

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ**

ИНСТИТУТ ХОЛОДА И БИОТЕХНОЛОГИЙ



Т.Е. Бурова

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО СЫРЬЯ
И ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ**

Лабораторный практикум

Учебно-методическое пособие



Санкт-Петербург

2014

УДК 664.8.037

Бурова Т.Е. Биологическая безопасность продовольственного сырья и продуктов питания. Лабораторный практикум: Учеб.-метод. пособие / Под ред. А.Л. Ишевского. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. – 96 с.

Изложены теоретические положения, цели и задания для выполнения лабораторных работ.

Учебно-методическое пособие по курсу «Биологическая безопасность продовольственного сырья и продуктов питания» предназначено для бакалавров направлений 260100.62 Продукты питания из растительного сырья и 260200.62 Продукты питания животного происхождения всех форм обучения.

Рецензент: канд. техн. наук Р.А. Диденко

**Рекомендовано к печати редакционно-издательским советом
Института холода и биотехнологий**



В 2009 году Университет стал победителем многоэтапного конкурса, в результате которого определены 12 ведущих университетов России, которым присвоена категория «Национальный исследовательский университет». Министерством образования и науки Российской Федерации была утверждена программа его развития на 2009–2018 годы. В 2011 году Университет получил наименование «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики».

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2014

© Бурова Т.Е., 2014

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ РФ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИЕ БЕЗОПАСНОСТЬ И КАЧЕСТВО ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

1. Теоретические положения

В России взаимоотношения в сфере производства и реализации пищевых продуктов – один из ведущих факторов, обеспечивающих здоровье населения страны, – в настоящее время регулируются действующими законами.

1.1. Федеральные законы Российской Федерации

1.1.1. основополагающие законы в области качества и безопасности продукции:

- Закон РФ «О защите прав потребителей»;
- Закон РФ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»;
- Закон РФ «О стандартизации»;
- Закон РФ «О сертификации продукции и услуг»;
- Закон РФ «Об обеспечении единства измерения».

1.1.2. Закон, устанавливающий требования и правовые нормы в области обеспечения качества и безопасности пищевой продукции:

- Федеральный закон РФ «О качестве и безопасности пищевых продуктов».

1.1.3. Законы, устанавливающие требования и правовые нормы в области обеспечения качества и безопасности отдельных видов пищевой продукции:

- Закон РФ «О государственном контроле за качеством и рациональном использовании зерна и продуктов его переработки»;
- Закон РФ «О государственном регулировании производства и оборота этилового спирта и алкогольной продукции».

1.2. Нормативные акты в области качества и безопасности пищевой продукции

Нормативные акты в области качества и безопасности пищевой продукции включают в себя нормативные акты высших органов

исполнительной власти, а также нормативные акты государственных органов управления и надзора:

- постановления правительства РФ;
- документы Госстандарта России;
- документы других органов исполнительной власти.

Закон Российской Федерации «О защите прав потребителей» от 07.02.92 г. № 2300-1 (ред. от 09.01.93 г.) регламентирует безвредность готовой продукции, применяемого сырья, материалов и доброкачественных отходов для населения и окружающей среды.

Закон Российской Федерации «О сертификации продукции и услуг» от 10.06.93 г. № 5151-1 (ред. от 27.12.95 г.) и Федеральный Закон «О внесении изменений и дополнений в Закон РФ "О сертификации продукции и услуги"» от 31.07.98 г. № 154 устанавливают правовые основы сертификации продукции, включая пищевую продукцию, и услуг, в том числе общественного питания. Законы определяют функции, права, обязанности и ответственность государственных и специально уполномоченных органов, предприятий различных форм собственности, участвующих в сертификации продукции, которая осуществляется с целью предупреждения выпуска и реализации продукции, опасной для потребителя и окружающей среды.

Проблема в области организации надзора и контроля в сфере обеспечения качества и безопасности продуктов питания в последние годы получила принципиально новое развитие в связи с введением федеральных законов «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (№ 52-ФЗ от 30.03.99 г.) и «О качестве и безопасности пищевых продуктов» (№ 290-ФЗ от 02.01.2000 г.). Основой этих законов является повышение ответственности изготовителей, поставщиков и продавцов продукции, а также юридических и физических лиц, занятых в сфере производства и оборота пищевых продуктов, за безопасность поставляемой продукции. В развитие указанных выше законов приняты постановления Правительства Российской Федерации: «О мониторинге качества, безопасности пищевых продуктов и здоровья населения» (№ 883 от 22.11.2000 г.), «О государственной регистрации новых видов пищевых продуктов, материалов и изделий» (№ 988 от 21.12.2000 г.), «О государственном надзоре и контроле в области обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов» (№ 917 от 21.12.2000 г.).

На основе законов Российской Федерации Госстандартом разрабатываются нормативные документации на продукцию и методы контроля.

1.3. Нормативные документы федеральных органов исполнительной власти

Госстандартом России приняты:

- основополагающие нормативные документы: Государственные (межгосударственные) стандарты;
- нормативные документы на продукцию: Государственные (межгосударственные) стандарты на продукцию; Классификаторы технико-экономической и социальной информации;
- нормативные документы на методы контроля: Государственные (межгосударственные) стандарты на методы контроля;
- нормативные документы на работы: Государственные (межгосударственные) стандарты на работы.

Госкомсанэпиднадзором России утверждены:

- основополагающие нормативные документы: Санитарные правила;
- нормативные документы на продукцию: Санитарные правила;
- нормативные документы на методы контроля: Санитарные правила. Методические указания. Инструкции;
- нормативные документы на работы: Санитарные правила. Инструкции.

Госветслужбой России утверждены:

- нормативные документы на продукцию: Ветеринарные правила.

1.4. Нормативные документы отраслевого значения

- Стандарты отрасли основополагающие на продукцию, методы контроля, работы.

1.5. Нормативные документы субъектов хозяйственной деятельности

- Стандарты научно-технических и инженерных обществ и других общественных объединений;
- стандарты предприятий и технические условия.

Цель занятия: изучение законов РФ «О стандартизации», «О защите прав потребителя», «О сертификации продукции и услуг» и др.

2. Материалы

1. Закон РФ «О защите прав потребителей».
2. Закон РФ «О стандартизации».
3. Закон РФ «О сертификации продукции и услуг».
4. Федеральный закон РФ «О качестве и безопасности пищевых продуктов».

3. Задание

Пользуясь методическими указаниями и законодательными актами Российской Федерации, показать, что проблема обеспечения безопасности пищевых продуктов является важнейшим государственным и научным приоритетом, направленным на сохранение и улучшение здоровья населения, производство высококачественных и безопасных продуктов питания.

