пищевых продуктов** – совокупность характеристик пищевых продуктов, способных удовлетворять потребности человека в пище при обычных условиях их использования;
- **безопасность пищевых продуктов** – состояние обоснованной уверенности в том, что пищевые продукты при обычных условиях их использования не являются вредными и не представляют опасности для здоровья нынешнего и будущих поколений;
- **пищевая ценность пищевого продукта** – совокупность свойств пищевого продукта, при наличии которых удовлетворяются физиологические потребности человека в необходимых веществах и энергии.

В развитие указанных выше законов приняты постановления Правительства Российской Федерации «О мониторинге качества, безопасности пищевых продуктов и здоровья населения» (№ 883 от 22.11.2000), «О государственной регистрации новых видов пищевых продуктов, материалов и изделий» (№ 998 от 21.12.2000), «О государственном надзоре и контроле в области обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов» (№ 917 от 21.12.2000), «Положение о государственной санитарно-эпидемиологической службе РФ» и «Положение о государственном санитарно-

эпидемиологическом нормировании" (№ 554 от 24.07.2000), а также постановления главного государственного санитарного врача РФ № 7 от 06.04.99 г. «О порядке гигиенической оценки и регистрации пищевой продукции, полученной из генетически модифицированных источников (ГМИ)» и № 14 от 08.11.2000 г. «О порядке проведения санитарно-эпидемиологической экспертизы пищевых продуктов, полученных из генетически модифицированных источников».

На основании действующих федеральных законов и постановлений Правительства РФ, а также с учетом результатов комплексных токсикологических исследований, выполненных международными организациями ФАО и ВОЗ, в РФ разработан основной нормативный документ, устанавливающий показатели качества и безопасности сырья и продукции в эпидемиологическом и радиационном отношении, а также по содержанию биологических и химических загрязнителей: «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов» - СанПиН 2.3.2.-1078-01.

В настоящем документе отмечается, что пищевые продукты должны удовлетворять физиологические потребности человека в необходимых веществах и энергии, отвечать обычно предъявляемым к пищевым продуктам требованиям в части органолептических и физико-химических показателей и соответствовать установленным нормативными документами требованиям к допустимому содержанию химических, радиологических, биологических веществ и их соединений, микроорганизмов и других биологических организмов, представляющих опасность для здоровья нынешнего и будущих поколений.

К загрязнителям биологической и химической природы отнесены токсические химические микроэлементы (кадмий, ртуть, свинец, мышьяк, медь, цинк), радиоактивные вещества, микотоксины (афлатоксины В1 и М1), вирусы, гельминты, антибиотики (соединения тетрациклиновой группы, грицин, цинкбецитспирамицин, рацин, пенициллин, стрептомицин, эритромицин и др.), гормональные препараты и стимуляторы роста (диэтилстильбэстрол, эстрадиол-17в, тестостерон, казеин-эстрадиол-17Р), пестициды и нитрозамины.

В продуктах животного происхождения нормируются:

- допустимый уровень токсичных элементов (свинец, мышьяк, кадмий, ртуть, медь, цинк, олово, хром);
- допустимый уровень микотоксинов;

- остаточное количество антибиотиков (лечебных и кормовых);
- содержание гормональных препаратов в импортном сырье и продуктах;
- содержание полихлорированных дифенилов;
- уровень содержания бенз(а)пирена в копченых продуктах;
- количество азотсодержащих соединений (нитратов, нитрозаминов);
- количество пестицидов;
- содержание радионуклидов (цезия-137 и стронция-90).

Для производства животноводческого сырья не допускается применение кормовых добавок, лекарственных средств и препаратов, снижающих качество продуктов животного происхождения и не зарегистрированных в установленном порядке.

В сырье и продуктах животного происхождения не допускается наличие патогенных микроорганизмов, вызывающих инфекционные болезни человека, и паразитарных организмов.

Указом Президента РФ от 9.03.2004 г. № 314 «О системе и структуре федеральных органов исполнительной власти» в составе вновь образованного Министерства здравоохранения и социального развития РФ была создана **Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека**. Эта служба теперь решает вопросы (наряду с другими), которые ранее возлагались на государственную санитарно-эпидемиологическую службу РФ (постановление Правительства Российской Федерации от 6 апреля 2004 г. № 154 «Вопросы Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека»). В этой связи надзор за безопасностью пищевых продуктов и биологически активных добавок к пище должны осуществлять территориальные органы Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. При этом термин «государственный санитарно-эпидемиологический надзор» остается действующим.

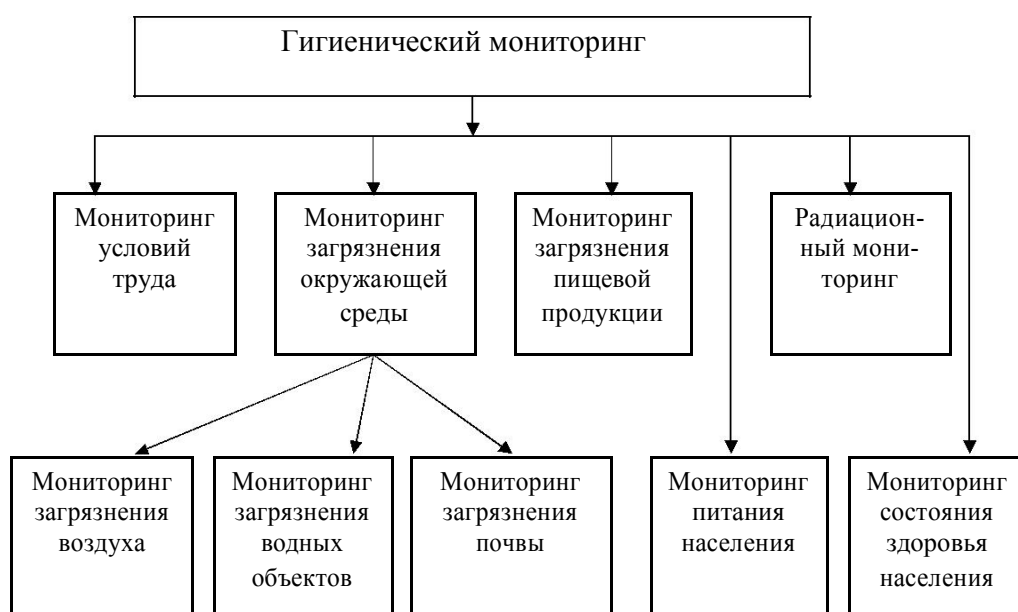
Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека проводит мониторинг состояния здоровья населения. Это возможно благодаря наличию материально-технической базы, квалифицированных специалистов и отработанной системе информационных потоков.

Термин «мониторинг» был введен перед проведением Стокгольмской конференции ООН по окружающей среде в 1972 г.

**Мониторинг** – система повторных наблюдений одного или более показателей качества и безопасности с определенной целью.

**Социальный мониторинг** включает анализ и обобщение данных о потреблении пищевых продуктов среди различных групп населения, демографической ситуации и состоянии здоровья населения, в том числе, мужчин, женщин и детей различных возрастных категорий и профессиональных групп.

**Гигиенический мониторинг** предполагает определение степени загрязнения окружающей среды, продовольственного сырья и продуктов питания токсичными и радиоактивными элементами.



Анализ результатов социального и гигиенического мониторингов свидетельствует, что наиболее важными факторами, влияющими на здоровье населения России, является неадекватный характер питания и загрязненность окружающей среды.

### **Методологические принципы создания биологически безопасных продуктов питания**

В связи с появлением новых факторов риска потребители становятся все более требовательными в отношении безопасности пищи для здоровья. Получение безопасных продуктов питания является актуальной проблемой, стоящей перед учеными.

Индустриализация переработки кормов для животных резко увеличила опасность их химического и микробиологического загрязнения, что ставит под угрозу здоровье животных и человека, потребляющего продукты животного происхождения. По-прежнему актуальны проблемы с диоксинами, солями тяжелых металлов, пестицидами, микотоксинами, радионуклидами и т.д. Зоонозы, связанные с контаминацией продуктов питания листериями, сальмонеллами, кампилобактериями, токсоплазмами и токсинообразующими бактериями рода эшерихия, становятся все более значительными. Поэтому сегодня потребность в интегрированном контроле продуктов питания, начиная от производства кормов для животных, их выращивания, а также ветеринарно-санитарная экспертиза на бойнях при переработке и реализации мясной продукции, является основой всех современных концепций контроля. Очаги разных инфекционных болезней, общих для человека и животных (зооантропонозов – сибирская язва, бешенство, туберкулез, бруцеллез, губчатая энцефалопатия, трихинеллез, финноз и др.) по-прежнему являются опасным риском заболеваний людей. Требуется детальное изучение использования генетически модифицированных продуктов животного и микробного происхождения. Поэтому необходимость разработки систем прижизненной диагностики и послеубойного контроля инфекционных и незаразных болезней животных представляет большую научную и производственную ценность – крайнюю актуальность.

Создание системы биологической безопасности, основанной на выявлении критических контрольных точек, разработка аппаратуры для экспресс-диагностики, обработка и передача данных об эпизоотической обстановке с учетом рисков, проведение эффективной профилактики дезинфекции, дезинсекции, дезактивации, а также создание системы мониторинга биологической безопасности на всех этапах производственной цепи будет служить основным критерием получения биологически безопасных продуктов питания.

Таким образом, контроль за качеством кормов для животных, идентификация животных и средств их перевозки, контроль применения антибиотиков и других ветеринарных препаратов, ветеринарно-санитарный и производственный контроль продуктов убоя на мясокомбинатах, выборочный лабораторно-ветеринарный контроль, четкая маркировка каждой партии животной продукции, а также информативная полная декларация всех пищевых компонентов при реализации мясных продуктов послужат основой для получения биологически безопасных продуктов питания



## **2. Выполнение заданий по теме занятия**

**Задание 1.** Какие нормативные документы являются законодательной основой безопасности пищевой продукции в России.

**Задание 2.** Какие гигиенические требования, предъявляются к пищевым продуктам.

## **3. Контрольные вопросы**

1. Что такое гигиенический мониторинг.
2. Какие показатели нормируются в продуктах животного происхождения.
3. Что такое система качества.
4. Какие гигиенические требования предъявляются к пищевым продуктам.

## **Практическое занятие №2**

**Тема:** Определение микробной загрязненности мяса и молока

**Цель:** изучить микробиологические показатели качества мяса и молока.

Освоить методики исследования микрофлоры мяса и молока.

### **План занятия**

1. Теоретическая часть
2. Выполнение заданий по теме занятия
3. Контрольные вопросы

### **1. Теоретическая часть**

Бактериологическое исследование мяса производят периодически по графику с целью контроля санитарного состояния не реже 1-го раза в 10 дней. Обязательное микробиологическое исследование мяса осуществляют в следующих случаях:

- при заболевании желудочно-кишечного тракта или дыхательных путей;
- при подозрении на инфекционное заболевание животного;
- при убое из-за травмы;
- при «вынужденном» убое;
- при убое животных-производителей.

Микробиологическое исследование мяса выполняют в соответствии с инструкцией ветеринарно-санитарного надзора. Для анализа отбирают следующие образцы: мышцы сгибателя и разгибателя конечности, часть печени,

легкого, селезенку, почку, лимфатические узлы с окружающей соединительной тканью, трубчатую кость. Образцы упаковывают в стерильный материал, пломбируют и направляют в лабораторию с сопроводительным документом, в котором указывают вид животного, дату и время убоя, фамилию и адрес хозяина, предполагаемый диагноз.

Анализ начинают с изучения мазков-отпечатков, окрашенных по Граму. Этот этап называют бактериоскопическим исследованием, целью которого является обнаружение возбудителей сибирской язвы и ботулизма. Выявление в мазках грамположительных палочек, расположенных в цепочках, имеющих капсулы и споры, позволяет обосновать предварительный диагноз сибирской язвы. Если в мазках обнаруживают небольшие грамположительные палочки, имеющие форму ракеток, то возникает подозрение на заражение проб возбудителем ботулизма.

Далее выполняется собственно бактериологическое исследование. Для этого отбирают навески проб массой 5 г, растирают в ступках со стерильным песком, добавляя стерильный физиологический раствор из расчета, чтобы получить разведение 1:10. После отстаивания суспензии надосадочную жидкость высевают на различные питательные среды для выделения чистых культур аэробных и анаэробных микроорганизмов. Выделенные чистые культуры подвергают дальнейшему изучению по стандартным схемам для идентификации. Целью исследования является выявление возбудителей зооантропонозных инфекций.

**Определение доброкачественности мяса.** Доброкачественность (свежесть) мяса оценивают по результатам органолептического, биохимического, бактериоскопического и микробиологического исследований согласно ГОСТам. Органолептическую оценку производят по общепринятым признакам: описывают цвет, консистенцию, запах мясной и жировой ткани, характер бульона при варке.

Бактериоскопическое исследование выполняют следующим образом: готовят мазки-отпечатки с поверхности мяса, с глубины 2-2,5 см и 3-4 см, окрашивают их по Граму. В каждом мазке изучают не менее 5-ти полей зрения, в которых подсчитывают число бактерий и отмечают другие изменения.

Оценка свежести мяса представлены в таблице.

## Оценка свежести мяса

Качество мяса	pH	Бактериоскопическая картина
1. Свежее	5,6-6,2	В мазках-отпечатках микробов нет или имеются единичные бактериальные клетки на поверхности мяса
2. Пониженной свежести	6,3-6,5	В мазках-отпечатках из глубины мяса обнаруживают 20-30 кокков и единичные палочки, на поверхности - несколько десятков клеток в поле зрения. Имеются распавшиеся мышечные волокна
3. Несвежее	6,6 и выше	В мазках-отпечатках с поверхности и с глубины мяса выявляются масса клеток с преобладанием палочек, имеется множество распавшихся мышечных волокон

Свежесть мяса характеризуется также показателями общей бактериальной обсемененности в 1 г или на 1 см<sup>2</sup> поверхности.

### 2. Выполнений заданий

**Оборудование и материалы:** микроскоп, предметные стекла, набор красок, спиртовки, стерильные ступки, пипетки, чашки Петри, песок, вода, МПА.

#### Задание 1. Определение общего количества бактерий на поверхности мяса.

Пробы для анализа отбирают методом срезов. Стерильным скальпелем срезают пластинку мяса толщиной 2-3 мм и взвешивают в стерильном бюксе. Навеску растирают со стерильным песком. Кашицу смывают 10 мл стерильной воды. В течение 5-ти минут смесь тщательно взбалтывают и дают отстояться. В чашки Петри высевают по 1 мл надосадочной жидкости, которую заливают расплавленным мясопептонным агаром и перемешивают. Посевы выращивают в термостате при температуре 37°С в течение 2-х суток, а затем подсчитывают число выросших колоний.

При расчете бактериальной обсемененности 1 см<sup>2</sup> поверхности мяса исходят из того, что микрофлора 1 г среза соответствует 1,5 см<sup>2</sup> поверхности. Количество микроорганизмов на поверхности свежего мяса не должно превышать 100 тысяч клеток на 1 см<sup>2</sup>.

#### Задание 2. Определение общего количества микроорганизмов в мясе.

Пробу мяса массой 100-150 г погружают в кипящую воду на 1-2 мин, чтобы убить микроорганизмы на поверхности. Из глубины вырезают кусочки мяса массой 1-2 г, взвешивают в стерильном бюксе и растирают в ступке со стерильным песком. Кашицу смывают стерильной водой до разведения 1:10, взбалтывают и дают отстояться.

Надосадочную жидкость в количестве 1,0 и 0,1 мл высевают в чашки Петри и заливают расплавленным мясопептонным агаром с температурой 45-50°C. Материал и среду перемешивают путем покачивания чашек. После застывания агара чашки помещают на 1-2 суток в термостат при температуре 37 °С, затем подсчитывают число выросших колоний. Для определения общего количества бактерий число колоний в чашках умножают на степень разбавления исходного материала. В свежем мясе хорошего качества бактериальная обсемененность не должна превышать 100 тысяч клеток в 1 г.

### **Задание 3. Проба молока на редуктазу**

Проба на редуктазу является косвенным методом определения общей микробной обсемененности молока, основанном на изменении биохимических показателей молока.

Преимущество этого метода – **простота и быстрота** проведения анализа по сравнению с бактериологическим исследованием.

Суть этого метода заключается в том, что микроорганизмы, попавшие в молоко, в процессе жизнедеятельности выделяют в окружающую среду, наряду с другими окислительно-восстановительными ферментами, анаэробные дегидразы, которые по старой классификации называются редуктазами. Существует зависимость между общим количеством бактерий в молоке и содержанием в нем редуктазы, что позволяет использовать редуктазную пробу, как косвенный показатель бактериальной обсемененности сырого молока. Фермент редуктаза обладает способностью восстанавливать метиленовую синь, которая при этом наглядно обесцвечивается.

Чем больше в молоке содержится микроорганизмов, тем больше его редуктазная активность, так как редуктаза - фермент, выделяемый микроорганизмами. Редуктаза обесцвечивает метиленовый синий. На скорости обесцвечивания метиленового синего редуктазой, содержащейся в молоке, и основана эта проба.

Для проведения анализа в пробирку наливают 20мл молока и 1 мл раствора метиленового синего, закрывают пробкой, перемешивают и помещают в ба-

ню или термостат при температуре 37-40°C. Изменение окраски отмечают до 20 мин, через 20 мин, через 2 и 5,5 ч. Оценка результатов приведена в таблице.

### Ускоренная проба на редуктазу

В пробирку берут 10 мл молока и 1 мл разбавленного в 10 раз дистиллированной водой раствора метиленового синего (разбавленный раствор готовят в день анализа). Далее поступают так же, как указано выше. Результаты начинают отмечать до 10 мин, через 10 мин, 1 и 3 ч.

### Оценка результатов редуктазной пробы

Скорость обесцвечивания метиленового синего	Приблизительное количество микробов в 1 мл молока	Оценка качества молока	Класс молока
До 20 мин.	20 млн. и выше	очень плохое	4
от 20 мин. до 2 ч.	от 4 до 20 млн.	плохое	3
от 2 ч. до 5,5 ч.	от 500 тыс. до 4 млн.	удовлетворительное	2
более 5,5 ч.	менее 500 тыс.	хорошее	1

### 3.Контрольные вопросы

1. В каких случаях производят обязательное микробиологическое исследование мяса и какова его цель?
2. Из каких этапов состоит микробиологическое исследование мяса?
3. Как выполняют бактериоскопическое исследование мяса и с какой целью?
4. Как определяют количество микроорганизмов в мясе и на его поверхности?
5. Какими методами оценивают доброкачественность мяса?
6. По каким показателям оценивают доброкачественность мяса?

### Практическое занятие №3

**Тема:** Количественное и качественное определение окислительной порчи пищевых жиров

**Цель:** Изучить особенности методики определения окислительной порчи пищевых жиров.

### **План занятия**

1. Теоретическая часть
2. Выполнение заданий по теме занятия
3. Контрольные вопросы

#### **1. Теоретическая часть**

В процессе хранения жиры могут подвергаться порче. В результате этого ухудшаются товарные свойства жира, кроме того, он может стать опасным для потребителя. При порче жира преобладают два химических процесса: гидролиз (омыление) и окисление. Гидролиз идет преимущественно в жире, который содержит большое количество влаги. Поэтому гидролиз чаще наблюдается в жире-сырце. Свободная вода соединяется с триглицеридами, вытесняя свободные жирные кислоты.

**Окисление** (прогорание) - это процесс глубокого разложения жиров, в результате которого высокомолекулярные жирные кислоты разлагаются до более простых соединений: альдегиды, эфиры, кетоны, летучие жирные кислоты, перекисные соединения и др. Многие из этих соединений являются токсичными. Кроме того, они могут глубоко проникать в еще недоокисленный жир, ухудшая его органолептические показатели. Другая более доброкачественная разновидность окислительной порчи жира, осаливание, характеризуется образованием на поверхности жира оксикислот и продуктов полимеризации и конденсации высокомолекулярных жирных кислот.

В подавляющем большинстве случаев порчу жира можно определить органолептическими методами. Испорченный жир обладает сравнительно более мягкой консистенцией, измененным цветом (особое внимание обращают на неравномерность окраски), несвойственный доброкачественному жиру цвет и запах.

При осаливании жира на его поверхности образуется плотный желтый налет (штафт) со стеариновым (сальным) запахом, сам жир обесцвечивается. При прогоркании жир размягчается, приобретает желто-зеленоватый, коричневый или серый оттенки, горький вкус и прогорклый запах.

Лабораторные методы не только позволяют более точно определить порчу жира, но и установить степень его свежести,

## 2. Выполнение заданий по теме занятия

### Определение перекисного числа

При окислении жира выделяется большое количество перекисных соединений и атомарного кислорода. Эти вещества являются более сильными окислителями, чем йод. Кислород вытесняет йод из йодистого калия. Присутствие свободного йода определяют при помощи крахмала. Для определения количества свободного йода определяют количество серноватистого натрия, пошедшего на его нейтрализацию.

**Перекисным числом** называют количество граммов йода, выделенных из йодистого калия перекисями, содержащимися в 100 г жира.

Ход работы:

Навеску исследуемого топленого жира массой 1 г взвешивают в конической колбе с погрешностью не более 0,0002 г и растворяют в 20 мл смеси ледяной уксусной кислоты и хлороформа (1:1). К раствору добавляют 0,5 мл свежеприготовленного насыщенного раствора йодистого калия и выдерживают в темном месте в течение 3 мин. Затем в раствор добавляют 100 мл дистиллированной воды, в которую заранее добавляют 1 мл 1% р-ра крахмала. Выделившийся йод титруют 0,01 н. раствором серноватистокислого натрия до исчезновения синей окраски. Параллельно при тех же условиях проводят контрольное определение, в котором берут те же количества, реактивов, но без жира. Перекисное число жира  $X$  в процентах вычисляют по формуле

$$X = \frac{K - (v - v_1) \cdot 0,00127 \cdot 100}{m}$$

$$X = m$$

где:

$K$  - поправка к титру 0,01 н. раствора серноватистокислого натрия;

$v$  - количество 0,01 н. раствора серноватистокислого натрия, израсходованное на титрование испытуемого раствора, мл;

$v_1$  - количество 0,01 н. раствора серноватистокислого натрия, израсходованное на титрование контрольного раствора, мл;

0,00127 - количество йода, соответствующее 1 мл 0,01 н. раствора серноватистокислого натрия в г;

$m$  - масса жира в г.

Пищевой топленый жир полученный от убойного скота, в зависимости от значения перекисного числа считают: свежим до 0,03; свежим но не подлежащим хранению от 0,03 до 0,06; сомнительной свежести от 0,06 до 0,1; несвежим выше 0,1.

Жир от охлажденных и замороженных тушек всех видов птицы считают свежим: если значение перекисного числа не превышает 0,01 г йода; куриный жир от охлажденных тушек с перекисным числом 0,01-0,04 г йода, гусиный, утиный, индюшиный - 0,01-0,1 г йода, жир от замороженных тушек всех видов птицы с перекисным числом 0,01-0,03 г йода считают сомнительной свежести, при превышении указанных значений жир птицы считается несвежим.

### **Реакция с нейтральным красным**

При гидролизе жиров образуется большое количество свободных жирных кислот, а продуктами окисления жира могут быть летучие жирные кислоты. Накопление этих продуктов в жире приводит к повышению его кислотности. Нейтральный красный в кислой среде окисляется, приобретает красный цвет. Кроме того, нейтральный красный может окисляться под воздействием перекисных соединений, атомарного кислорода и ряда других окислителей, образующихся при окислении жиров.

#### **Ход работы:**

В фарфоровую ступку помещают 1 г исследуемого жира, затем туда добавляют 1 мл рабочего (0,01%) водного раствора нейтрального красного. После этого содержимое ступки интенсивно перетирают пестиком в течение 1 минуты. Водный раствор нейтрального красного не смешивается с жиром, поэтому остатки краски нужно слить.

Свежий жир окрашивается в желтый или бежевый цвета, свиной и бараний жир могут иметь зеленоватый оттенок.

Жир сомнительной свежести окрашивается в цвет от коричневого до розового.

Испорченный жир окрашивается от ярко розового до красного цвета.

### **3. Контрольные вопросы**

1. Что такое окисление или прогоркание жиров?
2. Что такое перекисное число?
3. Зачем определяют перекисное число?
4. Что показывает реакция с нейтральным красным?

### **Практическое занятие №4**



**Тема:** Определение содержания фенолов в колбасных изделиях

**Цель:** Освоить методы качественного обнаружения и количественного определения суммарных фенолов в колбасных изделиях.

### **План занятия**

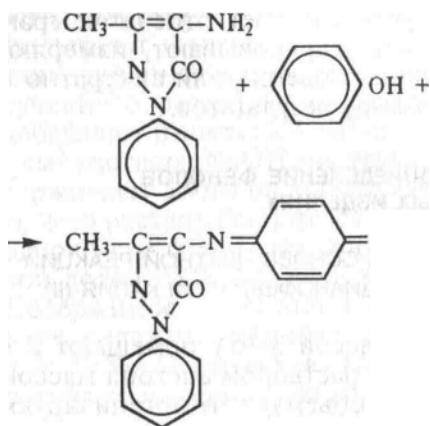
1. Теоретическая часть
2. Выполнение заданий по теме занятия
3. Контрольные вопросы

#### **1. Теоретическая часть**

Фенольные соединения обладают токсическим и даже канцерогенным действием, в связи с чем количество их в пищевых продуктах должно быть сведено до минимума. Для гарантии экологической чистоты пищевых продуктов необходимо строго контролировать содержание фенолов.

При копчении фенолы сначала интенсивно накапливаются в поверхностном слое. В дальнейшем проникновение их в колбасу значительно замедляется. Одновременно происходит диффузия фенольных компонентов дыма во внутренние слои колбасы. На последней стадии копчения и сушки количество фенольных соединений в поверхностном слое уменьшается почти наполовину и заметно возрастает во всех внутренних слоях колбасного батона. Фронт проникновения фенольных соединений внутрь колбасного батона тесно связан с химическим составом сырья и технологическими режимами производства копченых изделий и характеризует качество копчения. Например, фенолы хорошо растворяются в жире. В жировой ткани их в 1,5 раза больше, чем в мышечной. В процессе холодного копчения в копченостях накапливается в среднем 15 мг % (9 - 24 мг %) фенолов.

При изучении вопроса о скорости и характере проникновения фенолов в колбасные изделия удобно пользоваться методом отпечатков, который основан на развитии качественной реакции фенолов в присутствии карбоната натрия и специального проявителя.



Количественное определение фенолов в колбасных изделиях проводят одним из колориметрических методов. Суммарное определение содержания фенолов основано на измерении оптической плотности окрашенного раствора, цвет которого возникает в результате качественной реакции:

Другой метод суммарного определения содержания фенолов основан на получении нитрозосоединений при взаимодействии фенола с нитритом натрия. В результате реакции нитрозосоединение образует с избытком аммиака продукт, окрашенный в желтый цвет, который затем фотоэлектроколориметрируют.

### Выполнение заданий

#### Определение границ проникновения фенолов

**Оборудование.** Фильтровальная бумага для определения границ проникновения фенолов. Фильтровальную бумагу погружают на 20-30 с в раствор  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  массовой долей 1 %, после чего ее сушат на воздухе и хранят.

Проявитель для определения границ проникновения фенолов. 1г 4-аминоантипирина растворяют в 50 см<sup>3</sup> раствора этанола (96 об. %).

#### Ход работы.

Полученный со среза копченой колбасы отпечаток проникших фенолов должен быть видимым и отличаться по цвету от фона предварительно подготовленной фильтровальной бумаги. Подготовленную фильтровальную бумагу опрыскивают из пульверизатора проявителем и плотно прижимают к срезу колбасного батона. Спустя 20 - 30 с бумагу отделяют от поверхности среза колбасы и опрыскивают раствором персульфата аммония массовой долей 20 %. Через 2 мин на бумаге образуется отчетливый, окрашенный в розовый цвет отпечаток границ проникновения фенолов. Отпечаток зарисовывают, измеряют с точностью до 0,1 мм границы проникновения или аккуратно вырезают ножницами и вносят в таблицу результатов.

## Количественное определение фенолов в колбасных изделиях

### Ход работы.

Колориметрический метод на основе цветной реакции с 4-аминоантипирином и гексацианоферратом калия (II)

Навески измельченных колбас массой 3 - 5 г помещают в малый сосуд гомогенизатора, заливают раствором ацетона массовой долей 50 % в соотношении 1 :4 (по объему) и гомогенизируют в течение 5 мин, а затем фильтруют. К 5 см<sup>3</sup> прозрачного раствора добавляют 20 см<sup>3</sup> раствора тетрабората натрия массовой долей 0,5 %, 0,5 см<sup>3</sup> раствора 4-аминоантипирина массовой долей 2 % и 0,25 см<sup>3</sup> раствора гексацианоферрата калия (II) массовой долей 8 %. Все реагенты перемешивают и по истечении 15 мин измеряют оптическую плотность (интенсивность окраски) на фотоэлектро-колориметре ФЭК-56М с зеленым светофильтром при длине волны 510 нм в кювете с толщиной слоя 1 см.

Параллельно готовят контрольную пробу, в которой вместо исследуемого фильтра используют 5 см<sup>3</sup> раствора ацетона массовой долей 50 %.

Содержание суммарных фенолов (мг/100 г) вычисляют по формуле:

$$X = \frac{B \cdot 100A}{Vm}$$

где B — объем ацетонового экстракта, см<sup>3</sup> 100 —коэффициент пересчета на 100 г продукта; A - содержание фенолов в 5 см<sup>3</sup> окрашенного раствора, определенное по калибровочному графику, K - объем фильтрата, взятый для анализа, см<sup>3</sup>; m — масса навески продукта, г

Для проведения расчетов готовят растворы гваякола в диапазоне концентраций от 1 до 100 мкг/см<sup>3</sup> и строят график в координатах: оптическая плотность (D) - концентрация гваякола.

### 3.Контрольные вопросы

1. Как происходит проникновение фенолов в колбасное изделие?
2. Какой метод лежит в основе определения содержания фенолов?

### Практическое занятие №5

**Тема:** Количественное определение свинца в мясе и мясных продуктах

**Цель:** Изучить методику количественного определения свинца в мясе и мясных продуктах

## План занятия

1. Теоретическая часть
2. Выполнение заданий по теме занятия
3. Контрольные вопросы

### 1. Теоретическая часть

Минеральные вещества в ПП и организме человека в зависимости от количества подразделяют на микро- и макрокомпоненты. Если массовая доля компонента менее 10-2 %, его считают микрокомпонентом. Металлы относят к необходимым организму минеральным веществам (нутриентам). Роль металлов двойственна: с одной стороны, они необходимы для нормального протекания физиологических процессов, с другой – токсичны при высоких биодоступных концентрациях. Согласно ВОЗ при международной торговле продуктами питания контролируют содержание восьми химических элементов: Fe, Cu, Hg, Cd, Pb, As, Sr, Zn; в России – Pb, As, Cd, Hg, Cu, Zn, Sn, Fe. Количественное определение токсичных элементов связано с рядом трудностей, обусловленных низкими значениями их ПДК в ПП, что требует применения высокочувствительных физико-химических методов анализа. Кроме того, сложная органическая матрица, летучесть отдельных элементов, обуславливают особую осторожность в пробоподготовке.

#### **Определение содержания свинца в мясе и мясных продуктах**

Свинец – один из самых распространенных и опасных токсикантов. В атмосферу ежегодно поступает 4,5·10<sup>5</sup> т свинца. Предельно допустимая концентрация (ПДК) свинца в водопроводной воде составляет 0,03 мг/кг. Значительно выше эта характеристика в атмосферном воздухе – 1,5 мкг/м<sup>3</sup>. Общее содержание свинца в организме человека – 120 мг. Допустимая суточная доза (ДСД) – 0,007 мг/кг массы тела. В ПП содержание свинца колеблется в довольно широких пределах

Активное накопление свинца отмечается в мясе сельскохозяйственных животных вблизи промышленных центров, крупных магистралей. В организме взрослого человека усваивается в среднем 10 % поступившего свинца, у детей – 30–40 %, 90 % свинца выводится с физиологическими жидкостями, биологический период полувыведения составляет 20 дней, из костей до 20 лет. Механизм токсического действия свинца определяется по двум основным направлениям: 1) блокада функциональных сульфгидрильных групп белков, приводящая к ингибированию многих жизненно важных ферментов;

2) проникновение свинца в нервные и мышечные клетки, образование лактата свинца путем взаимодействия с молочной кислотой, затем образование фосфата свинца, который создает барьер для проникновения в нервные и мышечные клетки ионов кальция, и как результат – развитие паралича. Таким образом, основными мишенями при воздействии свинца являются кровеносная, нервная, пищевая системы и почки. Мероприятия по профилактике загрязнения свинцом ПП включают ведомственный и государственный контроль за выбросами, контроль за использованием луженой, глазурованной, керамической пищевой посуды. Контроль за содержанием свинца осуществляют фотометрическим, атомно-абсорбционным и полярографическим методами. Ниже представлена методика определения свинца фотометрическим методом.

## 2. Выполнение заданий

### **Фотометрический метод определения свинца в мясе и мясных продуктах**

Определение свинца в мясе и мясопродуктах основано на получении сульфата свинца, растворении его в ацетате аммония и последующем взаимодействии с хроматом калия с образованием хромата свинца, образующего осадок красного или темно-коричневого цвета.

Построение градуировочного графика  $10\text{ см}^3$  стандартного раствора свинца с титром  $1,0\text{ мг/см}^3$  помещают в мерную колбу объемом  $1\text{ дм}^3$ , раствором ацетата аммония доводят содержимое колбы до метки и перемешивают. От полученного раствора с титром  $0,01\text{ мг/см}^3$  пипеткой отбирают аликвоты объемом 1, 2, 3, 4 и  $5\text{ см}^3$  в мерные колбы объемом  $10\text{ см}^3$  и раствором ацетата аммония доводят содержимое каждой колбы до метки. Перед фотометрированием в раствор свинца добавляют  $1\text{ см}^3$  раствора  $69$  хромата калия, содержимое перемешивают, заливают в кювету с толщиной поглощающего слоя  $3\text{ см}$  и при длине волны  $490\text{ нм}$  измеряют оптическую плотность приготовленных растворов относительно раствора сравнения.

В качестве раствора сравнения используют раствор, приготовленный смешением  $10\text{ см}^3$  ацетата аммония (или натрия) и  $1\text{ см}^3$  раствора хромата калия.

#### **Подготовка пробы к анализу**

В фарфоровом тигле взвешивают навеску мяса или мясного продукта массой  $5 \pm 0,01\text{ г}$ , добавляют  $2\text{ см}^3$  раствора серной кислоты (1:1) и помещают тигель в муфельную печь. При температуре  $500\text{--}550\text{ }^\circ\text{C}$  проводят озоление содержи-

мого тигля до образования белой золы. Тигель вынимают тигельными щипцами, остужают на воздухе. К остывшей золе добавляют 12 см<sup>3</sup> раствора ацетата аммония и затем содержимое тигля центрифугируют. Пипеткой отбирают 10 см<sup>3</sup> раствора в пробирку, добавляют 1 см<sup>3</sup> раствора хромата калия и перемешивают. Далее полученный коллоидный раствор помещают в кювету фотоколориметра и измеряют его оптическую плотность. По градуировочному графику определяют массу (в мг) свинца в пробе, а затем его массовую долю (%).

### **3.Контрольные вопросы**

1. Как свинец может накапливаться в мясе?
2. Каков механизм токсического действия свинца?
3. Какие действия включают в себя мероприятия по профилактике загрязнения свинцом?

### **Практическое занятие №6**

**Тема:** Определение уровня радиационного загрязнения в мясных продуктах

**Цель:** ознакомиться с методами контроля содержания радиоактивных веществ в продуктах питания; получить практические навыки работы с приборами для измерения ионизирующих излучений (ИИ).