4. Контрольные вопросы

1. Дайте определение безопасности пищевых продуктов.
2. Какие факторы влияют на безопасность пищевого продукта?
3. Назовите основные пути загрязнения продовольственного сырья и продуктов питания.
4. Перечислите основополагающие федеральные законы Российской Федерации в области качества и безопасности продукции.
5. Какие статьи Закона РФ «О защите прав потребителей» регламентируют безопасность продовольственного сырья и готовой продукции?
6. В каком федеральном законе РФ решается проблема организации надзора и контроля в области обеспечения качества и безопасности продуктов питания?
7. С какой целью введен Закон РФ «О сертификации продукции и услуг»?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ИЗУЧЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ РАЗЛИЧИЙ В ВОСПРИЯТИИ НАРКОТИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ НА ПРИМЕРЕ КОФЕИНА

1. Теоретические положения

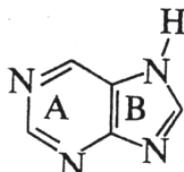
Алкалоиды – третичные амины, содержащиеся в растениях в виде солей органических кислот (лимонной, яблочной, щавелевой, янтарной и др.). Общим для большинства алкалоидов свойством является наличие в их молекулах азота, содержащегося в составе циклов. Таким образом, алкалоиды принадлежат к гетероциклическим соединениям.

Известно около 10000 алкалоидов. Общим для всех алкалоидов свойством является то, что они представляют собой физиологически чрезвычайно активные вещества, оказывающие сильное действие на животный организм; многие из них токсичны. Избирательность действия алкалоидов на различные системы и органы человека и животных позволяет использовать их в качестве лекарственных средств.

Алкалоиды классифицируют по характеру гетероцикла.

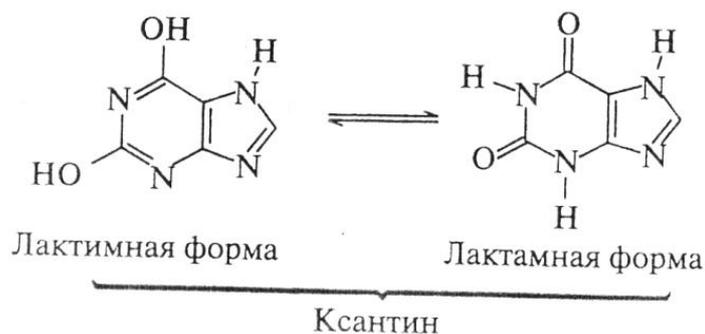
Важнейшими алкалоидами пуринового ряда являются кофеин, теобромин и теофиллин.

Пурин представляет собой бициклическую систему, состоящую из двух колец: пиримидинового (А) и имидазольного (В):



Пуриновая система носит ароматический характер. Пурин устойчив к действию окислителей, хорошо растворим в воде, амфотерен, образует соли не только с сильными кислотами, но и со щелочными металлами благодаря наличию в молекуле –NH-группы.

Гидроксильрованное производное пурина носит название ксантина, который существует в двух таутомерных формах – лактимной и лактамной:

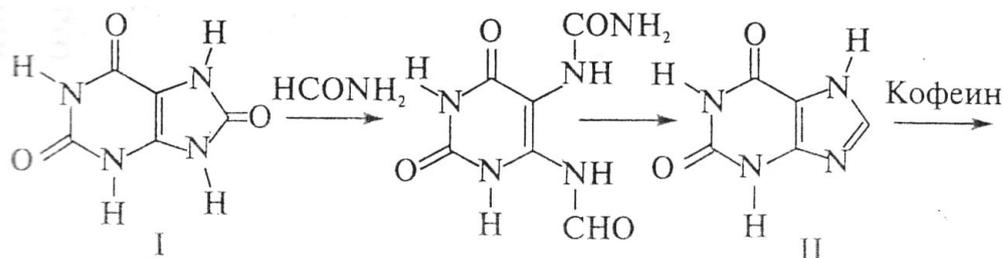


Метилированные производные ксантина – кофеин, теобромин, теофиллин – являются фармацевтическими препаратами:



Природными источниками алкалоидов пуринового ряда являются листья чая (кофеин, теофиллин), зерна кофе (кофеин, теофиллин), шелуха бобов какао (теобромин), откуда путем экстракции органическими растворителями и получали раньше эти алкалоиды. Кроме алкалоидов, листья чая содержат много сопутствующих веществ (дубильных веществ, белков, углеводов, смол, нуклеопро-теидов, ферментов и др.), поэтому требуется тщательная очистка экстрактов от этих примесей.

Кофеин экстрагируется из отходов, чая, низкосортных кофейных бобов. Однако большую часть синтезируют из мочевиной кислоты (I), например, через ксантин (II):



В табл. 1 представлено содержание пуриновых алкалоидов в различных напитках.

Таблица 1

Содержание алкалоидов в кофе, чае, какао и коле

Продукт	Кофеин, %	Теобромин, мг/100 г	Теофиллин, мг/100 г
Кофе	1,5	2	0,6
Чай	2,5	65	1,5
Какао	0,2	2000	1
Кола	2,5	50	5

Биосинтез кофеина в растениях осуществляется также через ксантин (II), который образуется из аденина и гуанина.

Кофеин, теобромин и теофиллин представляют собой очень слабые основания.

Кофеин представляет собой бесцветные горькие кристаллы без запаха; температура плавления 235 °С, легко растворим в горячей воде (1:2), хлороформе, трудно – в холодной воде (1:60), этаноле (1:50), диэтиловом эфире (1:1300). Растворимость кофеина значительно увеличивается в присутствии органических кислот (бензойной, салициловой) и их солей. Примером такого комплекса является кофеин-бензоат натрия – известный фармакопейный препарат.

Среди наркотических веществ (седативных, стимуляторов и галлюциногенов), пожалуй, самым распространенным среди населения мира является кофеин. В связи с этим повышенным спросом пользуется растворимый кофе, представляющий собой высушенный до порошкообразного состояния кофейный экстракт, предназначенный для быстрого приготовления напитка или использования в качестве вкусовой добавки при производстве других напитков и продуктов питания. Растворимый кофе имеет вкус и аромат, присущий обжаренному кофе. Несмотря на популярность, отечественное производство этого продукта не удовлетворяет спроса населения.

Технология производства растворимого кофе включает в себя экстракцию необходимых компонентов обжаренных семян, отделение экстракта от непереработанного остатка и его природную ферментацию бактериями и дрожжами.

В мировом производстве норма расхода сырого кофе на 1 т растворимого составляет 2,5 т. Эта норма является официальным показателем, принятым Международной организацией кофе (МОК). Однако нормы расхода сырья на единицу готовой продукции в Российской Федерации остаются выше, чем нормы МОК, поэтому комплексное использование сырья и отходов в производстве кофе-продуктов имеет первостепенное значение. Для интенсификации технологических процессов и утилизации отходов производства растворимого кофе возможно использование биокатализаторов.

Алкалоиды пуринового ряда оказывают сильное стимулирующее действие на центральную нервную систему человека, повышают умственную и физическую работоспособность, усиливают сердечную деятельность. Наиболее выраженное действие оказывает кофеин, менее выраженное – теofilлин и теобромин. Влияние кофеина на высшую нервную деятельность зависит от дозы и типа нервной системы. В малых дозах кофеин повышает активность коры, а в больших – угнетает ее. В небольших дозах он способствует ускорению процесса мышления и делает его более четким, вносит ясность в ход мыслей, снижает сонливость, усталость и придает способность выполнять интеллектуально сложные задачи. Он уменьшает время реакции, повышает моторную активность и закрепляет условные рефлексы. Эти эффекты можно наблюдать после 1–2 чашек кофе.

Более высокие дозы вызывают повышенную возбудимость, спонтанность мыслей, бессонницу, головную боль, тремор. Теофилин в больших дозах может вызвать даже судороги. Эти алкалоиды ингибируют всасывание натрия, хлора и воды в почечных канальцах и несколько повышают диурез.

Содержание кофеина в сырье и различных продуктах колеблется в достаточно широких пределах. Кофейные зерна содержат до 1,5 % кофеина. Еще выше его содержание в чайных листьях – до 5 %. Содержание теобромина в бобах какао доходит до 1,8 %.

Содержание кофеина в напитках зависит от исходного сырья, а также способа их приготовления.

Напиток	Кофеин, мг/200 г
Чай зеленый	30
Чай черный байховый	35–40
Чай быстрорастворимый	15
Кофе эспрессо	400

Кофе черный	80–135
Кофе быстрорастворимый	65–100
Кока-кола	27
Пепси-кола	23

Обычная разовая доза при приеме внутрь кофеина как лекарства равна 100 мг, высшая разовая доза – 300 мг, высшая суточная доза – 1000 мг. Уместно подчеркнуть, что пуриновые алкалоиды при систематическом употреблении их на уровне 1000 мг в день вызывают у человека постоянную потребность в них, напоминающую алкогольную зависимость.

Привычка потребления кофе, как и любого наркотического вещества, столь сильна, что отказ от кофе требует огромных усилий, хотя «кофеманы» и знают: потребление кофе вредно для желудка и ухудшает работу сердца.

Однако мало кто обращает внимание на то, что все наркотики действуют чрезвычайно индивидуально. Важно помнить, что одна и та же доза наркотика (например, никотина или кофеина) может вызвать «эйфорию» у одного и быть смертельной для другого.

На людей разных рас наркотические вещества действуют по-разному. Менее чувствительные к алкоголю европейцы быстрее погибают от морфина, героина и быстро наращивают дозы; у них развиваются грубые психические и физические изменения, теряется связь с реальностью. Представители желтой расы по сравнению с европейцами устойчивее к действию опия, зато патологически реагируют на алкогольное опьянение и спиваются значительно быстрее. У представителей черной расы опиные препараты вызывают не седативный, как у европейцев и азиатов, а возбуждающий эффект. У белых седативный эффект быстрее проходит и возникает эффект агрессии.

Даже «безопасное» для новичка количество наркотика при первом приеме может дать непредсказуемую реакцию и оказаться трагическим.

Цель работы: установить индивидуальные различия воздействия кофеина на изменение артериального давления.

2. Материалы и оборудование

1. Кофе растворимый.
2. Кофе молотый.
3. Кофеварка.
4. Чайные чашки.
5. Прибор для измерения артериального давления.

3. Порядок выполнения работы

При изучении индивидуальных различий воздействия кофеина на организм человека в обследовании принимают участие не менее 10 человек из группы.

3.1. Перед началом исследования у всех испытуемых определяют артериальное давление. Данные систолического (верхнего) и диастолического (нижнего) давления записывают в табл. 2 и 3.

3.2. Половина испытуемых (5 человек) для приготовления напитка используют растворимый кофе. Напиток готовят согласно рецептуре, приведенной на упаковке.

Вторые 5 человек готовят напиток из молотого кофе по рецептуре, указанной на упаковке.

3.3. У всех испытуемых измеряется артериальное давление через 3–5, 10 и 15 мин после употребления одной чашки крепкого кофе. Результаты заносят в табл. 2 и 3.

3.4. На основании измерения артериального давления для каждого испытуемого определяют средние показатели уровня систолического и диастолического давления и величину стандартных отклонений от среднего. Полученные результаты заносят в табл. 2 и 3.

3.5. Для каждого обследуемого строится кривая изменения систолического и диастолического артериального давления в результате приема кофеина.

Таблица 2

Влияние кофеина на величину систолического артериального давления

Порядковый номер обследуемого	ФИО обследуемого	Артериальное давление, мм рт.ст.			
		До приема кофе	После приема кофе, через		
			3–5 мин	10 мин	15 мин
1					
2					
Среднее $M \pm SD$					

Таблица 3

Влияние кофеина на величину диастолического артериального давления

Порядковый номер обследуемого	ФИО обследуемого	Артериальное давление, мм рт.ст.			
		До приема кофе	После приема кофе, через		
			3–5 мин	10 мин	15 мин
1					
2					
Среднее $M \pm SD$					

4. Математическая обработка результатов измерений

4.1. Определить среднее арифметическое полученных значений артериального давления M .

4.2. Определить стандартные отклонения от среднего значения по формуле

$$SD = \Sigma \Delta / n,$$

где SD – стандартное отклонение от среднего арифметического значения, мм рт.ст.; Δ – абсолютное значение отклонений индивидуальных значений от среднего; n – количество обследованных.

Пример расчета ($M \pm SD$) для 10 человек представлен в табл. 4.

Таблица 4

Порядковый номер обследуемого	Систолическое давление, мм рт.ст.	Абсолютное отклонение индивидуального значения от среднего, мм рт.ст.
1	120	12
2	90	18
3	100	8
4	130	22
5	95	13
6	125	17
7	105	3
8	90	18
9	120	12
10	100	9

Из полученных значений измерений систолического и диастолического давления 10 человек получаем среднее значение давления и его абсолютное индивидуальное значение. Приводим формульный расчет этих показаний:

$$M = (120 + 90 + 100 + 130 + 95 + 125 + 105 + 90 + 120 + 100) : 10 = 108;$$

$$SD = (12 + 18 + 8 + 22 + 13 + 17 + 3 + 18 + 12 + 9) : 10 = 13,2;$$

$$(M \pm SD) = 108 \pm 13,2 \text{ мм рт.ст.}$$

5. Оформление работы

Отчет о работе должен содержать:

1. Цель работы.
2. Краткое описание методики эксперимента.
3. Необходимые расчеты.
4. Отчетную таблицу.
5. Анализ данных и выводы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ НИТРАТОВ В РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ

1. Теоретические положения

Неорганический азот в растительном сырье в наибольшем количестве представлен в виде нитратов и нитритов, избыточное накопление которых наблюдается при неконтролируемом применении азотных удобрений.