#### **План занятия**

1. Теоретическая часть
2. Выполнение заданий по теме занятия
3. Контрольные вопросы

#### **1.Теоретическая часть**

Радиоактивные вещества входят в состав различных пород земли, присутствуют в воде и атмосфере. В растениях, животных можно обнаружить небольшое количество радиоактивных изотопов. Даже в организме каждого из нас имеются такие вещества, как рубидий-87 и калий-40.

Человек подвергается облучению как от естественных источников радиации, так и от источников искусственного происхождения. Естественные источники могут быть земного и космического происхождения, но их воздействие на живые организмы может быть усилено экономической деятельностью человека. Например, за час полета на самолете на высоте 6 км эквивалентная доза не превосходит допустимых пределов. Но за 1 ч полета на высоте 10 км пас-

сажиры получают эквивалентную дозу ИИ космического происхождения свыше 2 мкЗв, что в 10...20 раз больше, чем на уровне моря и в несколько раз выше допустимой нормы. С увеличением высоты полета эквивалентная доза космического излучения, воздействующая на пассажиров и экипаж самолета, резко возрастает. Так на высоте 12 км она составляет 5 мкЗв за час полета, а на высоте 20 км – 13 мкЗв.

Уран и торий содержатся во многих породах, в том числе граните, фосфатах, угле. Применение угля для выработки электроэнергии приводит к тому, что вместе с дымом, зольной пылью в атмосферу выбрасываются и радиоактивные вещества.

Фосфаты используют для производства фосфорных удобрений, а отходы удобрений перерабатывают в фосфогипс, часто применяемый в строительстве, особенно внутренних перегородок жилых и административных зданий. Калийные удобрения, широко распространенные в сельскохозяйственной деятельности, повышают концентрацию радиоактивного калия-40 на полях, попадающего вместе с растительной и животной пищей в организм человека. Внесение фосфатных удобрений в течение длительного периода увеличивает активность урана, тория и продуктов их семейств в почве на 0,2...1%.

Самую большую дозу внутреннего облучения человек получает от воздействия тяжелого радиоактивного газа – радона – продукта радиоактивного превращения тяжелых элементов.

Радон в основном проникает в дом вместе с воздухом, который выходит из почвы вследствие разницы в давлениях внутри и вне дома. В результате распада радона в воздухе образуются короткоживущие радиоактивные изотопы полония, свинца и висмута, которые чаще всего прикрепляются к микроскопическим пылинкам-аэрозолям. Поверхность легких человека является хорошим фильтром, осаждающим радиоактивные аэрозоли. В органы дыхания человека за сутки может попасть около 20 млн атомов радона, а при высоком его уровне – более 1 млрд тяжелых атомов этого радиоактивного газа. Два радиоактивных изотопа полония с массовыми числами 218 и 214 «обстреливают»  $\alpha$ -частицами ткань легких и составляют свыше 97% дозы облучения, связанного с радоном.

Для того чтобы уменьшить риск радонового облучения, необходимо проводить защитные мероприятия: использовать для полов специальные покрытия, тщательно проветривать помещения.

В результате антропогенной деятельности появилось несколько сотен искусственных радионуклидов. Человек научился использовать энергию атомов в самых различных целях: в производстве электроэнергии и для создания атомного оружия, в медицине и для обнаружения пожаров, в поиске полезных ископаемых и для создания различных приборов. При этом могут происходить утечки радиоактивных изотопов в окружающую среду не только в результате аварий, но в процессе функционирования объектов, использующих, хранящих или перерабатывающих радиоактивные вещества и их отходы.

Таким образом, экономическая деятельность человека приводит к увеличению дозы облучения как отдельных людей, так и населения планеты в целом. При этом наибольшую опасность представляет внутреннее облучение. Примерно две трети эквивалентной дозы облучения, которое человек получает от естественных источников, поступают в организм с воздухом, пищей и водой. При авариях на радиационно опасных объектах, сопровождающихся выбросом радиоактивных веществ в атмосферу, также значительная часть радионуклидов попадает в организм. Это, как правило, целый комплекс радиоактивных веществ естественного и искусственного происхождения, которые концентрируются в различных органах и тканях. Например, изотопы йода накапливаются в щитовидной железе, в костях – избирательно изотопы свинца, стронция, радия. Изотопы цезия, имитируя калий, концентрируются внутриклеточно.

Радиоактивный йод попадает в организм в первые дни после аварии на радиационно опасных объектах в основном через органы дыхания, а в дальнейшем со свежим молоком от животных, пасущихся на загрязненных радиоактивными выбросами пастбищах. Стронций, подобно кальцию, может накапливаться в зеленых растениях, в частности, в злаковых, в зерне, и с хлебопродуктами поступать в организм. Через корм коров он попадает в их ткани. Поэтому молоко – второй после хлеба путь поступления стронция в организм человека. Наконец, стронций, выпавший на поверхность водоемов или смытый туда поверхностными стоками, легко поглощается одноклеточными водорослями (фитопланктон), затем по пищевой цепи накапливается рачками и другими мелкими животными (зоопланктон), а затем и рыбой. Концентрация стронция по мере продвижения по пищевой цепи возрастает, и в теле некоторых рыб она может быть в десятки тысяч раз выше, чем в воде. Таким образом, рыба, в особенности ее скелет, – третий распространенный пищевой канал поступления стронция в организм человека.



Стронций вслед за кальцием накапливается в костной ткани и фиксируется в ней. Наибольшее накопление возможно в растущем организме. Стронций, осевший (инкорпорированный) в костях, крайне трудно удаляется из организма. Радиоактивный цезий-147, подобно калию и в отличие от стронция, равномерно распределяется в тканях организма; наибольшая его концентрация наблюдается в мышцах.

Прежде чем попасть в организм человека, радиоактивные вещества проходят по сложным маршрутам в окружающей среде. При этом следует учитывать, что радиоактивные вещества, переходя из почвы в растения, далее в организм травоядных, а потом с мясом, молоком и молочными продуктами, поступая в организм человека, имеют тенденцию к все большей концентрации в каждом следующем звене пищевой цепочки. Дозы внутреннего облучения от поступающих радиоактивных изотопов в организм могут превышать в 30, иногда 70 раз внешнее облучение этими же изотопами. Поэтому важную роль приобретает своевременный контроль загрязненности продуктов радионуклидами, позволяющий оградить население от потребления вредных для здоровья продуктов питания.

## **2.Выполнение заданий по теме занятия**

### **Экспрессные методы определения радиоактивности**

Экспрессные методы определения радиоактивности в любых объектах позволяют измерять удельную активность пробы или поверхностное радиоактивное загрязнение непосредственно (экспрессно) без так называемого обогащения измеряемых проб, то есть без концентрирования радиоактивных веществ в материале пробы (выпаривания, озоления, прессования, химического обогащения и т. д.).

Отбор молока и молочных продуктов производят из небольших емкостей (бидон, фляга и др.). Отбирают после перемешивания, а из крупных (цистерна, чан) - с разной глубины емкости кружкой с удлиненной ручкой или специальным пробоотборником. Величина средней пробы составляет 0,2 - 1 л и зависит от величины всей партии продукции.

Отбор проб мяса, органов сельскохозяйственных животных и птицы выполняют на убойных пунктах колхозов, совхозов, мясокомбинатах, рынках, в личных хозяйствах, а также магазинах.

Пробы мяса (без жира) от туш или полутуш отбирают кусками по 30 - 50 г в области четвертого - пятого шейных позвонков, лопатки, бедра и толстых

частей спинных мышц. Общая масса пробы должна составлять 0,2 - 0,3 кг. Для специального лабораторного исследования отбирают также кости в количестве 0,3 - 0,5 кг (позвоночник и второе-третье ребро). Пробы внутренних органов животных отбирают в количествах: печень, почки, селезенка, легкие - 0,1 - 0,2 кг, щитовидная железа - весь орган. Птицу (цыплят) берут целыми тушками. Кур, индеек, уток, гусей - до 1/4 тушки. Количество проб определяется объемом и характером исследований.

Отбор проб рыбы производят на рыбокомбинатах, хладокомбинатах, рынках, в магазинах, а также при отлове - непосредственно в водоемах. Мелкие экземпляры рыб берут целыми тушками, крупные - только их среднюю часть. Исследованию подлежат все виды рыбы. Масса средней пробы составляет 0,3 - 0,5 кг. Количество проб определяется объемом и характером исследований.

Пробы яиц отбирают на птицефабриках, птицефермах совхозов, колхозов, на рынке, в магазинах и личных хозяйствах. Величина пробы – 2 - 3 яйца.

Отбор проб натурального меда производят на пасеках, в магазинах, на рынках, складах и базах хозяйств и потребкооперации.

Забор меда производят трубчатым алюминиевым пробоотборником (если мед жидкий) или щупом для масла (если мед плотный) из разных слоев продукции. Закристаллизованный мед отбирают коническим щупом, погружая его в мед под наклоном. При исследовании сотового меда из одной соторамки вырезают часть сота площадью 25 см<sup>2</sup>. Если сотовый мед кусковой, пробу берут в тех же объемах от каждой упаковки. После удаления восковых крышечек образцы меда помещают на сетчатый фильтр с диаметром ячеек не более 1 мм, вложенный в стакан, и ставят в духовку газовой плиты при температуре 40 - 45 °С. Масса средней пробы - 0,2 - 0,3 кг.

### **3.Контрольные вопросы**

1. Что называется излучением?
2. Какой вид излучения обладает наибольшей проникающей способностью?
3. Какие частицы наносят максимальный вред организму при внутреннем облучении?
4. Что называют периодом полураспада?
5. В каких единицах измеряется загрязненность продуктов питания радионуклидами?

## Практическое занятие №7

**Тема:** Количественное определение ртути в мясных продуктах

**Цель:** изучить методику определения ртути в мясных продуктах.

### План занятия

1. Теоретическая часть
2. Выполнение заданий по теме занятия
3. Контрольные вопросы

### 1. Теоретическая часть

**Ртуть** (*металлическая*) а также ее соли имеют широкое и разнообразное применение в производстве люминесцентных, кварцевых и радиоламп, при изготовлении контрольно-измерительных приборов, ртутных выпрямителей, ртутных насосов. Широко используется при электролитическом способе получения хлора, калибровании химической посуды, извлечении золота и серебра из руд и для многих других солей.

Из солей ртути особенно широкое применение имеет сулема, несколько меньшее – ртути нитрат, ртути сульфид, сулема, **ртуть** йодная и др. Широкое применение ртути и ее производных в промышленности и сельском хозяйстве делает возможным соприкосновение с ними довольно большого круга людей. Поэтому могут создаваться условия для отравления (профессиональные, медицинские, бытовые в связи с ошибочными приемами соединений ртути внутрь, при вдыхании паров ртути или ее препаратов, при передозировках и т. п.).

Характер и течение ртутных отравлений различны и зависят от способа введения ртути в организм. Пары ртути, попадая в организм через органы дыхания, поражают прежде всего, центральную нервную систему, в первую очередь кору головного мозга. Специфическое действие ртути обусловлено связыванием белковых сульфгидрильных групп, что приводит к нарушению клеточного дыхания и преципитации белков.

В случаях отравления солями ртути, принятыми per os, в основном поражаются желудочно-кишечный тракт и почки, а также печень и слюнные железы, т. е. органы, через которые **ртуть** выделяется. При отравлении солями ртути ощущаются металлический привкус во рту, жгучие боли в пищеводе и желудке, наблюдается рвота и кровавый понос. Смертельной дозой сулемы

или других растворимых солей ртути при введении в желудок считают 0,2 – 0,3 г. При внутривенном введении эта доза примерно в 2 раза меньше.

Продолжительность течения ртутной интоксикации различна. Смерть обычно наступает через 5-10 суток и позже. Из организма **ртуть** выводится с мочой, калом, а также железами: слюнными, потовыми, молочными и др. Выделение ртути протекает медленно. Через 2 недели после введения часть введенного количества ртути еще остается в организме.

Летальность при отравлениях препаратами ртути высокая. При отравлениях хлоридом окисной ртути она составляет 60 – 84%. В качестве противоядий при отравлениях ртутными препаратами применяют унитиол (2,3-димеркаптопролан-сульфонат натрия), и венгерский препарат дикаптол.

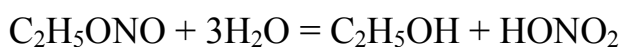
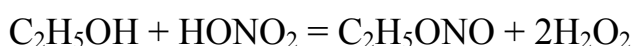
**Ртуть** откладывается в печени, почках, меньше в других органах и тканях. Она может быть обнаружена в человеческом организме и в норме.

## 2. Выполнение заданий по теме занятия

### Определение ртути

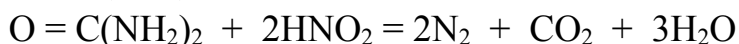
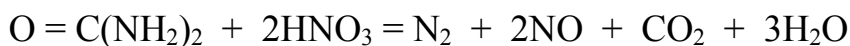
При изолировании ртути из биологического материала общими методами минерализации потери её за счёт улетучивания в условиях высоких температур могут достигать более 90 %. В связи с этим, проводят только частичное разрушение органических веществ, или так называемую деструкцию.

По 20 г средней пробы печени и почек отдельно (исследование смеси органов не допускается) помещают в две колбы ёмкостью 200 мл. В каждую колбу приливают 5 мл воды, 1 мл этанола, 10 мл кислоты азотной концентрированной.



К смеси добавляют по каплям 20 мл кислоты серной концентрированной с такой скоростью, чтобы постоянно поддерживать реакцию разложения кислоты азотной, но окислы азота не выделялись из колбы. Колбу оставляют при комнатной температуре на 5 – 10 мин до прекращения выделения окислов азота, затем нагревают на кипящей водяной бане в течение 10 мин.

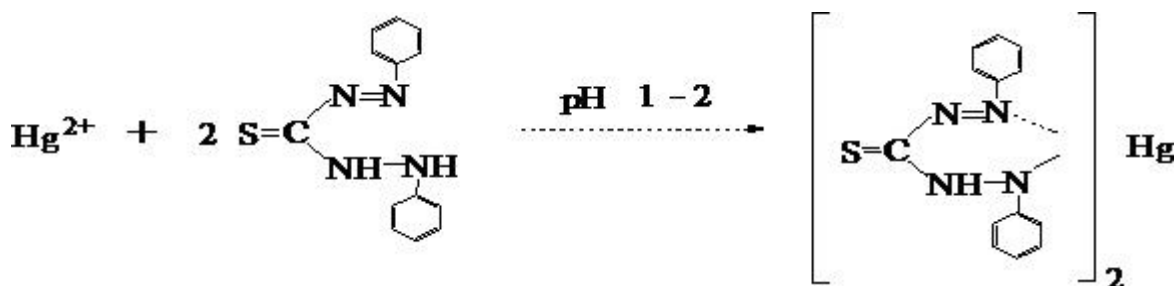
При бурном течении реакции в колбу добавляют 30 – 50 мл воды. Горячий деструктат смешивают с двойным объёмом горячей воды и, не охлаждая, фильтруют через двойной предварительно увлажнённый фильтр в колбу, содержащую 20 мл насыщенного раствора мочевины (для связывания окислителей).



Фильтр и остатки жира промывают 1 – 2 раза горячей водой. Промывные воды объединяют с деструктатом. После охлаждения жидкость разбавляют водой в мерной колбе на 200 мл и определяют ртуть.

Для обнаружения ртути в деструктате применяют реакции с дитизоном и с взвесью меди (I) йодида. Реакцию с дитизоном также применяют для фотокolorиметрического определения ртути, а реакцию со взвесью меди (I) йодида используют и для визуального нефелометрического определения ртути в деструктате.

Такое определение ртути ( $\lambda = 485 \text{ нм}$ ) по одноцветной окраске дитизоната ртути проводится после непосредственной экстракции его из деструктата четыреххлористым углеродом

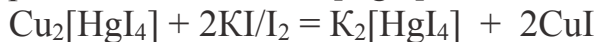


### Реакция меди (I) с йодидом

Выделение ртути из деструктата проводится с использованием йодида меди (I):



Для полного осаждения ртути вводят избыток CuI. Колориметрическое определение проводят после проведения ртути из осадка  $\text{Cu}_2[\text{HgI}_4]$  в растворимый комплекс  $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$



В присутствии ионов ртути взвесь окрасится в розовый или красный цвет.

### 3.Контрольные вопросы

1. Где используется ртуть и ее соединения?
2. В каких частях организма может накапливаться ртуть?
3. Чем опасны отравления ртутью?

## Практическое занятие №8

**Тема:** Определение токсических элементов в мясных продуктах.

**Цель:** Сформировать представление о токсических элементах, содержащихся в мясе и мясных продуктах.

### План занятия

1. Теоретическая часть
2. Выполнение заданий по теме занятия
3. Контрольные вопросы

### 1. Теоретическая часть

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

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

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

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

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

Основные пути загрязнения продуктов питания и продовольственного сырья:

- использование неразрешенных красителей, консервантов, антиокислителей или применение разрешенных в повышенных дозах;
- применение новых нетрадиционных технологий производства продуктов питания или отдельных пищевых веществ, в том числе полученных путем химического и микробиологического синтеза;

- загрязнение сельскохозяйственных культур и продуктов животноводства пестицидами, используемыми для борьбы с вредителями растений и в ветеринарной практике для профилактики заболеваний животных;
- нарушение гигиенических правил использования в растениеводстве удобрений, оросительных вод, твердых и жидких отходов промышленности и животноводства, коммунальных и других сточных вод, осадков очистных сооружений и др.;
- использование в животноводстве и птицеводстве неразрешенных кормовых добавок, консервантов, стимуляторов роста, профилактических и лечебных медикаментов или применение разрешенных добавок в повышенных дозах;
- миграция в продукты питания токсических веществ из пищевого оборудования, посуды, инвентаря, тары, упаковок вследствие использования неразрешенных полимерных, резиновых и металлических материалов;
- образование в пищевых продуктах эндогенных токсических соединений в процессе теплового воздействия (кипячения, жарения, облучения) и других способов технологической обработки;
- несоблюдение санитарных требований в технологии производства и хранения пищевых продуктов, что приводит к образованию бактериальных токсинов (микотоксинов, батулотоксинов и т. д.);
- поступление в продукты питания токсических веществ, в том числе радионуклидов, из окружающей среды — атмосферного воздуха, почвы, водоемов.