Нитраты входят в группу азотных удобрений, наибольшее распространение среди которых получили калийная селитра (нитрат калия) KNO_3 , чилийская селитра (нитрат натрия) $NaNO_3$, кальциевая селитра (нитрат кальция) $Ca(NO_3)_2$, аммиачная селитра (нитрат аммония) NH_4NO_3 . Нитраты не оказывают токсического действия на растения, поэтому и при избыточном использовании азотных удобрений урожай будет получен. Нитраты являются естественным компонентом пищевых продуктов растительного происхождения. Однако количество нитратов в растительных продуктах определяется не только количеством вносимых азотных удобрений. Когда питание растений разбалансировано по азоту, калию, фосфору, микроэлементам или растениям не хватает воды и света, они аккумулируют большое количество нитратов. Некоторые пестициды, например гербицид 2,4-Д, усиливают накопление нитратов в 10–20 раз. Если овощи выращены без дополнительного внесения азотных удобрений, содержание в них нитратов будет примерно следующим (мг/кг): салат – 2900, капуста – 100, картофель – 20. При избытке азота в почве наибольшее количество нитратов (мг/кг) накапливается в шпинате (до 6900), свекле (до 5000), салате (до 4400), редисе (до 3500); наименьшее количество нитратов при таких условиях выращивания накапливается в томатах.

На концентрацию нитратов в растениях оказывают влияние сроки уборки урожая. Так, увеличение продолжительности вегетационного периода приводит к снижению содержания нитратов в овощах: в молодых растениях нитратов на 50–70 % больше, чем в зрелых. Кроме того, содержание нитратов возрастает ближе к корню. Например, в листьях белокочанной капусты нитратов на 60–70 % меньше, чем в кочерыжке; в листьях салата их на 40–50 % меньше, чем в листовых черенках.

Причиной повышенного содержания нитратов в овощах, выращенных под пленкой или в теплицах при большой загущенности посева, является недостаток света, поэтому овощи с повышенной склонностью аккумулировать нитраты не следует выращивать в затемненных местах. Недостаток воды и пониженные температуры оказывают аналогичное действие, приводя к увеличению количества нитратов в растительной продукции. Накопление нитратов связано с низкой активностью фермента нитратредуктазы НАДФ·Н.

Таким образом, способность растений аккумулировать нитраты в значительной степени зависит от видов и сортов сельскохозяйственных культур, способов и условий их подкормки, состава почвы и других факторов.

До недавнего времени нитраты относили к малотоксичным веществам. Человек относительно легко переносит дозу в 150–200 мг нитратов в сутки, 500 мг считается предельно допустимой дозой, а 600 мг/сут – токсичная для взрослого человека доза.

Допустимая суточная доза (ДСД) нитратов для взрослого человека составляет от 300 до 325 мг.

Потенциальная токсичность нитратов, содержащихся в повышенной концентрации в пищевом сырье и продуктах питания, заключается в том, что они при определенных условиях могут окисляться до нитритов – солей азотистой кислоты, которые для человека являются ядами. В организме человека нитриты из нитратов образуются в пищеварительном тракте (ротовая полость, желудок, кишечник). Концентрация нитратов в слюне пропорциональна их количеству, потребляемому с пищей. Эта концентрация влияет на образование нитритов. Проникая вместе с пищей в слюну и тонкий кишечник, нитраты микробиологически восстанавливаются до нитритов, в результате в крови образуются нитрозил-ионы.

Цель работы: определить содержание нитратов в растительном материале с помощью ионометрического экспресс-метода определения нитратного азота (ГОСТ 29270–95).

Метод основан на измерении ионоселективным электродом концентрации нитрат-иона NO_3^- в солевой суспензии 1 %-го раствора алюмокалиевых квасцов при соотношении 1:4 для сырого растительного материала.

Метод применяется для растительного сырья и продуктов, не содержащих хлоридов, а также для продуктов, в которых содержание хлоридов не превышает содержания нитратов более чем в 50 раз.

2. Материалы и оборудование

1. Растительное сырье (картофель, морковь, яблоки и др.).
2. Ионоселективный электрод (нитратный) ЭМ-NO₃-01.
3. Хлорсеребряный электрод сравнения ЭВЛ-1МЗ.
4. Гомогенизатор.
5. Стеклянные стаканчики на 50 мл.
6. Стеклянные цилиндры на 50 мл.

Реактивы

1. Алюмокалиевые квасцы, 1 %-й раствор.
2. Дистиллированная вода.

3. Порядок выполнения работы

Работа выполняется фронтальным методом тремя группами бакалавров по 3–4 человека. Задания различаются видом растительного сырья.

3.1. Подготовка электродов к анализу

Ионоселективный электрод (нитратный) ЭМ-NO₃-01 перед началом работы заполняют приэлектродным раствором 0,1 М по KNO₃ и 0,005 М по KCl (10,11 г KNO₃ и 0,37 г KCl растворяют дистиллированной водой в мерной колбе емкостью 1000 мл и доводят объем до метки). Новый электрод в течение суток выдерживают в 0,1 М растворе KNO₃.

Прежде чем приступить к измерению, электрод помещают на 10 мин в дистиллированную воду, затем высушивают его фильтровальной бумагой и измеряют потенциал в трех растворах сравнения KNO₃ (0,0001 М, 0,001 М и 0,01 М). Если характеристика электрода отличается от заданной, то электрод находится в нерабочем состоянии. В промежутках между работой нитратный мембранный электрод ЭМ-NO₃-01

хранят в 0,1 М растворе KNO_3 . При длительном перерыве в работе (более двух дней) электрод хранят на воздухе.

Если нитратный ионоселективный электрод хранится в растворе сравнения, то ежедневно перед началом работы его следует помещать на 6–10 мин в дистиллированную воду. Если электрод хранится на воздухе, то его помещают на 30 мин в 0,1 М раствор KNO_3 . Затем электрод тщательно ополаскивают водой и промокают фильтровальной бумагой.

Хлорсеребряный электрод сравнения ЭВЛ-1МЗ в промежутке между работой хранят в дистиллированной воде.

3.2. Ход определения

Каждая группа бакалавров измельчает сырой растительный материал на терке.

В стеклянный стаканчик объемом 50 мл берут навеску растительного материала массой 12,5 г и переносят ее в стакан гомогенизатора, смывая остатки измельченного материала 1 %-м раствором алюмокалиевых квасцов (объем раствора алюмокалиевых квасцов составляет 50 мл), и гомогенизируют в течение 1 мин при 6000 об/мин.

При отсутствии гомогенизатора навеску растирают в ступке до однородной массы, переносят в плоскодонные колбы с притертыми крышками и перемешивают на встряхивателе в течение 3 мин.

Содержание нитратов в полученной суспензии определяют в трехкратном измерении. Для этого суспензию примерно в равных количествах разливают в 3 стеклянных стаканчика емкостью 50 мл.

В стаканчик с анализируемой суспензией помещают ионоселективный электрод (нитратный) вместе с хлорсеребряным электродом сравнения и снимают показания в pC_{NO_3} .

Показания прибора считывают не ранее чем через 1 мин после прекращения дрейфа показания прибора.

Полученные значения pC_{NO_3} переводят в мг/кг N-NO_3 .

По величине pC_{NO_3} в исследуемых объектах находят содержание нитратного азота (мг/кг или мг/л) по формуле

$$X = 10^{-p\text{NO}_3} 14 \frac{V}{m} 10^3,$$

где X – содержание $N-NO_3$ в анализируемом материале, мг/кг; 14 – атомная масса азота, г; V – объем экстрагирующего раствора, мл; m – навеска анализируемого материала, г; 10^3 – коэффициент перевода в мг; $-pNO_3$ – отрицательный логарифм концентрации нитрат-иона

$$-(-\log C_{N-NO_3}), \text{ т. е. } C_{N-NO_3} = 10^{-pNO_3}.$$

Полученные результаты заносят в таблицу.

Таблица

Содержание нитратов в растительном сырье

Исследуемые продукты	№ пробы	Показания, pC_{NO_3}	Содержание нитратного азота, мг/кг	\bar{X}	$\bar{X} \pm \Delta\bar{X}$
Картофель	1				
	2				
	3				
Морковь	1				
	2				
	3				
Яблоки	1				
	2				
	3				

При необходимости пересчета результатов на абсолютно сухое вещество пользуются формулой

$$X_1 = \frac{X \cdot 100}{100 - W},$$

где X_1 – содержание $N-NO_3$, мг/кг сухого вещества; X – содержание $N-NO_3$ в анализируемом материале, мг/кг; W – влажность материала, %; 100 – коэффициент пересчета в %.

Допустимая точность измерения нитратным ионоселективным электродом $0,5 pNO_3$.

За окончательный результат анализа принимают среднее арифметическое результатов трех параллельных определений, допустимое расхождение между которыми по отношению к среднему арифметиче-

скому при $P = 0,95$ не должно превышать, %: 30 – при содержании нитратов до 200 мг/кг; 25 – при содержании нитратов от 200 мг/кг и выше.

4. Математическая обработка результатов измерений

4.1. Рассчитать среднее арифметическое значение содержания нитратов – \bar{X} в исследуемых образцах:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i,$$

где n – число измерений.

4.2. Найти среднее квадратическое отклонение результата измерения:

$$S_{\bar{X}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}.$$

4.3. Определить доверительный интервал при вероятности $\alpha = 0,95$:

$$\Delta \bar{X} = t_{\alpha,n} \cdot S_{\bar{X}},$$

где $t_{\alpha,n}$ – коэффициент Стьюдента (см. табл.).

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t_{\alpha,n}$	12,7	4,3	3,2	2,8	2,6	2,4	2,4	2,3	2,3

4.4. Округлить результаты определения содержания нитратов – \bar{X} в соответствии с полученной величиной $\Delta \bar{X}$ и занести их значения в таблицу.

4.5. Найти относительную погрешность измерения $\varepsilon_{\bar{X}}$ (%):

$$\varepsilon_{\bar{X}} = \frac{\Delta \bar{X}}{\bar{X}} 100.$$

5. Оформление работы

Отчет о работе должен содержать:

1. Цель работы.
2. Краткое описание методики эксперимента.
3. Необходимые расчеты.
4. Отчетную таблицу.
5. Расчет погрешности определения нитратов в растительном сырье.
6. Анализ данных и выводы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНОГО СОДЕРЖАНИЯ НИТРИТОВ В МЯСНЫХ ПРОДУКТАХ

1. Теоретические положения

Качество продукции – это совокупность свойств, обуславливающих ее способность удовлетворять определенным требованиям потребителей.

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, определяется 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 (афлатоксина 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/сут) – 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 (E250) в технологии производства мясopодуктов определяется его комплексным воздействием на качество готовых изделий. Нитрит натрия способствует стабилизации окраски, участвует в формировании вкуса и аромата мяса, подавляет жизнедеятельность микроорганизмов, развитие окислительных процессов.

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 термической обработке и более устойчиво, чем миоглобин, к воздействию кислорода воздуха. Оптимальное значение pH для образования нитрозомиоглобина – от 5,2 до 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 в количестве 7,5 г на 100 кг сырья, состоящих из поваренной соли и нитрита натрия.

Нитрит натрия рекомендуется применять как средство, предупреждающее развитие *Cl. botulinum*.

Механизм токсического действия нитритов на организм человека заключается в их взаимодействии с гемоглобином крови и проявляется в форме метгемоглобинемии. Нитриты, поступая в кровь, взаимодействуют с гемоглобином, окисляя двухвалентное железо, в результате чего образуется нитрозогемоглобин, трансформирующийся в метгемоглобин и частично в сульфгемоглобин. В результате гемоглобин, имеющий красную окраску, превращается в метгемоглобин,

который имеет темно-коричневую окраску и блокирует центры переноса кислорода.

Таким образом, в патогенезе острой нитритной интоксикации основную роль играет трансформация гемоглобина в метгемоглобин, не способный осуществлять обратимое связывание кислорода. Установлено, что 1 мг нитрита может перевести в метгемоглобин около 2000 мг гемоглобина. В крови возрастает содержание молочной кислоты, холестерина, лейкоцитов, снижается количество белка. Вследствие уменьшения кислородной емкости крови развивается клиническая картина гипоксии.

Пороговой дозой нитрит-иона, вызывающей достоверное повышение концентрации метгемоглобина в крови человека, является примерно 0,05 мг/кг массы тела. При нормальном физиологическом состоянии в организме образуется примерно 2 % метгемоглобина. При содержании в крови 6–7 % метгемоглобина может отмечаться бессимптомный цианоз, при 30 % и более – симптомы острой интоксикации (головокружение, головная боль, одышка, тахикардия, слабость, цианоз), а при 50 % и более возникает опасность для жизни.