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

### Виды контаминантов (чужеродных веществ)

ЧУЖЕРОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА	
ХИМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ	БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ
<p><b>ТОКСИЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ:</b> свинец, кадмий, ртуть, мышьяк, цинк, медь, железо, олово, хром, никель</p> <p><b>ПЕСТИЦИДЫ:</b> хлорорганические, триазины, фосфорорганические, пиретроиды, тиокарбамиды, пиретроиды.</p>	<p><b>МИКОТОКСИНЫ:</b> альфатоксины В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>, Дезоксиниваленол (вомитоксин), Т-2 токсин, зеараленон, патулин, охратоксин А, стеригматоцистин.</p> <p><b>АНТИБИОТИКИ</b></p> <p><b>МИКРООРГАНИЗМЫ:</b> бактерии группы кишечной палочки (колиформы): E.coli, S.aureus, Bac.cereus, Proteus, клостридии,</p>

тиокарбаматы СОЕДИНЕНИЯ АЗОТА: нитраты, нитриты, нитрозамины, гистамин. Полиароматические углеводороды, бензапирен, полихлорированные бифенилы. Гормональные препараты Радионуклеиды	сальмонеллы, дрожжи и плесени. ВИРУСЫ ГЕЛЬМИНТЫ И ПРОСТЕЙШИЕ НАСЕКОМЫЕ-ВРЕДИТЕЛИ
--	---

Существует также проблема загрязнения продовольствия фузариотоксинами: дезоксиниваленолом и зеараленоном, которая обусловлена вспышками фузариоза зерна.

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

Группа пищевых продуктов	Загрязнители
Зерно и зернопродукты	Пестициды, микотоксины (афлатоксин В <sub>1</sub> , зеараленон, vomитоксин)
Мясо и мясопродукты	Токсичные элементы, антибиотики, нитрозамины, гормональные препараты, нитриты, полихлорированные дибензодиоксины и дибензофураны
Молоко и молокопродукты	Пестициды, токсичные элементы, антибиотики, афлатоксин М <sub>1</sub> , полихлорированные бифенилы, полихлорированные дибензодиоксины и дибензофураны
Овощи, фрукты и картофель	Пестициды, нитраты, патулин

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

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

Пища, являясь источником энергии, наряду с пластическими материалами, витаминами, минеральными веществами и микроэлементами может содержать значительное количество различных по химической структуре соеди-



нении, представляющих потенциальную опасность для здоровья человека. При этом вредное воздействие могут оказывать как вещества, являющиеся собственно компонентами продовольственного сырья, так и пищевые добавки и контаминанты.

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

Антропогенный путь предполагает контаминацию пищевых продуктов в первую очередь химическими соединениями, используемыми в хозяйственной деятельности человека. Общее загрязнение окружающей среды в результате работы промышленных предприятий металлургической, нефтехимической, целлюлозно-бумажной и других отраслей, применение в растениеводстве минеральных удобрений, пестицидов, гербицидов, а в животноводстве — гормонов, антибиотиков и ветеринарных препаратов приводит к накоплению указанных веществ в продуктах питания.

Естественный путь контаминации заключается в бактериальной обсемененности и поражении пищевых продуктов плесневыми грибами, что, в свою очередь, может приводить к образованию различных токсинов, а также к аккумуляции в тканях животных различных чужеродных веществ при употреблении контаминированных кормов.

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

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

В большинстве продуктов питания металлы невозможно определить, не разрушая органическую матрицу вещества. Удаление органических соединений из продуктов называют минерализацией образца и проводят с использованием различных методов окисления. Существует три основных способа подго-

товки образцов пищевых продуктов к определению токсичных элементов: сухая минерализация, мокрая минерализация и кислотная экстракция.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Однако даже в высокотемпературном пламени возбуждается лишь небольшая доля атомов. Невозбужденные атомы можно заставить поглощать излучение от наружного источника с собственной резонансной длиной волны, т. е. с длиной волны, которую анализируемые атомы излучают при возбуждении. Часть этого излучения поглощается атомами исследуемого элемента, причем величина поглощения пропорциональна концентрации определяемо-

го элемента в растворе. Это явление лежит в основе метода *атомно-абсорбционной спектрометрии*.

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

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

**Спектрофотометрия** находит широкое применение для анализа токсичных элементов, особенно в лабораториях, где не требуется проводить большое количество анализов по определению металлов, а затраты на приобретение атомно-абсорбционного спектрометра считаются неоправданными. Пре-

имущества спектрофотометрических методов - простота, дешевизна, как правило, высокая чувствительность. К недостаткам следует отнести невысокую селективность определения в ряде случаев.

## **2. Выполнение заданий по теме занятия**

**Задание 1.** В чем сущность, преимущества и недостатки способа сухой минерализации.

**Задание 2.** В чем сущность, преимущества и недостатки полярографических методов определения токсичных элементов.

**Задание 3.** В чем сущность, преимущества и недостатки спектрофотометрии.

## **3. Контрольные вопросы**

1. Какие вещества относятся к токсическим?
2. Какие вещества называют контаминантами?
3. Как может произойти загрязнение продовольственных продуктов токсическими металлами и соединениями?

## **Практическое занятие №9**

**Тема:** Анализ содержание нитритов в продуктах убоя животных.

**Цель:** определить содержание нитрита натрия в колбасных изделиях и свинокопченостях с использованием метода Грисса.

### **План занятия**

1. Теоретическая часть
2. Выполнение заданий по теме занятия
3. Контрольные вопросы

### **1. Теоретическая часть**

Качество продукции определяют как совокупность свойств, обуславливающих ее способность удовлетворять определенные потребности в соответствии с назначением. Мясо и мясопродукты относятся к категории наиболее ценных продуктов питания. Входящие в состав мяса компоненты служат исходным материалом для построения тканей, биосинтеза необходимых систем, регулирующих жизнедеятельность организма, а также для покрытия энергетических затрат. Понятие качества мяса и мясопродуктов, с учетом сложности и многовариантности их состава, специфики свойств, определяет-

ся комплексом показателей. Основными при оценке уровня качества являются показатели назначения, с помощью которых должна быть обеспечена достаточно полная информация о биологической ценности продукта, органолептических показателях, гигиенических и токсикологических характеристиках, а также о стабильности свойств. Гигиенические и токсикологические показатели определяют степень безвредности продукта, т. е. отсутствие патогенных микроорганизмов и непревышение предельно допустимой концентрации токсичных элементов (ртути, свинца, кадмия, мышьяка, цинка, меди, олова), пестицидов, нитритов, нитрозаминов (НДМА, НДЭА), а также микотоксинов (афлотоксина В), антибиотиков (тетрациклиновой группы, гризина, цинкбацитрацина), гормональных препаратов (диэтилстильбэстрола, эстрадиона 17, тестостерона) и радионуклидов. Это связано с загрязнением окружающей среды, возможностью накопления в организме животных потенциально опасных веществ, вероятностью образования вредных для здоровья человека компонентов в ходе технологической обработки продукта. При определении безопасности продуктов руководствуются следующими показателями:

- предельно допустимая концентрация чужеродных веществ в продуктах питания ПДК (мг/кг);
- допустимая суточная доза ДСД (мг/кг массы тела);
- допустимое суточное потребление ДСП (мг/сутки) – величина, рассчитываемая как произведение ДСД на среднюю величину массы тела (60 кг). Качество и безопасность продукции гарантируется сертификатом. Сертификат – документ, подтверждающий соответствие продукции требованиям стандартов или другим нормативным документам. Применение нитрита натрия (Е250) в технологии производства мясопродуктов определяется его комплексным воздействием на качество готовых изделий. Нитрит натрия способствует образованию окраски, участвует в формировании вкуса и аромата мяса, подавляет жизнедеятельность микроорганизмов, развитие окислительных процессов. Учитывая токсические свойства нитрита и возможность его участия в образовании нитрозоаминов, содержание нитрита натрия в продуктах строго регламентируется: ДСП организмом человека не должно превышать 0,2 мг; в сырокопченых колбасных изделиях допускается содержание нитрита натрия не более 0,003 %, в вареных, полукопченых и варенокопченых колбасах – не более 0,005 %; в колбасных изделиях, предназначенных для детского и диетического питания, содержание нитрита натрия

должно составлять 0,0015 %. Нитрит натрия применяется в качестве добавки при посоле мяса и мясных продуктов для сохранения красного цвета. При посоле красный мясной краситель миоглобин, превращающийся при кипячении в серо-коричневый метмиоглобин, реагирует с нитритом, образуя красный нитрозомиоглобин. Это соединение, придающее мясным изделиям типичный красный цвет соленого мяса, не изменяется при кипячении и более устойчиво, чем миоглобин, к воздействию кислорода воздуха. Наиболее оптимальное значение рН для образования нитрозомиоглобина 5,2...6,6. Интенсивность и устойчивость розовой окраски колбасных изделий являются одним из основных показателей качества колбас. Наряду со стабилизацией окраски нитриты совместно с поваренной солью оказывают консервирующее действие. Они применяются в виде посолочных смесей, состоящих из поваренной соли и нитрита натрия в количестве 7,5 г на 100 кг сырья. Нитрит натрия рекомендуется применять как средство, предупреждающее развитие *Cl. botulinum*.

## **2.Выполнение заданий.**

### **Определение содержания нитрита натрия в колбасных изделиях и свинокопченостях с использованием метода Грисса**

Реактив Грисса в присутствии нитритов вызывает появление краснорозового окрашивания раствора, интенсивность (оптическую плотность) которого определяют фотоколориметрически. Окрашивание раствора происходит в результате образования азокраски. Реакция идет в две стадии: сначала происходит реакция диазотирования сульфаниловой кислоты нитритом в присутствии уксусной кислоты, а затем – взаимодействие образовавшегося продукта с  $\alpha$ -нафтиламином. Последняя реакция идет медленно, и появление окраски развивается во времени

Работа выполняется фронтальным методом двумя группами студентов по 4...5 человек. Задания различаются видом мясных продуктов: I группа – вареная колбаса; II группа – сырокопченый продукт (свинина, говядина, баранина, сырокопченые колбасы).

Приготовление реактива Грисса. Смешать растворы 1 и 2 в соотношении 1:1.

**I группа.** Подготовка вытяжки из вареной колбасы. В стаканчик на 100 мл взять навеску измельченной пробы продукта массой 20 г с точностью до 0,01 г; добавить 35...40 мл дистиллированной воды, нагретой до температуры  $55(\pm 2)$  °С, и настаивать в течение 10 мин при периодическом перемешивании стеклянной палочкой. Содержимое стакана отфильтровать через смо-

ченный водой слой ваты в мерную колбу емкостью 200 мл. К оставшейся в стакане пробе добавить подогретую воду, перенести пробу на фильтр и снова промыть водой. Содержимое колбы охладить до комнатной температуры, довести до метки дистиллированной водой и перемешать.

**II группа.** Подготовка вытяжки из сырокопченых продуктов. В стаканчик на 250 мл взять навеску измельченной пробы продукта массой 20 г с точностью до 0,01 г; добавить 200 мл дистиллированной воды, нагретой до температуры  $55 (\pm 2) ^\circ\text{C}$ , и настаивать в течение 30 мин при периодическом перемешивании стеклянной палочкой. Содержимое стакана отфильтровать через фильтр в мерную колбу емкостью 200 мл, не перенося осадка на фильтр. Содержимое колбы охладить до комнатной температуры, перемешать. 20 мл полученной вытяжки перенести в мерную колбу емкостью 100 мл, добавить 10 мл 0,1 н раствора NaOH и 40 мл 0,45 %-го раствора ZnSO<sub>4</sub> для осаждения белков. Содержимое колбы нагреть на кипящей водяной бане в течение 7 мин, охладить, довести до метки дистиллированной водой, перемешать и отфильтровать в чистую сухую колбу. Анализ полученного фильтрата проводить в 3-кратной повторности. 5 мл фильтрата перенести в коническую колбу емкостью 100 мл, добавить 1 мл 5 %-го раствора аммиака, 2 мл 0,1 н раствора соляной кислоты и для усиления окраски – 5 мл раствора сравнения, содержащего 1 мкг нитрита натрия в 1 мл. Затем внести 15 мл реактива Грисса и через 15 мин измерить оптическую плотность раствора на ФЭКе с зеленым светофильтром ( $\lambda = 520 \text{ нм}$ ) в кювете толщиной слоя 20 мм по отношению к раствору сравнения. Параллельно проводят контрольный анализ на реактивы, помещая в мерную колбу вместимостью 100 мл вместо 20 мл вытяжки 20 мл дистиллированной воды. Все результаты заносятся в таблицу.

#### Содержание нитритов в мясных продуктах

Сырьё	Номер пробы	Показания ФЭК, D	Содержание нитрита		X
			По калиб- графу	В про- дукте	
Колбаса вареная	1				
	2				
Свинокопчености	1				
	2				



По полученным значениям оптической плотности с помощью калибровочного графика (см. Приложение) найти концентрацию нитрита натрия в 1 мл окрашенного раствора. Массовая доля нитрита натрия в продукте вычисляется по формуле

где  $X$  – массовая доля нитрита натрия в продукте, %;

$M1$  – массовая концентрация нитрита натрия, найденная по калибровочному графику, мкг/мл;

$g$  – навеска продукта, г;

30 – объем приготовленного окрашенного раствора, мл;

200 – объем вытяжки продукта, мл;

100 – разведение вытяжки, мл;

20 – объем вытяжки, взятой для осаждения белков, мл;

5 – объем фильтрата для приготовления окрашенного раствора, мл;

106 – коэффициент перевода в г; 100 – перевод в %.

### **3.Контрольные вопросы**

1. Какие показатели используют для определения безопасности продукта?
2. Чем опасно превышение ПДК нитратов и нитритов в продуктах питания?
3. Для чего используется нитрит натрия при изготовлении мясных продуктов?

## **Восьмой семестр**

### **Практическое занятие №1**

**Тема:** Определение качества молока.

**Цель:** изучить органолептические и физико-химические показатели, характеризующие качество молока.

#### **План занятия**

1. Теоретическая часть
2. Выполнение заданий по теме занятия
3. Контрольные вопросы

#### **1. Теоретическая часть**

Поскольку молоко можно рассматривать, как единую физико-химическую систему, то и свойства ее обуславливаются свойствами отдельных компонентов. Даже небольшие изменения в их количественном соотношении и состоянии влекут за собой изменения физико-химических свойств всей системы. Каждая из составных частей молока оказывает определенное влияние на совокупность его физико-химических свойств. Так, от массового содержания белков во многом зависят кислотность и вязкость молока. Минеральные вещества в его составе ощутимо влияют на кислотность и электропроводность. Основными физико-химическими показателями в требованиях к качеству молока являются:

**Массовые доли жиров и белков.** Наиболее ценным считается молоко с повышенными массовыми долями белков, жиров и сухих веществ. Оно позволяет ощутимо улучшить качество производимых молочных продуктов, уменьшив при этом расход сырья. Значения массовых долей этих компонентов должны соответствовать требованиям к качеству молока по ГОСТу. Согласно этому нормативному документу минимальные значения массовых долей жиров и белков должны быть 3,4 % и 3,0 % соответственно.

**Кислотность.** Она выражается в значениях титруемой и активной кислотности. Первая определяется в градусах Тернера (Т), то есть в количестве миллилитров 0,1 н раствора NaOH, расходуемого на нейтрализацию 100 мл разбавленного вдвое молока. Титруемая кислотность обусловлена наличием в свеженароденном молоке солей лимонной и фосфорной кислот, казеина и сывороточных белков, а также растворенного диоксида углерода. Значение

титруемой кислотности должно соответствовать интервалу 14-16 Т. В процессе хранения сырого молока его общая кислотность повышается, а это приводит нежелательным изменениям свойств (например, меняется устойчивость белков к нагреванию). Таким образом, титруемая кислотность важна для оценки молока-сырья. Активная же кислотность (рН) является показателем, характеризующим активность ионов  $H^+$ . Основными источниками катионов водорода молочных продуктах и сырье являются разнообразные кислые компоненты, находящиеся в диссоциированном виде. Значение активной кислотности свеженеодоенного молока должно равняться 6,6-6,7.

**Плотность молока.** Она определяется ареометром и характеризует массу молока при 20 °С, заключенную в единице объема. Этот параметр зависит от температуры, а также процентного содержания в молоке жира, белков, молочного сахара и соли. Плотность следует измерять через 2 часа после окончания дойки, когда произойдет стабилизация структуры молока, связанная с затвердеванием жира, удалением некоторой части воздуха и т. п. Плотность молока позволяет оценить его натуральность. Так, например, разбавление его водой приводит к снижению плотности, а обезжиренным молоком, напротив, к повышению.

**Температура замерзания.** Этот параметр является наиболее важным в определении натуральности молока, поскольку он зависит от осмотического давления, а точнее от концентрации растворенных в нем лактозы и солей. Требования к качеству молока по данному параметру в соответствии с ГОСТ ТР 52054-2003 следующие: температура замерзания не должна превышать минус 0,52 °С.

### **Органолептические показатели**

Молоко оценивают по следующим показателям из данной группы: внешний вид и консистенция, цвет, вкус и запах. По своему внешнему виду молоко должно иметь однородную структуру, не включать осадка или хлопьев. Цвет его допускается от белого до светло-желтого.

Молоко имеет специфический запах и соответствующий вкус, обусловленные наличием углеводов (сахаров), липидов, белков и солей. Сладость лактозы в 6 раз меньше, чем у сахарозы, поэтому требование к качеству свежего молока - еле ощутимый сладкий привкус.

Липиды обеспечивают молоку нежный вкус, а вот белки и соли практически не влияют на вкус свежего молока. Однако стоит отметить, что в стародой-

ном молоке содержится несколько больше солей, а это значит и вкус его немного солоноватый.

Очевидно, что если в молоке-сырье имеются какие-либо пороки по органолептическим показателям, то и в готовом продукте они тоже проявятся, а это повлечет снижение его качества. Правильно выполненный контроль вкуса, цвета и запаха в соответствии с требованиями к качеству молока имеет важнейшее практическое значение.

Визуальный осмотр ёмкости с молоком, нет ли в молоке посторонних частиц (волос, мелкой пыли на поверхности или осадка на дне). Вместе с механическими частицами в молоко попадают микроорганизмы. Большое количество механических примесей в молоке свидетельствует об антисанитарных условиях получения, хранения или транспортировки молока.

Коровье молоко должно быть однородной консистенции, белого или слабо-желтого цвета со свойственным молоку запахом и привкусом. Овечье молоко должно иметь белый цвет, густую консистенцию, приятный специфический вкус и запах. Козье молоко стоит очень близко к коровьему молоку. Разрешается продажа молока со слабым козьим запахом.

Далее можно попробовать молоко на вкус. Молоко не должно «пахнуть коровой». Многие люди считают, что это признак деревенского молока, тогда как это может быть признаком плохо обработанного вымени или доильного аппарата. Если в молоко попадают кишечные бактерии из навоза, они дают молоку такой ярко выраженный запах. Молоко очень быстро впитывает запахи – если молоко стояло в открытом ведре рядом с курами, гусями или рядом кто-то курил – это тоже даст запах, который говорит о том, что в молоко могло попасть все что угодно. Нормальное молоко должно иметь чуть ощутимый сладковатый запах.

**Важно!** Молоко должно быть холодным (около 6°C). Если вас уверяют, что молоко «тепленькое, только из-под коровки», то купить «тепленькое» молоко практически невозможно – оно остается таким на протяжении 20-30 минут с момента дойки. А как известно утренняя дойка совершается в 4-5 утра (такое возможно, если вы купили молоко часов в 7-8 утра, но не позже), а если оно теплое и там уже отстоялись сливки, то оно никак не утреннее. Поэтому такого молока просто не может быть в продаже на рынке. Где и как нагрелось это молоко у продавца – сказать сложно. Возможно, при транспортировке на солнышке постояло, возможно, молоко не охлаждали после дойки, и оно

нагрелось, потому что на улице жарко – в любом случае, даже если на пробу такое молоко вам кажется хорошим, у него уже повышена кислотность, и когда вы попробуете из него что-либо приготовить, оно просто свернется.

### **Технологические показатели**

Главными технологическими показателями качества молока можно назвать термоустойчивость и сычужную свертываемость. Под термоустойчивостью понимают способность молока сохранять исходные коллоидно-дисперсные свойства содержащихся в нем белков при повышенных температурах (115-140 °С). Обычно молоко устойчиво при температуре пастеризации или нагревании порядка 100 °С на протяжении десятков минут. Однако, уже при 130 °С продолжительность его нагревания до коагуляции белков и их осаждения в различных образцах может колебаться от 2 до 60 минут. Данное требование к качеству молока особенно важно для производства стерилизованного молока, продуктов детского питания, а также молочных консервов.

Под сычужной свертываемостью понимают способность белков молока коагулировать от действия сычужного фермента, что приводит к образованию довольно плотного сгустка. Для стандартных условий продолжительность свертывания должна быть равна не менее 10-15 мин. Если этот временной отрезок слишком большой, молоко именуют сычужно-вялым. Этот показатель наиболее важен в производстве сыров.

### **Санитарно-гигиенические показатели**

Известно, что молоко - это одна из биологических жидкостей, а значит, необходимо учитывать, что важное значение имеет уровень гигиены в процессе его получения, влияющей на наличие механических примесей и бактерий. Механическую загрязненность определяют фильтрованием молока с последующим сравнением осадка с эталоном. Далее проводят установление группы чистоты.

Общую бактериальную обсемененность, учитывающую наличие в пробе молока всех имеющихся видов микроорганизмов, определяют методом посева на твердую среду с подсчетом КМАФАнМ ровно через 72 часа. От количества бактерий, содержащихся в молоке-сырье, зависят не только вкусовые свойства, но и физико-химические параметры. Поскольку в молоке могут содержаться не только полезные бактерии, но и приносящие вред организму, важно также качественно определение их состава.

Поскольку одним из распространенных заболеваний у коров является мастит, определение числа соматических клеток также немаловажно. С повы-

пением лейкоцитов происходит ухудшение физико-химических характеристик, органолептических и технологических свойств. В молоке здоровых коров число соматических клеток не превышает 500 тыс/см<sup>3</sup>. Данное требование к качеству молока чрезвычайно важно, поскольку в молоке больных маститом животных повышается патогенная микрофлора (стафилококки, стрептококки, кишечная палочка, псевдомонады).

## **2.Выполнение заданий**

### **Определение титруемой кислотности молока**

Титруемая кислотность молока определяется в соответствии с требованиями ГОСТ 3624-98.

Сущность метода состоит в титровании кислых солей, белков, углекислого газа и других компонентов молока раствором щелочи в присутствии фенолфталеина.

Кислотность молока выражают в градусах Тернера (°Т). Под градусом Тернера понимают количество мл 0,1н раствора едкого натра, необходимого для нейтрализации 100 мл молока.

#### **Ход анализа**

В коническую колбу на 200 мл отмеряют 10 мл молока, прибавляют из бюретки 20 мл дистиллированной воды и 3 капли фенолфталеина. Смесь тщательно перемешивают и титруют раствором 0,1н едкого натра до появления слабо-розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин.

Контрольный эталон: в колбу на 200 мл отмеривают 10 мл молока, 20 мл воды и 1 мл 2,5 %-ного раствора сернокислого кобальта.

В продажу на рынке допускается коровье молоко с кислотностью 16-20°Т. Овечье молоко должно иметь кислотность не более 24°Т. Козье молоко должно иметь кислотность не более 15°Т.

### **Определение активной кислотности молока**

Активная кислотность молока определяется количеством грамм-ионов водорода, находящихся в 1 л данного раствора выражается водородным показателем рН понимают отрицательный десятичный логарифм активности ионов водорода в продукте. рН свежего молока может составлять 6,5-6,7. В основу активной кислотности молока положен принцип измерения рН продукта с помощью электродной системы со стеклянным электродом, работающим в комплекте с высокоомным преобразователем. Для измерения величины рН используется электродная система со стеклянным вспомогательным

электродом.

Стеклянный электрод представляет собой фигурную трубку с напаянным на конец полым шариком из литиевого электродного стекла. При погружении электрода в раствор, между поверхностью шарика электрода и раствором происходит обмен ионами, в результате которого ионы лития в поверхностных слоях стекла замещаются ионами водорода, и стеклянный электрод приобретает свойства водородного. Между поверхностью стекла и исследуемым раствором возникает разность потенциалов, величина которой определяется активностью ионов водорода в растворе и его температурой.

#### **Ход анализа**

В стаканчик наливают 40мл молока и в него погружают электроды прибора, через 10-15 с производят отсчет показаний по шкале прибора.

#### **Определение плотности молока**

Плотность молока определяют в соответствии с требованиями ГОСТ 3625-84. Плотность-это масса продукта при 20°C заключенное в единице его объема г/см<sup>3</sup>. Плотность нормального коровьего молока колеблется в пределах 1,027-1,032 г/см<sup>3</sup>. Например, если плотность молока 1,0295 г/см<sup>3</sup>, то в градусах лактоденсиметра (ареометр) это составляет 29,50 А.

#### **Ход определения**

Плотность коровьего молока определяют при 20°C. Пробу в количестве 0,25 или 0,5 л перед определением плотности тщательно размешивают осторожно, не допуская вспенивания, вводят по стенке в сухой цилиндр, который держат в слегка наклоненном положении. Сухой и чистый лактоденсиметр медленно погружают в молоко и оставляют в нем свободно плавающим так, чтобы он не касался стенок. Цилиндр должен стоять на ровной горизонтальной поверхности в таком положении к источнику света, которое дает возможность отчетливо видеть шкалу плотности температуры. Отсчет показаний плотности и температуры производят через 1 мин., после установления лактоденсиметра неподвижным. Отсчет плотности производят с точностью до 0,0005 г/см<sup>3</sup>, т.е. до половины деления лактоденсиметра типа А и целого деления лактоденсиметра типа В. Отсчет температуры производят с точностью до 0,5°C.

Расхождение между повторными определениями плотности молока в одной и той же пробе должны быть не более 0,0005 г/см<sup>3</sup>. При отклонении температуры молока от 20°C вносят поправку: на каждый градус выше 20 прибавля-

ют 0,0002 единицы плотности или вычитают 0,0002 при температуре ниже 20°C.

В продажу на рынке допускается коровье молоко с плотностью 1,027-1,033

Овечье молоко должно иметь плотность 1,034-1,038

Козье молоко должно иметь плотность 1,027-1,038

### **Определение степени чистоты молока**

Определение чистоты молока осуществляют в соответствии с требованиями ГОСТ 8218-89.

Метод основан на определении наличия механических примесей путем фильтрования определенного объема молока и сравнения загрязненности фильтра с эталоном для установления группы чистоты молока.

#### **Ход анализа**

В донное отверстие конусного сосуда прибора вкладывают фильтровальный кружок, металлическую сетку и закрепляют их накладкой гайкой. Мерной кружкой отмеривают 250 мл хорошо перемешанного молока (для ускорения фильтрования его рекомендуется подогреть до температуры 35-40°C) и вливают в сосуд прибора. По окончании фильтрования фильтр помещают на лист бумаги, лучше пергаментной, и просушивают на воздухе, предохраняя от попадания пыли. Затем сравнивают фильтр с эталоном в зависимости от количества механических примесей на фильтре, молоко делят на три группы:

- 1 группа – на фильтре отсутствуют частицы механической примеси.
- 2 группа – на фильтре имеются отдельные частицы.
- 3 группа – на фильтре заметный осадок мелких и крупных частиц.

К продаже на рынках допускается молоко коровье, козье, овечье по чистоте не ниже II группы.

### **Определение бактериальной обсемененности молока**

Определение бактериальной обсемененности молока производится с требованиями ГОСТ 9225-84 по редуктазной пробе. Эта проба является косвенным показателем бактериальной обсемененности сырого молока. Редуктаза фермент, выделяемый микроорганизмами. Метод основан на способности редуктазы обесцвечивать или восстанавливать индикатор (метиленовый синий или резазурин).

#### **Ход анализа**

Пробы для микробиологического исследования отбирают стерильно. Пробоотборник перед каждым анализом стерилизуют в автоклаве или протирают спиртом-ректификатом. Допускается обработка пропариванием или хлориро-



ванием. Исследование молока производят немедленно или не позднее 4 ч с момента отбора пробы. Если молоко исследуют не сразу, то его хранят при температуре не выше 6 °С. Всю новую посуду, предназначенную для бактериологических работ, кипятят в подкисленной воде (1-2 %-ный раствор соляной кислоты) в течение 15 минут.

Чисто вымытые пробирки, пипетки, колбы, пробки завертывают в бумагу или вкладывают в специальные футляры и выдерживают в автоклаве при избыточном давлении в течении 20 мин. с последующим подсушиванием. При отсутствии аппаратуры для стерилизации посуду и пробки непосредственно перед анализом кипятят в дистиллированной воде в течение 30 мин. и хлорируют с последующим споласкиванием питьевой водой, пипетки споласкивают кипятком.

Проба на редуктазу с метиленовым синим. В стерильные пробирки наливают по 1 мл рабочего раствора метиленового синего и по 20 мл исследуемого молока, закрывают пробками и смешивают путем медленного трехкратного переворачивания пробирок. Затем пробирки помещают в редуктазник или водяную баню с терморегулятором (температура воды 38°C). Уровень воды в редуктазнике (водяной бане) после погружения пробирок с молоком должен доходить до уровня жидкости в пробирке или быть немного выше его. Время погружения пробирок в редуктазник считают началом анализа. За изменением окраски наблюдают через 20 мин, через 2 часа и через 5 ч 30 мин после начала анализа. Время обесцвечивания молока считают окончанием анализа. При этом остающийся небольшой кольцеобразный окрашенный слой вверху (примерно около 1 см) или небольшая окрашенная часть внизу пробирки в расчет не принимается. Появление окрашивания молока в этих пробирках при встряхивании не учитывается. Чем больше в молоке содержится микроорганизмов, тем быстрее обесцвечивается проба.

### **3.Контрольные вопросы**

1. Какие органолептические показатели используют для определения качества молока?
2. Какие физико-химические показатели можно использовать для определения качества молока?

3. Для чего используют санитарно – гигиенические показатели качества молока?

## **Практическое занятие №2**

**Тема:** Определение качества мороженой рыбы.

**Цель:** охарактеризовать качество мороженой рыбы по органолептическим показателям, определению продуктов распада белка и изменению жировой фракции мяса рыбы.

### **План занятия**

1. Теоретическая часть
2. Выполнение заданий по теме занятия
3. Контрольные вопросы

### **1. Теоретическая часть**

Мороженая рыба – продукт, предназначенный для длительного хранения. Но для того чтобы мороженая рыба сохраняла хорошее качество, необходимо поддерживать соответствующие условия хранения. В противном случае рыба подвергается быстрой порче и становится неприемлемой для использования в качестве продукта питания. Однако даже при хранении при температуре  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  и ниже в рыбе протекают процессы, вызывающие физические, химические и биохимические изменения в ее тканях. К физическим процессам относятся усушка рыбы; перекристаллизация льда, вследствие которой изменяется структура тканей; изменение цвета наружной поверхности и мяса. Помимо физических изменений в мороженой рыбе при хранении протекают биохимические процессы, приводящие к гидролизу и окислению липидов, гидролизу и денатурации белков. Глубина и направленность этих изменений зависят от химического состава и свойств мороженой рыбы. Так, для рыбы с высоким содержанием липидов более характерны изменения в результате гидролизных и окислительных процессов в липидах, для тощей рыбы – гидролизные и денатурационные изменения в белковой системе. Химические изменения обусловлены окислительными процессами. В основе биохимических изменений лежит деятельность ферментов. Замораживание не полностью тормозит ферментативную активность. Наиболее чувствительна к низким температурам группа протеолитических ферментов (при температуре  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  они прекращают катализировать биохимические реакции), а группа ли-

политических ферментов (липаза, липоксидаза, фосфолипаза и др.) – при температуре ниже  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Замораживание резко замедляет бактериологические процессы в тканях рыбы, поскольку у большинства микроорганизмов, представляющих интерес для холодильной обработки гидробионтов, температурный оптимум жизнедеятельности находится в пределах  $20\text{--}40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а температурный минимум колеблется от  $10$  до  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Однако необходимо иметь в виду, что развитие микроорганизмов при температуре ниже  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  возможно, и биохимические процессы, как бы они ни были медленны, могут привести к снижению качества продукта и в конечном счете к порче. Так, при длительном хранении замороженного продукта при температуре  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$  могут развиваться плесневые грибы, в результате чего на поверхности продукта появляются белые, серые или черные пятна, в толще накапливаются продукты обмена плесеней и появляется затхлый запах. Таким образом, важным условием сохранения качества мороженого сырья является обязательное соблюдение принципа непрерывности холодильной цепи, т.е. предотвращение отепления продукта при хранении. Рыба – один из важнейших источников белка для человека. По содержанию белка в мясе рыб их разделяют на четыре группы:

- 1) низкобелковые – до  $10\%$ ;
- 2) среднебелковые –  $10\text{--}15\%$ ;
- 3) белковые –  $15\text{--}20\%$ ;
- 4) высокобелковые – более  $20\%$ .

Белки рыб в зависимости от их способности растворяться в определенных условиях делят на четыре фракции:

- 1) водорастворимую, представленную главным образом белками саркоплазмы (миоген, миоглобин, глобулин X, миоальбумины, нуклеопротеиды), на долю которой приходится до  $25\text{--}30\%$  от общего содержания белков;
- 2) солерастворимую, представленную белками миофибрилл (миозин, актин, актомиозин, тропомиозин, нуклеотропомиозин) – до  $60\%$ ;
- 3) солерастворимую (щелочерастворимую), состоящую из белков, находящихся в особом состоянии и денатурированных, перешедших в нерастворимое состояние из первых двух фракций, – до  $25\%$ ;
- 4) строму – соединительнотканые белки, или белки сарколеммы: коллаген, эластин, ретикулин – до  $3\%$ .

При замораживании и последующем холодильном хранении соотношение белков меняется: уменьшается содержание растворимых миофибриллярных

и саркоплазматических белков и увеличивается количество денатурированных. Мышечная ткань мороженой рыбы содержит в равных долях миофибриллярные и саркоплазматические белки или первые превалируют над вторыми.

Помимо белкового азота в рыбе находятся и небелковые азотистые вещества, растворенные в клеточной плазме и межклеточной жидкости и легко извлекаемые водой, что принимается во внимание при переработке и консервировании рыбы. Эти вещества называют экстрагируемыми веществами. Концентрация их в мясе рыбы невелика (1,5–2,2 %), однако их роль очень значительна при формировании специфического вкуса и запаха рыбы. По сравнению с белками экстрагируемые вещества легче поддаются действию микроорганизмов, и принято считать, что от их количественного и качественного состава зависит скорость порчи рыбы. Среди этой группы наиболее важными являются азотистые основания (летучие: аммиак, моно-, ди- и триметиламин; и нелетучие: триметиламин-оксид, бетаин, холин), аминокислоты, кислые амиды, производные гуанидина, имидазола и пурина. При длительном хранении мороженой рыбы белки под действием ферментов подвергаются гидролитическому расщеплению, а образовавшиеся и имеющиеся в свободном состоянии аминокислоты – дальнейшему разложению путем гидролиза, окисления, декарбоксилирования и дезамминирования. В результате образуются оксикислоты, летучие жирные кислоты, моно-, диамины, аммиак, сероводород и другие соединения, которые влияют на запах и вкус, при этом изменяются цвет и консистенция продукта. Таким образом, в мороженой рыбе постепенно накапливаются продукты распада белка, что служит признаком ее порчи. Глубокий распад белков, приводящий к порче продукта, определяют по содержанию азота летучих оснований и качественными реакциями на присутствие аммиака и сероводорода. Липидами (от греч. *lipos* – жир) называют сложную смесь органических соединений с близкими физико-химическими свойствами. Липиды делят на две большие группы – простые и сложные липиды. Наиболее важная и распространенная группа простых нейтральных липидов – ацилглицериды – сложные эфиры глицерина и высокомолекулярных жирных кислот. По своему составу природные липиды весьма неоднородны. Они состоят из смеси ацилглицеридов различных предельных и непредельных жирных кислот. Кроме того, в их состав входят также моно- и диглицериды, свободные жирные кислоты, пигменты, жирорастворимые витамины, некоторая примесь белковых веществ.