Токсичность нитритов зависит как от дозы, так и от способности организма с помощью метгемоглобинредуктазы, находящейся в эритроцитах, восстанавливать образовавшийся метгемоглобин снова в гемоглобин.

Особенно чувствительны к действию нитратов и нитритов маленькие дети. Чем меньше возраст грудных детей, тем тяжелее протекает нитритная интоксикация, так как у них частично или полностью отсутствует в эритроцитах метгемоглобинредуктаза. Поэтому, согласно рекомендациям ВОЗ, детей грудного возраста до 6 месяцев не следует кормить продуктами с содержанием нитратов более 10 мг/кг, нитритов – более 0,05 мг/кг, поить питьевой водой с концентрацией нитратов более 1 мг/л, а нитритов – более 0,005 мг/л. Кроме того, эмбриональный гемоглобин быстрее окисляется нитритами. Скорость окисления гемоглобина, вплоть до периода половой зрелости, постепенно уменьшается, а затем резко снижается.

Наряду с клиническими проявлениями интоксикации хроническое воздействие нитритов приводит к снижению содержания в организме витаминов А, Е, С, В₁, В₆. С этим связывают снижение устойчивости организма к воздействию различных факторов, в том числе онкогенных.

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, полупрокопченых и варено-копченых колбасах – не более 0,005 %; в колбасных изделиях, предназначенных для детского и диетического питания, содержание нитрита натрия должно составлять 0,0015 %.

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

Реактив Грисса в присутствии нитритов вызывает появление красно-розового 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 α -нафтиламином. Последняя реакция идет медленно, и появление окраски развивается во времени.

2. Материалы и оборудование

1. Колбасные изделия и свинокопчености.
2. Фотоэлектроколориметр (ФЭК).
3. Весы.
4. Водяная баня.
5. Мерные колбы емкостью 100 и 200 мл.
6. Конические колбы объемом 100 и 250 мл.
7. Стаканчики емкостью 100 мл.
8. Цилиндры объемом 50 мл.
9. Пипетки емкостью 2, 5 и 10 мл.
10. Воронки среднего диаметра.
11. Стеклянные палочки.
12. Бумажные фильтры.
13. Вата.
14. Ножи.

Реактивы

1. Растворы 1 и 2.
2. Гидроксид натрия NaOH, 0,1 н раствор.
3. Сульфат цинка ZnSO₄, 0,45 %-й раствор.
4. Аммиак NH₃, 5 %-й раствор.
5. Соляная кислота HCl, 0,1 н раствор.
6. Нитрит натрия NaNO₂, раствор сравнения.
7. Дистиллированная вода.

3. Порядок выполнения работы

Работа выполняется фронтальным методом двумя группами студентов по 4–5 человек. Задания зависят от вида мясных продуктов:

I группа – вареная колбаса;

II группа – сырокопченый продукт (свинина, говядина, баранина, сырокопченые колбасы).

3.1. Приготовление реактива Грисса

Смешать растворы 1 и 2 в соотношении 1:1.

3.2. Подготовка вытяжки.

I группа. Подготовка вытяжки из вареной колбасы.

В стаканчик емкостью 100 мл поместить навеску измельченной пробы продукта массой 20 г с точностью до 0,01 г; добавить от 35 до 40 мл дистиллированной воды, нагретой до температуры 55(± 2) °С, и настаивать в течение 10 мин при периодическом перемешивании стеклянной палочкой.

Содержимое стакана отфильтровать через смоченный 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 объемом 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 (± 2) °С, 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.

3.3. 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 ZnSO₄ для осаждения белков.

3.4. Содержимое колбы нагреть на кипящей водяной бане в течение 7 мин, охладить, довести до метки дистиллированной водой, перемешать и отфильтровать в чистую сухую колбу.

3.5. Анализ полученного фильтрата провести в трехкратном измерении.

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 на ФЭКе с зеленым светофильтром ($\lambda = 520$ нм) оптическую плотность раствора в кювете толщиной слоя 20 мм относительно раствора 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.

3.6. По полученным значениям оптической плотности с помощью калибровочного графика найти концентрацию нитрита натрия в 1 мл окрашенного раствора.

Массовая доля нитрита натрия в продукте вычисляется по формуле

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

где X – массовая доля нитрита натрия в продукте, %; M_1 – массовая концентрация нитрита натрия, найденная по калибровочному графику, мкг/мл; 200 – объем вытяжки продукта, мл; 100 – разведение вытяжки, мл; 30 – объем приготовленного окрашенного раствора, мл;

g – навеска продукта, г; 20 – объем вытяжки, взятой для осаждения белков, мл; 5 – объем фильтрата для приготовления окрашенного раствора, мл; 10^6 – коэффициент перевода в г; 100 – перевод в %.

Таблица

Содержание нитритов в мясных продуктах

Исследуемые продукты	№ пробы	Показания ФЭКа, D , отн. ед.	Содержание нитрита		\bar{X}	$\bar{X} \pm \Delta \bar{X}$
			найденное по калибровочному графику, мкг/мл	в продукте, %, X_i		
Колбаса вареная	1					
	2					
	3					
Свинокопчености	1					
	2					
	3					

4. Математическая обработка результатов измерений

4.1. Рассчитать среднее арифметическое значение содержания нитрита натрия – \bar{X} в исследуемых образцах:

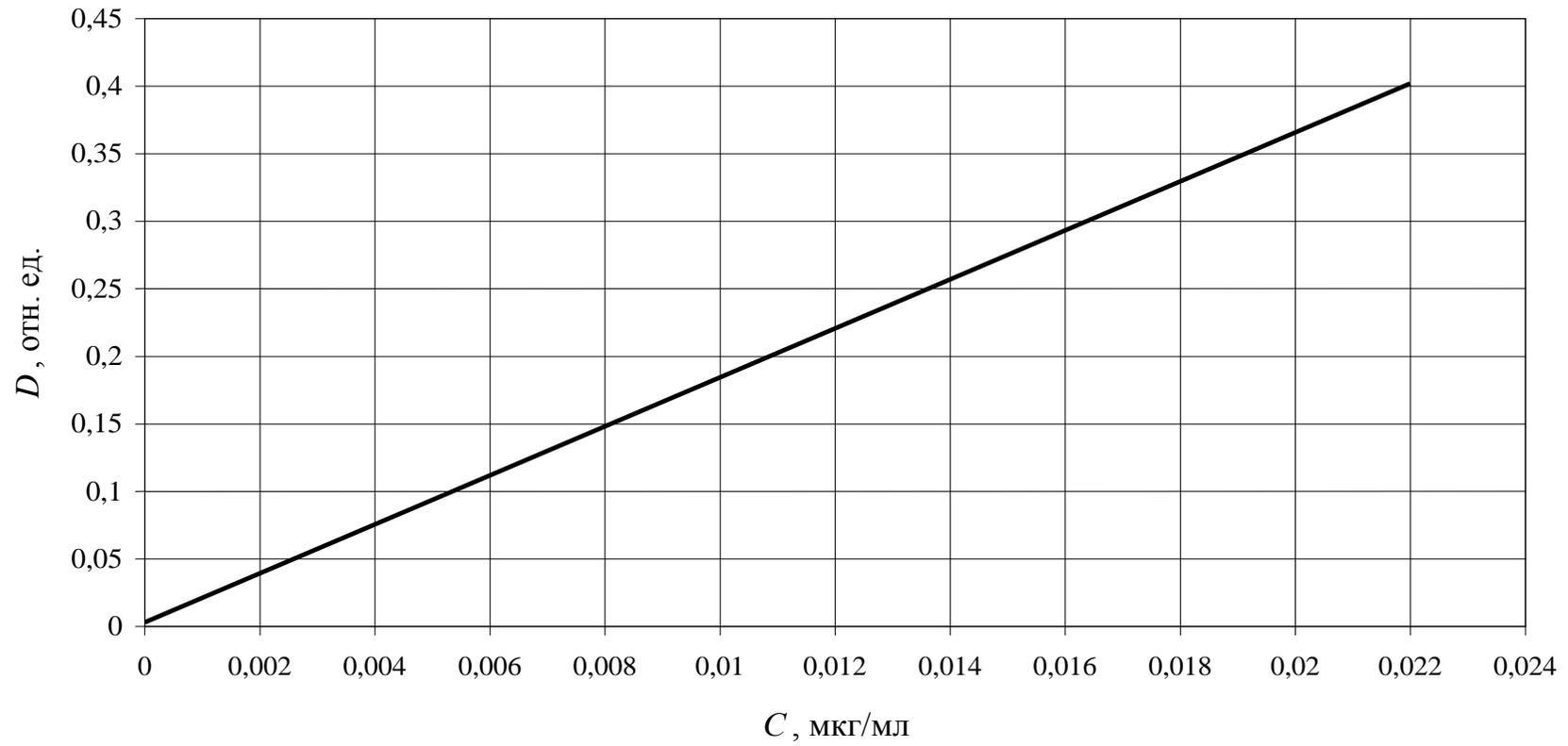
$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i,$$

где n – число измерений.

4.2. Найти среднее квадратическое отклонение результата измерения:

$$S_{\bar{X}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}.$$

Калибровочный график для определения содержания нитрита натрия



4.3. Определить доверительный интервал при вероятности $\alpha = 0,95$:

$$\Delta\bar{X} = t_{\alpha,n} S_{\bar{X}},$$

где $t_{\alpha,n}$ – коэффициент Стьюдента (см. табл.).

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t_{\alpha,n}$	12,7	4,3	3,2	2,8	2,6	2,4	2,4	2,3	2,3

4.4. Округлить результаты определения содержания нитрита натрия – \bar{X} в соответствии с полученной величиной $\Delta\bar{X}$ и занести их значения в таблицу.

4.5. Найти относительную погрешность измерения $\varepsilon_{\bar{X}}$ (%):

$$\varepsilon_{\bar{X}} = \frac{\Delta\bar{X}}{\bar{X}} 100.$$

5. Оформление работы

Отчет о работе должен содержать:

1. Цель работы.
2. Краткое описание методики эксперимента.
3. Необходимые расчеты.
4. Отчетную таблицу.
5. Расчет погрешности определения нитрита натрия в продуктах.
6. Анализ данных и выводы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

ИЗУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПЕКТИНОВ

1. Теоретические положения

Пектиновые вещества – высокомолекулярные соединения углеводной природы. В растительном сырье встречаются в виде пектина, протопектина и пектовой кислоты.

Протопектин входит в состав клеточных оболочек, содержится в межклеточных пространствах, он нерастворим в воде и обуславливает твердость плодов. По мере созревания протопектин расщепляется с образованием растворимого пектина.

Содержание пектина в плодах и овощах составляет (г/100 г продукта):

Абрикосы	3,9–8,6	Перец	6,0–8,7
Арбузы	1,0–1,5	Персики	5,0–8,9
Айва	5,3–9,6	Помидоры	2,0–4,1
Баклажаны	5,2–8,7	Свекла	0,7–2,0
Виноград	0,8–1,4	Сливы	3,6–5,3
Груши	3,5–4,2	Смородина красная	5,5–12,6
Земляника	3,3–7,9	Смородина черная	5,9–10,6
Малина	3,2–6,7	Тыква	2,6–9,3
Морковь	6,0–8,0	Черешня	1,7–3,9
Огурцы	5,9–9,4	Яблоки	4,4–7,5

В зависимости от степени этерификации все пектины условно разделяют на две подгруппы:

- 1) *высокоэтерифицированные* – степень этерификации более 50 %;
- 2) *низкоэтерифицированные* – степень этерификации менее 50 %.

В настоящее время выпускают несколько видов пектинов, выделяемых из различного сырья и отличающихся по составу и функциональным свойствам: яблочный, цитрусовый, свекловичный, пектин из корзинок подсолнечника, а также комбинированные пектины из смешанного сырья. Строение молекул пектинов, выделяемых из растительных объектов, имеет свои отличительные особенности: по молекулярной массе, степени этерификации, наличию ацетилированных гидроксильных групп. Особенности различных пектинов представлены в табл. 1.

Особенности различных пектинов

Вид пектина	Характеристика		
	по степени этерификации	по молекулярной массе	по наличию ацетильных групп
Яблочный	Высокоэтерифицированный	Высокомолекулярный	Неацетилированный
Цитрусовый	То же	Низкомолекулярный	То же
Свекловичный	Низкоэтерифицированный	То же	Ацетилированный
Подсолнечниковый	То же	Высокомолекулярный	То же

Указанные пектины отличаются также характером распределения карбоксильных групп по длине пектиновой молекулы: в яблочных пектинах это распределение равномерное, а в цитрусовых – нет.

Особенности химического строения пектиновых молекул, в частности степень этерификации, определяют различия их физико-химических свойств, основными среди которых являются растворимость, гелеобразующая и комплексообразующая способность.