Нейтральным жирам (ацилглицеридам) обычно сопутствуют липоиды (фосфатиды, стерины, стериды и т.д.).

В состав ацилглицеридов входят многочисленные предельные (насыщенные) и непредельные (ненасыщенные) жирные кислоты. Среди предельных кислот чаще встречаются: стеариновая  $C_{17}H_{35}COOH$  и пальмитиновая  $C_{15}H_{31}COOH$ . Из непредельных жирных кислот основная роль принадлежит олеиновой  $C_{17}H_{33}COOH$ , линолевой  $C_{17}H_{31}COOH$  и линоленовой  $C_{17}H_{29}COOH$  кислотам, большое физиологическое значение имеет также арахидоновая кислота  $C_{19}H_{31}COOH$ . Непредельные жирные кислоты характеризуются наличием двойных связей: в молекуле олеиновой кислоты содержится одна двойная связь, в молекуле линолевой – две, линоленовой – три, арахидоновой – четыре. Благодаря наличию двойных связей непредельные кислоты отличаются высокой реакционной способностью. Линолевая, линоленовая и арахидоновая (так называемые полиненасыщенные) кислоты не синтезируются в организме человека и должны поступать с пищей. Недостаток этих кислот в пище вызывает серьезные нарушения обмена веществ, которые исчезают при потреблении продуктов, в состав которых входят непредельные жирные кислоты. Поэтому указанные соединения относят к веществам, обладающим витаминным действием (витамин F). Жиры животного происхождения – преимущественно твердые, так как состоят в основном из глицеридов предельных жирных кислот. Жир в рыбе может находиться в подкожном слое (сельдевые, палтус и др.); во внутренних органах и брюшной полости (тресковые, макрурус, морской окунь, судак); преимущественно равномерно по всей мышечной ткани (скумбрия, ставрида, сардина, анчоусы). В подкожном слое и во внутренних органах сосредоточен резервный жир, в мышечной ткани – главным образом структурный жир. По содержанию жира рыб подразделяют на четыре группы:

- 1) тощие – до 2 % (треска, пикша, сайда, макрурус, акулы, хек, путассу);
- 2) среднежирные – от 2 до 8 % (морской окунь, ставрида, пелагида, зубатка);
- 3) жирные – от 8 до 15 % (скумбрия, сардина, сардинелла);
- 4) высокожирные – более 15 % (сельдь, палтус, угорь, клыкач).

Таким образом, содержание жиров в тканях рыбы колеблется от 0,4 до 30 %. Количество жира зависит от вида рыбы, возраста, стадии зрелости, условий питания, обитания и т.п. У одних видов рыб колебания жирности значительны (скумбрия, сардина, сардинелла), у других составляют всего несколько процентов (хек, путассу, окунь). При комнатной температуре в тканях рыб

жиры находятся в жидком состоянии, их плотность составляет 0,92–0,93 г/см<sup>3</sup>. При замораживании и хранении мороженой рыбы происходят различные превращения жиров под влиянием биологических, физических и химических факторов. В результате изменяется химический состав, ухудшаются органолептические показатели, снижается пищевая ценность рыбы. Помимо физических изменений в мороженой рыбе при хранении протекают биохимические процессы, приводящие к гидролизу и окислению жиров. Гидролитическое расщепление жиров протекает с участием воды. При ферментативном расщеплении под влиянием тканевых липаз происходит гидролиз ацилглицеридов, сопровождающийся накоплением жирных кислот и, как следствие, повышением кислотного числа. Образование при гидролизе жира небольшого количества высокомолекулярных жирных кислот не вызывает изменения вкуса и запаха продукта. Но если в состав ацилглицеридов входят низкомолекулярные кислоты, то появление при гидролизе капроновой и масляной кислот, характеризующихся неприятным запахом и специфическим вкусом, резко ухудшает органолептические свойства продукта. Гидролитическую порчу жира характеризует кислотное число, которое возрастает в результате гидролиза нейтральной молекулы ацилглицерида. В присутствии кислорода воздуха жиры, а также свободные жирные кислоты, образовавшиеся в процессе гидролитического распада, подвергаются как окислению атомарным кислородом воздуха, так и ферментативному окислению за счет кислорода, содержащегося в тканях. Усушка рыбы способствует окислительной порче жиров, так как облегчает доступ кислорода к тканевым липидам. Быстрее всего окисляются липиды в подкожном слое, где они в большей степени контактируют с кислородом воздуха. Окислению в первую очередь подвергаются ненасыщенные жирные кислоты, но могут окисляться также и насыщенные с образованием гидроперекисей. Чем больше в липидах полиненасыщенных жирных кислот, тем быстрее они окисляются.

Развитие процессов окисления свободных жирных кислот сопровождается образованием и накоплением в тканях первичных (перекиси) и вторичных (оксикислоты, высокомолекулярные альдегиды) продуктов окисления. При глубоком окислении жиров возможно образование циклических перекисей и эпоксидных соединений. Накопление в мясе рыбы продуктов гидролиза и окисления липидов не только ухудшает его вкус и аромат, но и придает ему токсические свойства. Процесс окисления липидов задерживается с понижением температуры хранения и применением защитных покрытий на рыбе

(глазури, пленки). Поэтому жирных рыб рекомендуется хранить при температуре от  $-25$  до  $-30$  °С, а для их глазировки применять растворы антиокислителей и водорастворимых высокомолекулярных веществ: поливиниловый спирт (ПВС) марки 141 с различными модификаторами, карбоксиметилцеллюлозу (КМЦ). Первичные продукты окисления – перекиси – органолептически не обнаруживаются, однако по их содержанию можно судить о глубине порчи жира, пригодности продукта для длительного хранения и употребления в пищу. Вторичные продукты окисления ухудшают органолептические показатели жира, обуславливая появление таких видов порчи, как прогоркание и осаливание. Содержание перекисных соединений в жире оценивают по величине перекисного числа. По его значению судят о начале и глубине окисления жира. В свежей рыбе перекисей нет.

## **2.Выполнение заданий**

### **Органолептическая оценка рыбы (после размораживания)**

Каждая группа студентов определяет органолептические показатели рыбы на основании требований ГОСТ Р 51493–99. Внешний вид: поверхность чистая; допускается незначительное подкожное пожелтение, не связанное с окислением жира. Цвет: естественный, присущий данному виду рыбы. Разделка: правильная, без нарушений. Под «нарушением разделки» понимают наличие разрывов брюшка у непотрошенных рыб. Запах: свойственный данному виду рыбы, без постороннего запаха. Дефект «посторонние вкус или запах» означает наличие стойких порочащих запаха или вкуса, являющихся признаками порчи, окисления и т.д. Консистенция: после размораживания – плотная, присущая рыбе данного вида; после варки – нежная, сочная, свойственная данному виду рыбы. Нарушение консистенции не допускается. Под «нарушением консистенции рыбы» понимается ее разложение вследствие нарушения структуры мышц, которая становится пастообразной при отделении мяса от костей. Глубокое обезвоживание: не более 10 % от массы рыбы. Глубоким обезвоживанием называется потеря продуктом тканевого сока, признаком которого является отсутствие блеска, наличие на поверхности рыбы белых или желтых пятен, проникших в толщу мяса рыбы. Наличие посторонних примесей не допускается. Под термином «посторонние примеси» понимаются вещества, которые не являются производными рыбы, не представляют угрозы для здоровья человека и легко распознаются без применения оптических средств увеличения или присутствуют в количествах, определяемых

любимым методом, включающим метод увеличения, и указывают на нарушение санитарных правил и норм производства. Результаты занести в таблицу.

### Органолептическая оценка рыбы (после размораживания)

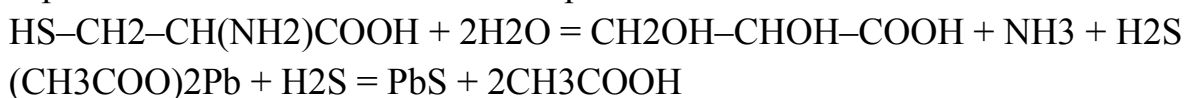
Показатели	Свежесть рыбы		
	Свежая	Сомнительной свежести	Несвежая
Внешний вид			
Цвет			
Разделка			
Запах			
Консистенция			
Глубокое обезвоживание			
Наличие посторонних примесей			

### Определение наличия аммиака

Метод определения аммиака, образующегося при порче рыбы, основан на образовании видимого глазом облачка хлористого аммония, получающегося при взаимодействии аммиака с соляной кислотой:



При разложении цистина и метионина – аминокислот белков, содержащих серу, выделяется сероводород, который с уксуснокислым свинцом образует сернистый свинец – соединение черного цвета:



Образующийся при порче рыбы сероводород дает темное пятно на бумаге, смоченной раствором уксуснокислого свинца, вследствие образования сернистого свинца. По интенсивности потемнения бумажки, на которой происходит реакция, судят о степени порчи исследуемого объекта. Необходимо отметить, что вареное мясо и рыба могут дать п

Определение наличия аммиака проводится в трехкратном измерении. В пробирку налить 2–3 мл смеси Эбера, закрыть пробкой и встряхнуть 2–3 раза. Вынуть пробку из пробирки и тотчас закрыть другой пробкой, через которую продета тонкая стеклянная палочка с загнутым концом, на котором прикреплен кусочек исследуемого мяса рыбы. Мясо рыбы следует вводить в пробирку так, чтобы не задеть стенок пробирки и чтобы оно находилось на расстоянии 1–2 см от уровня жидкости. При проведении испытания в при-



сутствии аммиака в результате его реакции с соляной кислотой через несколько секунд образуется облачко хлористого аммония. Интенсивность реакции обозначается следующим образом:

«→» – реакция отрицательная: белое облачко не образуется;

«+» – реакция слабоположительная: быстро исчезающее расплывчатое облачко;

«++» – реакция положительная: устойчивое облачко, появляющееся через несколько секунд после внесения мяса рыбы в пробирку с реактивом;

«+++» – реакция резко положительная: облачко появляется немедленно по внесении мяса рыбы в пробирку с реактивом. По интенсивности реакции судят о степени распада белка мяса рыбы, а следовательно, и о безопасности продукта.

### **Определение присутствия сероводорода**

Полученный для исследования образец мяса рыбы измельчить ножом. Взять навеску массой 15–25 г и поместить ее рыхлым слоем в бюкс на 50 мл. В бюксе подвесить горизонтально над фаршем полоску плотной фильтровальной бумаги, на нижней, обращенной к продукту, поверхности которой нанесены 3–4 капли раствора свинцовой соли. Диаметр капель 2–3 мм. Расстояние между бумагой и поверхностью продукта должно быть около 1 см. Бюкс закрыть крышкой, зажав фильтровальную бумагу между крышкой и корпусом бюкса, и оставить при комнатной температуре на 15 мин. По истечении отведенного времени бумагу снять и сравнить ее окраску с окраской бумаги, смоченной тем же раствором свинцовой соли. При наличии в испытуемом образце свободного сероводорода происходит побурение или почернение участков бумаги, смоченных раствором свинцовой соли. Интенсивность реакции обозначается следующим образом:

«→» – реакция отрицательная;

«±» – следы;

«+» – реакция слабоположительная: бурое окрашивание по краям капли;

«++» – реакция положительная: бурое окрашивание всей капли, более интенсивное по краям;

«+++» – реакция резко положительная: интенсивное темно-бурое окрашивание всей капли. По интенсивности реакции судят о степени распада белка мяса рыбы, а следовательно, о безопасности продукта.

### Контрольные вопросы

1. В чем сущность метода определения аммиака в мясе рыбы?
2. В чем сущность метода определения сероводорода в мясе рыбы?
3. Соблюдение какого условия является основой в сохранении качества?

### Практическое занятие №3

**Тема:** Определение видовой принадлежности мяса.

**Цель:** установить видовую принадлежность различных видов мяса на основании коэффициента преломления жира, качественной реакции на гликоген, реакции преципитации.

#### План занятия

1. Теоретическая часть
2. Выполнение заданий по теме занятия
3. Контрольные вопросы

#### 1. Теоретическая часть

За последние годы ассортимент и объемы реализации мяса в России значительно выросли. На рынке мяса, пользующегося стабильным спросом у потребителя, представлены различные его виды, и покупателю иногда трудно выбрать качественный продукт из этого многообразия. Если ранее мясо было менее доступно рядовому потребителю, и он в основном потреблял его в виде вареных колбас, то теперь выбор натурального мяса достаточно большой, поэтому у поставщика мяса возникает соблазн подделать или увеличить объемы своей реализации путем разбавления мяса водой, кровью, воздухом и т.п. На сегодняшний день существуют проблемы с проведением всесторонней экспертизы подлинности всех видов мяса, поставляемого на рынки России. При проведении экспертизы решаются следующие задачи: – идентификация вида мяса; – выявление фальсификации мяса. Фальсификация (от лат. *falsifico* – подделываю) – действия, направленные на обман покупателя и/или потребителя путем подделки объекта купли-продажи с корыстной целью. Мясо представляет собой продукт, состоящий в основном из мышечной ткани теплокровных травоядных животных и птиц, прошедший технологическую обработку и клеймение. Мясо хищников (тигра, льва, леопарда, волка, лисицы, гиены и др.) и хищных птиц (орла, сокола, коршуна, ворона и др.)

обычно в пищу не употребляют. Идентифицируют мясо по виду, полу, возрасту, упитанности и термическому состоянию.

При проведении идентификации может быть выявлена фальсификация мяса, в частности, ассортиментная фальсификация. При дороговизне мяса встречаются случаи подмены (фальсификации) ценного мясного сырья менее ценным, например, говядины – кониной, оленины – бараниной, свинины – собачьим мясом, зайца – кошкой и т. п. В некоторых случаях разобратся в обмане бывает довольно легко, в других же, наоборот, почти совершенно невозможно. Если исследуется подозрительное мясо в тушах или больших кусках, то по сравнительно-анатомическим особенностям костей скелета можно довольно скоро и верно прийти к определенному заключению о принадлежности мяса к тому или иному виду животного. Однако в большинстве случаев подмена мяса делается более осторожно и обычно практикуется там, где открытие обмана является делом весьма трудным, а сама фальсификация менее рискованной. Например, если в фарш колбас, приготавливаемых из говядины, примешать 5–15 % конины, то такая примесь может сойти незамеченной. Опыт показывает, что в дешевых сортах колбас (особенно копченых) добавка конского мяса в действительности практикуется в широких размерах. Несомненно, что подмена мяса одного вида животного другим не может нанести какой-либо существенный вред здоровью потребителя. У нас нет, как известно, животных, обладающих ядовитым мясом. Тем не менее подобная подмена составляет несомненный обман, так как о ней покупатель не извещается, между тем как большинство людей к мясу, например, лошадиному, кошачьему или собачьему, относится в высокой степени брезгливо. Неудивительно поэтому, что на методику распознавания фальсификации мяса уже давно было обращено внимание специалистов – химиков, врачей и ветеринаров. В настоящее время разработан целый ряд приемов и способов для распознавания мяса различных животных. К сожалению, опыт показывает, что одни из них дают неопределенный или изменчивый результат, другие требуют для своего выполнения дорогостоящего оборудования, третьи, хотя и не сложны, но не всегда применимы. Отличительными признаками видовой принадлежности мяса могут служить:

- анатомическое различие костей, скелета и внутренних органов;
- физико-химические показатели мышечной жировой, других тканей организма;
- качественное и количественное определение гликогена;

– реакция преципитации (осаждение комплекса антигена с антителом).

Распознавание вида животных по особенностям скелета и органов может дать самые верные результаты. В основе его лежит разница в деталях сравнительно-анатомического строения костей и органов различных видов животных. Эта разница иногда настолько резко выражена, что вопрос о происхождении мяса решается быстро и категорично. К сожалению, эксперту не всегда предъявляются для осмотра внутренние органы и крупные куски мяса с большим содержанием не разрушенных при разделке костей. Определение цвета и структуры мышечной ткани не всегда может служить надежным показателем его видовой принадлежности, так как эти характеристики зависят от пола, возраста, упитанности животных. В отдельных случаях различить их у отдельных видов животных очень сложно. Определение температуры плавления и коэффициента преломления жира – один из способов идентификации мяса животных различных видов. Константы жира зависят от соотношения в нем ненасыщенных (непредельных) жирных кислот и триглицеридов. Цвет жира, в особенности точка его плавления, могут служить чрезвычайно важными признаками для решения вопроса о происхождении мяса. По точке плавления жира, например, можно легко отличить конину от говядины или свинину от мяса собаки. Показатель преломления характеризует чистоту, ненасыщенность, степень окисления жиров. Показатель преломления возрастает при наличии оксигрупп, увеличении молекулярной массы и количества непредельных жирных кислот, входящих в состав жира. Изменение температуры приводит к изменению плотности вещества. С изменением температуры на 1 С плотность снижается в среднем на 0,00037. Для жиров показатель преломления определяют при температуре 20 С ( $n_{20}$  С) или путем расчета приводят к 20 С. 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. Посредством качественной реакции гликоген обнаруживается в мясе при его 1 %-м содержании.

Исследования показали, что в конине присутствует значительное количество гликогена: в 100 г обезжиренной сухой конины может содержаться до 5 % гликогена (1,5–4,7) и до 2 % глюкозы (0,8–1,9), а в 100 г свежей конины – до 1,0 % гликогена (0,37–1,1) и до 0,5 % 47

глюкозы (0,2–0,5). В то же время в сухом веществе говядины содержится до 0,8 % гликогена и 0,2–1,0 % глюкозы, в свежем мясе – около 0,2 % гликогена и 0,05–0,25 % глюкозы. Разница в содержании гликогена в конине и говядине весьма существенна, что может служить идентификационным признаком. Мясо собаки, лошади, верблюда, медведя и кошки дает в большинстве случаев положительную реакцию на гликоген, учитывая его содержание на уровне выше 1 %. Реакция на мясо овцы, козы, крупного рогатого скота, кролика и свиньи – отрицательная. При проведении экспертизы следует учитывать, что мясо молодых животных дает положительную реакцию на гликоген независимо от вида животного, мясо же старых и больных, а также в области шеи и головы – отрицательную, что требует проведения в этих случаях дополнительной идентификации. Реакция преципитации – наиболее точный и достоверный способ определения видовой принадлежности. Успешно применяется как в свежем мясе, так и при его технологической переработке (посол, замораживание, варка, жарение, копчение и др.). Сущность реакции преципитации заключается в том, что при взаимодействии преципитирующей сыворотки и соответствующего антигена выпадает осадок. С этой целью необходимо иметь набор соответствующих преципитирующих сывороток и набор нормальных сывороток крови наиболее распространенных видов животных: коровы, лошади, свиньи, овцы, козы, собаки и др.

## **2.Выполнение заданий**

### **Определение коэффициента преломления животного жира**

Каждая группа студентов помещает кусочек жира в ковш и растапливает его на электроплитке. С помощью термометра фиксируется температура плавления исследуемого жира (сравнить с показателями, приведенными в прил. 1). Перед началом работы на рефрактометре проверяют нулевую точку прибора и правильность его показаний по дистиллированной воде (коэффициент преломления дистиллированной воды равен 1,333).

Затем на призму рефрактометра наносят 2–3 капли расплавленного жира и определяют его коэффициент преломления. Исследование проводится в трех измерениях. Поскольку коэффициент преломления определяется при температуре выше 20 °С, то его приводят к 20 °С по формуле:

$$n^{20\text{C}} = n^t + (t - 20) 0,00035,$$

где  $n^{20\text{C}}$  – коэффициент преломления при температуре 20 °С;

$n^t$  – коэффициент преломления при температуре опыта;

$t$  – температура, при которой определяется коэффициент преломления жира, °С;

0,00035 – коэффициент поправки к коэффициенту преломления жира при изменении температуры на 1 °С. Полученные результаты заносят в таблицу. Для сравнения этих показателей в приложении приведены коэффициенты преломления животных жиров.

#### Коэффициенты преломления исследуемых животных жиров

Вид жира	Номер пробы	Коэффициент преломления, $X_i$	$X$	$X \pm \Delta X$
Говяжий				
Свиной				
Куриный				

#### Качественная реакция на гликоген

Каждая группа бакалавров измельчает на мясорубке полученный образец мяса массой 100 г. Из полученного фарша берут навеску массой 15 г, помещают в коническую колбу емкостью 250 мл, добавляют 4-кратное количество дистиллированной воды (60 мл) и кипятят в течение 30 мин. Полученный бульон фильтруют через бумажный фильтр в чистую сухую коническую колбу и охлаждают до комнатной температуры. Фильтрат используется для проведения качественной реакции на гликоген и реакции преципитации. 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.

#### Реакция преципитации

Для проведения реакции преципитации каждая группа студентов готовит по три пробирки с различным содержимым. В первую пробирку наливают 0,9

мл фильтрата исследуемого мяса, во вторую – 0,9 мл физиологического раствора, в третью – 0,9 мл соответствующей нормальной сыворотки в разведении 1:1000:

I группа – нормальная сыворотка крупного рогатого скота;

II группа – нормальная сыворотка свиньи;

III группа – нормальная сыворотка курицы.

В первую пробирку каждая группа бакалавров вносит 0,1 мл преципирующей коровьей сыворотки, во вторую – 0,1 мл преципитирующей сыворотки свиньи, в третью – 0,1 мл преципитирующей куриной сыворотки. Реакцию оценивают на темном фоне в месте соприкосновения жидкостей. При положительной реакции в течение первых минут опыта появляется осадок в виде мутно-белого кольца – «кольца преципитации». Если осадок образуется спустя час после добавления к фильтрату преципитирующей сыворотки, то такую реакцию считают неспецифической. Результаты исследования заносят в таблицу. Положительная реакция в первой и третьей пробирках свидетельствует о том, что исследуемое мясо принадлежит животному, которому соответствует специфичность сыворотки; проба с физиологическим раствором должна быть отрицательной.

### Реакция преципитации

Вид мяса	Содержимое пробирок	Преципитирующие сыворотки из мяса		
		Крупного рогатого скота	свиньи	курицы
<b>Говядина</b>	Исследуемая вытяжка			
	Физраствор			
	Нормальная сыворотка			
<b>Свинина</b>	Исследуемая вытяжка			
	Физраствор			
	Нормальная сыворотка			
<b>Курятина</b>	Исследуемая вытяжка			
	Физраствор			
	Нормальная			

	сыворотка			
--	-----------	--	--	--

## Приложения

### Температура плавления животных жиров, °С

Вид животного	Внутренний жир	Наружный жир
КРС	49,5 - 52	45 – 48
Лошади	31,5	27 – 28,5
Свиньи	45,3	37,5
Овцы, козы	46	48
Олени	52	48
Верблюды	48	36
Лоси	46	48
Медведи	32,2 - 36	30

### Коэффициенты преломления животных жиров при температуре 20 °С

Вид жира	Коэффициент преломления
Говяжий	1,4470 – 1,4480
Свиной	1,4500 – 1,4560
Бараний	1,4468 – 1,4490
Лошадиный	1,4563 – 1,4590
Собачий	1,4512
Сурковый	1,4670 – 1,4680
Медвежий	1,4541
Кошачий	1,4563
Барсучий	1,4560 – 1,4660

### Реакция преципитации (на примере вытяжки из мяса лошади)

Содержимое пробирок	Преципитирующие сыворотки из мяса					
	КРС	лошади	свиньи	овцы	козы	собаки
Исследуемая вытяжка	-	+	-	-	-	-
Физраствор	-	-	-	-	-	-
Нормальные сыворотки	+	+	+	+	+	+

### Контрольные вопросы

1. Для чего проводят экспертизу мяса?
2. На основе каких признаков можно говорить о видовой принадлежности мяса?
3. В чем сущность реакции преципитации?



## Практическое занятие №4

**Тема:** Определение гистамина в рыбе.

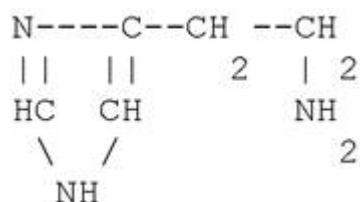
**Цель:** изучить и освоить методику определения гистамина в рыбе.

### План занятия

1. Теоретическая часть
2. Выполнение заданий по теме занятия
3. Контрольные вопросы

### 1. Теоретическая часть

Гистамин ( $\beta$ -имидазолэтиламин или 2-аминоэтилимидазол) является широко распространенным биогенным амином, повышенное накопление которого в некоторых продуктах питания при определенных условиях может служить причиной пищевых отравлений.



Гистамин является естественной составной частью продуктов питания, так как в процессе жизнедеятельности он образуется в различных тканях животных. Естественное содержание гистамина невелико и не оказывает неблагоприятного воздействия на организм. Гистамин образуется в продуктах в результате декарбоксилирования гистидина при участии ферментов микрофлоры, развивающейся при нарушении условий хранения. Среди микробов, ответственных за процесс декарбоксилирования гистидина, отмечают многих представителей семейства Enterobacteriaceae (*Echerichia*, *Enterobacter*, *Schigella*, *Salmonella*, *Proteus*) и некоторые виды, принадлежащие к *Pseudomonas*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Clostridium*, *Vibrio*.

Накопление гистамина в рыбе может происходить в период от вылова до замораживания, особенно, если рыба в этот период хранится без охлаждения. Возможно накопление гистамина в рыбе при нарушении цепи холодильного хранения и несоблюдении технологии оттаивания и сроков хранения перед термической обработкой. В этих случаях в мышечной ткани некоторых видов рыб, особенно тунцов, скумбрии и некоторых других может

происходить накопление гистамина до токсических уровней. В подавляющем большинстве случаев зарегистрированные вспышки гистаминовых отравлений были обусловлены использованием рыбы из семейства скумбриевых, содержащей большое количество гистамина, и продуктов из нее.

Скрытый период отравления рыбой с повышенным содержанием гистамина обычно составляет менее одного часа, но может колебаться в зависимости от индивидуальных различий от 5 минут до 5 часов. Симптомы гистаминовой интоксикации весьма характерны. Пострадавшие отмечают резкий или горький (перечный) вкус пищи, наблюдаются покраснение лица и шеи с чувством жара и общего дискомфорта, сильные головные боли, слезотечение, боли в глазах, отек слизистой оболочки носа. Иногда отмечаются нарушения сердечного ритма, жжение в полости рта и глотки, затруднение глотания. Появляются сыпь на лице и шее, зуд кожи. У части пострадавших отмечаются желудочно-кишечные расстройства, боли в животе, тошнота, понос. В тяжелых случаях наблюдаются шок, бронхоспазмы, удушье и расстройства дыхания.

Предел переносимости гистамина для взрослого человека составляет 5 - 6 мг/кг веса тела. Токсическая доза находится в пределах  $> 100 - 1000$  мг/кг продукта и высокотоксичная - свыше 1 г/кг.

Временная предельно допустимая концентрация гистамина в рыбопродуктах установлена на уровне 100 мг/кг с учетом практики международного законодательства (Финляндия, Чехословакия, США, Швеция и др.).

В случае обнаружения гистамина в рыбе, содержание которого превышает предельно допустимую концентрацию, ее следует направлять на рыбообрабатывающие предприятия для изготовления рыбопродукции, где по технологии предусматриваются разбавление (фаршевые изделия) или подсортировка с другими видами рыб (консервы). При этом среднее содержание гистамина в продуктах, поступающих для питания, не должно превышать 100 мг/кг массы рыбы.

### **Метод определения содержания гистамина в рыбопродуктах**

В основе метода определения гистамина лежит измерение интенсивной флуоресценции производного, полученного при взаимодействии гистамина с о-фталевым альдегидом.

Предел обнаружения метода - 0,1 мг/кг, относительное стандартное отклонение - 0,20 - 0,30. Степень извлечения добавленного к образцу стандарта гистамина - 65 - 85 %. Продолжительность анализа - 3 ч.

Метод включает следующие этапы:

- подготовку образца к анализу;
- экстракцию метанолом;
- очистку экстракта с помощью ионообменной хроматографии;
- построение калибровочной кривой;
- количественное определение гистамина.

## **2.Выполнение заданий**

### **Определение содержания гистамина в рыбе**

От правильности осуществления этого этапа контроля в значительной степени зависят достоверность полученных данных по содержанию в анализируемом продукте гистамина и объективность гигиенической оценки его. При исследовании рыб, продуктов из них, пищевых продуктов из морских животных эта задача является весьма важной и требует соответствующей предварительной подготовки. Как известно, отбор проб пищевых продуктов складывается из нескольких этапов: отбора транспортных упаковок, отбора пробы и навесок для анализа. Каждая из перечисленных операций должна производиться в строгом соответствии с требованиями ГОСТов на исследуемые продукты: ГОСТ 7631-73 "Рыба, продукты из рыбы, морских млекопитающих и беспозвоночных" (с. 12 - 17) и ГОСТ 8756-70 "Продукты пищевые консервированные" (с. 1 - 5).

Отобранные в соответствии с указанным образцы рыбы, продуктов из рыб, морских млекопитающих и беспозвоночных, подлежащих исследованию, упаковывают каждый в отдельности в пергаментную бумагу или в целлофан, затем в плотную оберточную бумагу и перевязывают бечевкой, для этой цели можно использовать также чистые стеклянные банки с притертыми стеклянными или плотными корковыми пробками. Образцы доставляют в лабораторию сразу же после отбора, в случае длительной транспортировки их охлаждают до температуры +2 - 4 °С, используя для этой цели холодильники или соответствующие приспособления.

К исследованию образцов следует приступить в день доставки их в лабораторию. При отсутствии такой возможности образцы должны храниться

при температуре, предусмотренной для хранения данной продукции, не более 3-х суток со времени отбора среднего образца.

Рыбу, отобранную для исследования, размораживают, очищают от механических загрязнений и чешуи. Обмывание рыбы не допускается.

Для исследования крупной рыбы берут только мясо без кожи и костей. Для этого от рыбы отделяют голову и плавники, разрезают тушку по брюшку и удаляют все внутренности; разрезают продольным разрезом по спинке и удаляют позвоночник и, по возможности, все ребра, а мясо вместе с подкожным жиром тщательно соскабливают с кожи. Мелкую рыбу исследуют целиком.

При весе каждого неразделанного экземпляра рыбы свыше 500 г после разделки берут для дальнейшего измельчения только одну продольную половину рыбы.

При весе одной продольной половины рыбы свыше 1 кг ее разрезают на поперечные куски шириной 2 - 4 см и берут для анализа мясо от половины всего числа кусков через один.

Мелкую неразделанную рыбу или пробу мяса от крупной рыбы дважды пропускают, как можно быстрее, через мясорубку; фарш тщательно перемешивают и из разных мест отбирают навеску в соответствии с прописью избранного метода.

При исследовании консервов из рыб или морских животных из содержимого всех банок, выделенных в качестве среднего образца, после определения соотношения составных частей (жидкой и твердой) готовят одну общую пробу. Специи (лук, перец и др.) должны быть удалены из рыбы. Твердую часть консервов быстро пропускают два раза через мясорубку, смешивают с жидкой частью и растирают по частям в фарфоровой ступке до состояния однородной массы. Консервы, имеющие заливку, рассол, можно измельчать на аппарате "Измельчитель тканей". Из подготовленной таким образом пробы отбирают навески для последующих определений.

Средние образцы продукции сохраняются в холодильнике до конца анализа; в случае обнаружения гистамина в количестве выше установленной гигиенической нормы - до вручения результатов исследований в соответствующие учреждения и принятия необходимых профилактических мер.

Навеску 10 г (с точностью 0,01 г) приготовленного образца помещают в сосуд микроразмельчителя тканей, добавляют 25 мл метанола и перемешивают 5 минут. Полученную смесь переносят в плоскодонную коническую

колбу на 100 мл, ополаскивают сосуд смесителя 15 - 20 мл метанола, сливают в колбу, снабженную дефлегматором и нагревают на водяной бане до 60 °С 15 минут; затем охлаждают до комнатной температуры и фильтруют через складчатый бумажный фильтр в мерную колбу на 50 мл. Осадок промывают метанолом и доводят до метки объем экстракта. Метанольный экстракт можно хранить в холодильнике несколько недель.

В стеклянную хроматографическую колонку (60×30 мм) заливают суспензию ионообменной смолы Анионит АРА-12п до образования столбика высотой 40 мм и промывают 20 мл дистиллированной воды. (Вода должна покрывать смолу постоянно).

Наносят 5 мл метанольного экстракта, добавляют 5 мл 1 н соляной кислоты, пропускают через колонку и элюируют дистиллированной водой до получения 35 мл элюата. Элюат следует хранить в холодильнике.

Для приготовления основного раствора, содержащего 10 мкг/мл гистамина, 2,5 мг гистамина растворяют в 0,1 н соляной кислоте в мерной колбе на 250 мл 1, 2 и 3 мл основного раствора помещают в мерные колбы на 100 мл, доводят 0,1 н соляной кислотой до метки и получают рабочие растворы с концентрациями 0,1 мкг/мл, 0,2 мкг/мл и 0,3 мкг/мл соответственно.

Основной раствор гистамина хранят в холодильнике неделю, рабочие растворы готовятся ежедневно.

10 мл каждого рабочего раствора вносят в колбы на 50 мл, добавляют 10 мл 0,1 н соляной кислоты, 3 мм 1 н едкого натра и смешивают. При перемешивании вносят 1 мл 0,1 % метанольного раствора о-фталевого альдегида, через 4 минуты добавляют 3 мл 3,47 н фосфорной кислоты и оставляют на 1,5 часа при комнатной температуре. Измеряют интенсивность флуоресценции рабочих стандартных растворов гистамина при  $\lambda_{\text{возбуждения}} = 365$  нм,  $\lambda_{\text{эмиссии}} = 465$  нм. На основании полученных данных строится калибровочная кривая зависимости интенсивности флуоресценции от концентрации гистамина в растворе. Каждое деление оси абсцисс соответствует 0,02 мкг гистамина в 1 мл раствора.

10 мл элюата вносят в колбу на 50 мл, добавляют 10 мл 0,1 н соляной кислоты и перемешивают. Далее проводят процедуру, описанную в п. 4 "Построение калибровочной кривой".

Если образцы содержат гистамина более 100 мг/кг рыбы, необходимо взять 1 мл элюата, добавить 10 мл 0,1 н соляной кислоты и далее повторить процедуру количественного определения гистамина.

Для количественного определения содержания гистамина используется калибровочная кривая.

Содержание гистамина в рыбе  $\Gamma$  (в мг/кг) вычисляется по формуле:

$$\Gamma = \frac{C_0 \cdot A \cdot B \cdot \Phi}{B \cdot P},$$

где:

$C_0$  - концентрация гистамина в растворе образца, найденная по калибровочной кривой, мкг/мл;

$P$  - навеска образца для анализа в г (10 г);

$A$  - объем метанольного экстракта в мл (50 мл);

$B$  - количество метанольного экстракта, пропущенного через колонку в мл (5 мл);

$V$  - объем элюата в мл (35 мл);

$\Phi$  - фактор разведения;

### Контрольные вопросы

1. Как и когда гистамин может накапливаться в мясе рыбы?
2. В чем заключается угроза гистаминовой интоксикации?
3. Какова предельная допустимая концентрация гистамина в организме?

### Практическое занятие №5

**Тема:** Определение степени свежести сырья животного происхождения.

**Цель:** оценить степень свежести мяса с помощью органолептического и физико-химических методов.

#### План занятия

1. Теоретическая часть
2. Выполнение заданий по теме занятия
3. Контрольные вопросы

#### 1. Теоретическая часть

Мясо – это комплекс мышечной, жировой, соединительной и костной тканей, количественное соотношение которых, прежде всего, определяет качество мяса. Морфологический состав мяса зависит от вида животных, возраста, пола, упитанности, технологии их выращивания. На качество мяса влияют также условия транспортировки скота, предубойного содержания, пер-

вичной переработки животных. В значительной мере качество мяса зависит от условий хранения. При комплексной оценке качества мяса убойных животных принимаются во внимание масса туши, степень жиросотложения, содержание мягких тканей, выход отрубов, химический состав мяса, органолептическая характеристика, санитарно-гигиенические показатели. Содержание белков, жиров, минеральных веществ, витаминов, аминокислотный состав определяют биологическую ценность продукта и, наряду с оценкой таких органолептических показателей, как вкус, запах, консистенция и цвет, дают представление о пищевой ценности мяса. Важным показателем качества мяса, с позиции технологии его переработки и хранения, является величина рН, так как деятельность ферментов и бактерий связана с кислотностью среды. Активная кислотность (рН) – показатель концентрации свободных ионов водорода в растворе. Определяют рН непосредственно в пищевых продуктах или в полученных из них водных вытяжках, если показатель рН служит мерой контроля качества, например, при определении свежести мяса.

От реакции среды в значительной степени зависят водосвязывающая способность мяса и его стойкость при хранении. Водосвязывающая способность характеризует способность мышечной ткани адсорбировать воду при ее добавлении. Она определяется количеством влаги, которая не адсорбировалась и отделилась при центрифугировании. Водосвязывающая способность мяса определяет его свойства на различных этапах технологической обработки и зависит в основном от состояния белков; жиры лишь в незначительной степени удерживают влагу. Наибольшей влагоемкостью и способностью удерживать воду обладает парное мясо (рН нативного мяса 7,2). В начале автолиза рН мяса относительно высок и близок к нативному (6,6–7,0). Незначительное снижение рН в первые часы после убоя обусловлено медленным накоплением молочной кислоты и противодействием буферных систем тканей изменению рН. Интервал между рН среды и изоэлектрической точкой белков мяса достаточно велик. Белки мяса находятся в ионизированном состоянии и обладают высокой водосвязывающей способностью. Высокая водосвязывающая способность парного мяса имеет большое значение в производстве вареных колбасных изделий, так как от нее зависят сочность, консистенция и выход готовой продукции. Воосвязывающая способность мяса уменьшается и достигает минимума к моменту наиболее полного развития окоченения. В результате накопления молочной, пировиноградной и орто-

фосфорной кислот, а также потери буферной способности белками, рН мяса резко сдвигается в кислую сторону до 5,6–5,2. Переработка мяса в стадии посмертного окоченения сказывается на выходе и качестве готовой продукции: выход уменьшается, а продукт получается невкусным и жестким. В начале разрешения окоченения в результате физико-химических изменений белков постепенно повышается водосвязывающая способность мяса, вызванная разрушением структурных элементов мышечного волокна и увеличением числа свободных гидрофильных групп. рН постепенно возрастает, но не достигает величины рН парного мяса. рН свежего мяса находится в пределах 6,2–6,9. В мороженом мясе процессы созревания развиваются медленнее, чем в охлажденном, и величина его рН обычно ниже. Хранение мяса определяет изменения его качественных показателей, характер и интенсивность которых зависят от состава и свойств сырья. Мясо является питательной средой для развития микроорганизмов, и изменение его свойств при хранении в охлажденном состоянии обусловлено как действием тканевых ферментов, так и микробиологическими процессами. Интенсивное размножение протеолитически активных бактерий на мясе вызывает его микробиологическую порчу – гниение.

Уровень расщепления белков и их производных ферментами гнилостной микрофлоры, а также окислительных изменений жира при длительном контакте с кислородом воздуха определяет степень свежести мяса. Дальнейшее превращение аминокислот сопровождается образованием аммиака, диоксида углерода и сероводорода, накоплением органических веществ различной химической природы. Дезаминирование и декарбоксилирование являются преобладающими процессами при распаде аминокислот. Под действием ферментов микроорганизмов гидролитическое, окислительное и восстановительное дезаминирование аминокислот приводит к образованию аммиака, жирных кислот, окси- и кетокислот. На ранних стадиях гнилостного разложения белков мяса в наибольшем количестве образуется уксусная кислота, а затем масляная; на более поздних стадиях появляются муравьиная и пропионовая кислоты. Таким образом, общее количество этих кислот может служить одним из показателей свежести мяса. Распад аминокислот под воздействием декарбоксилаз сопровождается образованием диоксида углерода и аминов (агматин, кадаверин, фенилэтиламин, тирамин, гистамин), обладающих токсическими свойствами. В процессе гниения аминокислот, содержащих серу (цистеин, цистин, метионин), выделяются сероводород, аммиак и



образуются меркаптаны, являющиеся ядовитыми веществами и обладающие неприятным специфическим запахом. Таким образом, микробиологическая порча мяса сопровождается понижением его пищевой ценности. Резкое ухудшение органолептических показателей и образование токсических веществ делает мясо непригодным в пищу.

## **2.Выполнение заданий**

Работа проводится фронтальным методом тремя группами студентов по 2–4 человека. Задания для групп зависят от вида мясного сырья:

I группа – мясо, хранившееся при температуре минус 18 °С;

II группа – мясо, хранившееся при температуре 4 °С;

III группа – мясо, хранившееся при температуре 20 °С.

### **Органолептическая оценка мяса**

Органолептический метод оценки качества мяса и мясных полуфабрикатов основан на анализе восприятий органов чувств (зрения, обоняния, осязания, вкуса). Каждая группа бакалавров органолептическими методами определяет: – внешний вид и цвет мяса путем осмотра на свежем разрезе мяса. При этом устанавливают наличие липкости и увлажненности поверхности мяса на разрезе, приложив к разрезу кусочек фильтровальной бумаги; – консистенцию мяса при легком надавливании пальцем на свежий разрез испытуемого образца, одновременно устанавливая время выравнивания образующейся ямки; – запах мяса, делая разрез чистым ножом; – прозрачность и аромат бульона. Для получения однородной пробы каждый образец пропускают через мясорубку с диаметром отверстий решетки 2 мм, фарш тщательно перемешивают. 20 г полученного фарша помещают в коническую колбу емкостью 100 мл, заливают 60 мл дистиллированной воды, тщательно перемешивают и ставят в кипящую водяную баню. Запах мясного бульона определяют в процессе нагревания до 80–85 °С в момент появления паров, выходящих из приоткрытой колбы. Степень прозрачности бульона визуально устанавливают, наливая 20 мл его в мерный цилиндр емкостью 25 мл. В результате делают заключение о степени свежести мяса, руководствуясь показателями, указанными в таблице.

Название показателя	Органолептические показатели		
	Свежее	Сомнительной свежести	Несвежее
Внешний вид и цвет			

<b>Консистенция</b>			
<b>Запах</b>			
<b>Прозрачность и аромат бульона</b>			

### **Определение степени свежести мяса по величине рН**

В работе используется портативный рН-метр. Проводится трехкратное определение рН. Каждая группа бакалавров взвешивает на весах по 10 г приготовленного фарша, помещает его в стеклянный стакан емкостью 150 мл и заливает 100 мл дистиллированной воды. Смесь настаивают в течение 30 мин при периодическом перемешивании, затем фильтруют через бумажный фильтр в чистый стакан и измеряют рН водной вытяжки. Полученные показания рН-метра записывают в тетрадях.

### **Определение водосвязывающей способности (ВСС) мяса**

В основе оценки ВСС мяса лежит определение количества влаги, дополнительно внесенной, не адсорбированной продуктом и отделившейся при центрифугировании. Для расчета ВСС в полученном образце мяса необходимо определить содержание воды путем высушивания навески (2–4 г в бюксе) до постоянной массы. Проводится трехкратное определение ВСС образца мяса. Каждая группа бакалавров взвешивает на весах по 10 г приготовленного фарша, помещает его в стакан, добавляя по 30 мл дистиллированной воды. Смесь гомогенизируют в течение 90 с. Полученную массу переносят в стеклянный стакан емкостью 100 мл и выдерживают в термостате в течение 15 мин при температуре 30 °С. По окончании выдержки пробу переносят в центрифужные стаканы и центрифугируют в течение 15 мин при частоте вращения 3000 об/мин. После остановки центрифуги в предварительно взвешенный стакан сливают надосадочную жидкость и снова взвешивают. Расчет ВСС проводят следующим образом. Сначала определяют содержание воды в образце ( $M_1$ , г) по формуле

$$M_1 = m_1 - m_2 / m_1 - m$$

где  $m$  – масса бюксы, г;

$m_1$  – масса бюксы с навеской до высушивания, г;

$m_2$  – масса бюксы с навеской после высушивания, г.

Количество воды, адсорбированной фаршем ( $M_2$ , г), находят по формуле

$$M_2 = m_3 - m_4,$$

где  $m_3$  – масса добавляемой к фаршу воды, г;

$m_4$  – масса жидкости, отделенной при центрифугировании, г.

ВСС ( $X_i$ , %) определяют по формуле

$$X_i = (M_1 - M_2 / m_5) \cdot 100$$

где  $m_5$  – масса навески фарша, г.

Полученные результаты заносят в таблицу.

#### Водосвязывающая способность мяса разной степени свежести

Сырьё	Номер пробы	Масса надосодочной жидкости, г	ВСС, $X_i$ , %	X	$X \pm \Delta X$
Мясо свежее	1				
	2				
	3				
Мясо сомнительной свежести	1				
	2				
	3				
Несвежее	1				
	2				
	3				

#### Определение продуктов первичного распада белков в бульоне

Реакция с сульфатом меди в бульоне – объективный показатель свежести мяса. Метод основан на взаимодействии иона меди с первичными продуктами распада белка, в результате чего в бульоне из несвежего мяса появляются хлопья или желеобразный осадок голубоватого или зеленоватого цвета. Каждая группа бакалавров в колбы емкостью 150 мл помещает по 20 г исследуемого фарша, заливает 60 мл дистиллированной воды и тщательно перемешивает содержимое. Колбы накрывают крышками и ставят в кипящую водяную баню на 10 мин. Горячий бульон отфильтровывают в пробирки через плотный слой ваты. Если фильтрат получается мутным, его дополнительно фильтруют через бумажный фильтр. После охлаждения в чистые пробирки вносят по 2 мл фильтрата, добавляют 3 капли 5 %-го раствора сульфата меди. Пробирки встряхивают 2–3 раза и ставят в штатив. Через 5 мин оценивают результат реакции. Мясо считают свежим, если при добавлении раствора сульфата меди бульон остается прозрачным. Если при добавлении раствора сульфата меди отмечается помутнение или интенсивное помутнение бульона с образованием хлопьев, то мясо считают сомнительной

свежести. Несвежим считается мясо, если при добавлении раствора сульфата меди образуется желеобразный осадок или крупные хлопья.

### **Реакция на аммиак с реактивом Несслера**

Метод определения аммиака с реактивом Несслера основан на способности аммиака, аминов и других продуктов распада белков, выделяющихся в процессе разложения азотсодержащих веществ, образовывать с ртутными солями сложные меркурамидные соединения, окрашивающие раствор в желтый цвет. По интенсивности окраски раствора судят о количестве аммиака, характеризующем степень порчи продукта. Для проведения реакции необходимо приготовить вытяжку исследуемого образца. Каждая группа бакалавров из образца фарша отбирает навеску массой 10 г. Навески помещают в конические колбы, заливают 100 мл прокипяченной дистиллированной воды и настаивают в течение 15 мин при трехкратном встряхивании. Полученный водный экстракт фильтруют в чистые колбы через бумажный фильтр. В чистые пробирки берут по 1 мл приготовленной мясной вытяжки и добавляют от 1 до 10 капель реактива Несслера. После добавления каждой капли пробирки взбалтывают и наблюдают за изменением цвета и прозрачности вытяжки. В свежем мясе при добавлении к вытяжке даже 10 капель реактива Несслера помутнения и пожелтения вытяжки не наблюдается. В мясе сомнительной свежести пожелтение вытяжки и слабое ее помутнение появляются после прибавления нескольких капель (от 6 и более) реактива Несслера. После отстаивания помутневшей вытяжки в течение 20 мин на дне пробирки появляется слабый осадок. В несвежем мясе после прибавления первых капель реактива наблюдается помутнение и резкое пожелтение вытяжки; после десятой капли появляется интенсивно-желтое или красноватое помутнение с обильным осадком в отстое.

### **Реакция на свободный аммиак по лакмусовой бумаге**

Для неконсервированного мяса характерна реакция на свободный аммиак, что свидетельствует о разложении белков мяса. Летучие пары аммиака обнаруживаются лакмусовой бумагой.

При проведении опыта исследуемый фарш помещается в высокую бюксу, заполненную на 1/3 ее объема. Туда же опускается полоска красной лакмусовой бумаги, смоченная водой, и закрепляется крышкой бюксы. Бюксы ставят на кипящую водяную баню и каждые 5 мин наблюдают, не открывая крышки, за изменением цвета лакмусовой бумаги. Опыт заканчивают через 15 мин. По интенсивности и скорости посинения бумаги судят о степени свежести продукта.

### **Реакция на сероводород**

При разложении цистина и метионина – аминокислот белков, содержащих серу, – выделяется сероводород, который с уксусноокислым свинцом образует сернистый свинец черного цвета. По интенсивности потемнения бумажки, на которой происходит реакция, судят о степени порчи исследуемого объекта. Необходимо отметить, что вареные мясо и рыба могут дать положительную реакцию на сероводород, будучи доброкачественными. В бюксе емкостью 80–100 мл рыхлым слоем помещается исследуемый фарш. Полоску фильтровальной бумаги, смоченную щелочным раствором уксусноокислого свинца, горизонтально зажимают между поверхностью крышки и горлом бюксы. Расстояние между бумагой и поверхностью кусочков мяса должно составлять около 1 см. Исследование ведут при комнатной температуре и прекращают через 15 мин. При наличии сероводорода полоска бумаги окрашивается в светло-бурый или черный цвет. Мясо сомнительной свежести дает слабоположительную, мясо несвежее – ярко выраженную реакцию.

#### **Реакция на пероксидазу с бензидином**

В свежем мясе здорового животного содержится фермент пероксидаза (ПО), который в присутствии перекиси водорода способен окислять некоторые индикаторы (бензидин, гваякол и др.) с образованием окрашенных продуктов. В процессе загнивания мяса этот фермент исчезает, в мясе больных животных он отсутствует. Для проведения реакции в пробирку наливается 2 мл испытуемой водной вытяжки (приготовление вытяжки описано в п. 3.5), прибавляется 5 капель 0,2 %-го спиртового раствора бензидина, содержимое встряхивается, после чего добавляется одна капля 2 %-го раствора перекиси водорода. Реакция считается положительной, если в течение 0,5–2 мин появляется сине-зеленое окрашивание, постепенно переходящее в темно-коричневое.

Отрицательная реакция с бензидином при отсутствии других признаков разложения мяса указывает на то, что мясо могло быть получено от больного или утомленного животного. В этом случае необходимо провести бактериологическое исследование.

#### **Изонитрильная проба**

Изонитрильная проба позволяет установить наличие аминов, которые образуются при бактериальном разложении белков. Образующиеся амины в присутствии хлороформа с едкой щелочью дают изонитрил, обладающий резким, отвратительным запахом. Каждая группа бакалавров помещает в пробирку 1–3 г фарша, заливает его 1–2 мл 10 %-го спиртового раствора гидроксида калия и добавляет 3–4 капли хлороформа. После встряхивания и слабо-

го на-гревания содержимое пробирок выливают, пробирки ополаскивают один раз холодной водой и проверяют запах остаточного содержимого. Свежее мясо дает ароматический эфироподобный запах. Не совсем свежее, но еще не испорченное мясо дает слабый неприятный запах. При испорченном мясе образуется резкий, неприятный запах изонитрила.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое мясо?
2. Что называют водосвязывающей способностью (ВСС) мяса?
3. Что показывает изонитрильная проба?

## Список рекомендуемой литературы

1. Мудрецова-Висс, К. А. Микробиология, санитария и гигиена [Текст] : учебник / К. А. Мудрецова-Висс, В. П. Делюхина. - Москва : Форум, 2014. - 400 с. : ил. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-8199-03 50-6 : 151 p.
2. Пищевая химия [Текст] : учебник / под общ. ред. проф., д-ра техн. наук А. П. Нечаева. - 5-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : ГИОРД, 2012. - 672 с. - ISBN 978-5-98879-1 43-0.
3. Позняковский, Валерий Михайлович Безопасность продовольственных товаров (с основами нутрициологии) [Текст] : учебник / В. М. Позняковский . - Москва : ИНФРА-М, 2015. - 271 с. - Библиогр.: с. 261-264. - ISBN 978-5-16-005308-0.
4. Рубина, Е. А. Санитария и гигиена питания [Текст] : учебное пособие / Е. А. Рубина. - М. : Академия, 2005. - 288 с. - (Высшее профессиональное образование). - ISBN 5-7695-2037-X.
5. Товароведение и экспертиза потребительских товаров [Текст] : учебник. - М. : Инфра-М, 2006. - 544 с. - (Высшее образование). - ISBN 5-16-002202-3.
6. Хлебников, В. И. Экспертиза мяса и мясных продуктов [Текст] : учебное пособие / В. И. Хлебников, И. А. Жебелева, В. И. Криштафович. - 2-е изд. - М. : Дашков и К, 2006. - 112 с. - ISBN 5-94798-889-5.
7. Чебакова, Г. В. Товароведение, технология и экспертиза пищевых продуктов животного происхождения [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 080401 "Товароведение и экспертиза товаров (по областям применения)" / Г. В. Чебакова, И. А. Данилова. - Москва : ИНФРА-М, 2014. - 304 с. : рис., табл. - (Высшее образование - Бакалавриат). - Библиогр.: с. 300-301. - 500 экз. - ISBN 978-5-16-006081-1.