Растворимость пектинов в воде повышается с увеличением степени этерификации их молекул и уменьшением молекулярной массы. Пектовая кислота, в молекуле которой нет этерифицированных карбоксильных групп, в воде нерастворима. При комнатной температуре в условиях интенсивного перемешивания в 100 мл воды растворяется от 4 до 8 г пектина, при температуре 60–80 °С – около 10 г, т. е. максимальная концентрация водных растворов пектина может составлять 10 %. Растворимость повышается в присутствии сахаров. Из-за наличия в пектиновых молекулах диссоциирующих свободных карбоксильных групп их водные растворы имеют кислую реакцию (рН около 3,5).

Главное свойство, на котором основано применение пектинов в пищевых технологиях, – гелеобразующая способность.

Гелевая структура растворов пектинов образуется в результате взаимодействия между собой пектиновых молекул и зависит от особенностей строения молекулы: молекулярной массы, степени эте-

рификации, характера распределения карбоксильных групп. Кроме того, на процесс гелеобразования влияют температура, рН среды и содержание дегидратирующих веществ.

Формирование пространственной структуры геля может происходить двумя способами:

– за счет изменения сил электростатического отталкивания пектиновых молекул в присутствии дегидратирующих веществ (сахарозы) в кислой среде (сахарно-кислотное гелеобразование);

– при участии ионов поливалентных металлов.

Тип ассоциации пектиновых молекул определяется степенью этерификации. Высокоэтерифицированные пектины образуют гели в присутствии кислоты (рН 3,1–3,5) с содержанием сухих веществ (сахарозы) не менее 65 %, низкоэтерифицированные – в присутствии ионов поливалентных металлов, например кальция, независимо от содержания сахарозы в широком диапазоне рН (от 2,5 до 6,5). Пектины высокой степени этерификации образуют высокоэластичные гели, имеющие тенденцию к возвращению формы в исходное состояние после ее изменения при механическом сдвиге.

Пектины низкой степени этерификации в зависимости от концентрации ионов кальция могут давать различные по консистенции гели – от высоковязких (не восстанавливающих исходную форму после деформирования) до высокоэластичных.

В 1970-х годах был разработан способ получения пектина из выжимок плодов (яблок, груш, айвы и др.), основанный на гидролизе сырья целловиридином ГЗХ. У препарата практически отсутствует пектолитическая активность. Гидролиз свежего сырья проводят в течение 2–3 ч при температуре от 45 до 50 °С, гидромодуле 1:3 и дозе препарата от 0,1 до 0,3 % от массы сырья. При гидролизе в экстракт переходит 85–90 % пектина, который представлен как пектиновой кислотой, так и в виде протопектина. При гидролизе этого же сырья целловиридином Г20Х в дозе 5,7–6,5 ед. целлюлазы на 1 г сырья в течение 2–3 ч получают пектин со степенью этерификации 88 %. Из экстракта извлекают концентрированные жидкие или спиртоосажденные препараты пектина. Способ применим и к другим видам сырья – выжимкам смородины и рябины.

Позднее было выяснено, что возможно использование пектин-расщепляющих ферментных препаратов (пектомацерин Г10Х и пекталлиацин Г10Х) для выделения пектина из цитрусовых выжимок.

Оптимальная доза первого препарата 0,0025–0,0062, второго – от 0,05 до 0,07 % массы сырья. При осаждении пектина из экстракта выход составляет 14 % массы сырья. Повышение дозы препаратов приводит к деградации пектина.

Разработан способ получения пектина из яблочных выжимок с использованием препарата винозим Л путем перевода протопектина в растворимый пектин при гидромодуле 1:1. Винозим Л является комплексным ферментным препаратом с пектолитической, целлюлазной, гемицеллюлазной, β -глюканазной активностями, поэтому при его действии наблюдается одновременное нарушение структуры полисахаридов – целлюлозы, гемицеллюлозы, крахмала, приводящее к образованию простых соединений.

Поскольку степень экстрагирования растворимого пектина из выжимок отстает от степени гидролиза, при проведении кратковременной ферментативной обработки выжимок в течение 30 мин создаются условия, благоприятные для перевода протопектина в растворимый пектин, а принятый гидромодуль 1:1 сдерживает экстрагирование растворимого пектина в гидролизат. При этом растворимый пектин остается в выжимках, что очень важно для получения студнеобразующего порошка, который можно использовать в консервной, кондитерской отраслях при производстве повидла, конфитюра, подварок, начинок для конфет, а также в качестве биологически активных добавок при получении соков с мякотью, хлебо-булочных и других изделий.

Перспективным сырьем для получения пектина является тыквенный жом, который является отходом производства тыквенного сока. Пектин получают с использованием ферментного препарата пектаваморина в количестве 14 % от массы воздушно-сухого жома по сравнению с 7 % при кислотной экстракции. Ферментный препарат обладает целлюлазной, β -глюкозидазной, эндополигалактуроназной активностями. Полученный тыквенный биопектин эффективно образует комплексы с тяжелыми металлами и может быть использован при производстве функциональных продуктов питания.

Возможно получение пектина с использованием пектиназно-целлюлазного комплекса (соотношение пектиназы и целлюлазы 1:10).

Пектинсодержащее растительное сырье разбавляют водой при гидромодуле 1:(4–5), нагревают до 40–50 °С, вносят пектиназно-целлюлазный ферментный препарат в количестве 0,03–0,05 % от мас-

сы сырья, проводят ферментализ в течение 90–120 мин при периодическом перемешивании и разделяют фазы. Возможно осуществление промывки твердой фазы водой и смешивание повторно отделенной жидкой фазы с ферментализатом. Далее из жидкой фазы мембранным концентрированием или спиртовым осаждением и сушкой выделяют целевой продукт. Выход пектина повышается в среднем на 10 % и зависит от вида сырья.

Основные области применения пектинов связаны с их функциональными свойствами. Гелеобразующая способность используется в кондитерской и консервной промышленности при изготовлении жележных кондитерских изделий и гелеобразной фруктово-ягодной консервной продукции: желе, мармелады, зефиры и пастилы, джемы, конфитюры, а также фруктовые начинки. На способности пектиновых молекул образовывать комплексы с белками основано их использование при получении кисломолочных продуктов (йогуртов и т. п.). Молекулы высокоэтерифицированных пектинов могут образовывать пектин-протеиновые комплексы. При рН 4,0–4,2 они вступают, например, во взаимодействие с молекулами казеина молока, что приводит к изменению общего заряда белковых молекул и обеспечивает их стабильность в кислой среде.

Технологическая функция стабилизатора проявляется молекулами пектина в таких дисперсных пищевых системах, как мороженое, майонезы, соки с мякотью. Аналогично некоторым видам модифицированных крахмалов можно использовать пектины в качестве низкокалорийного заменителя жиров в эмульсионных продуктах (наливные маргарины, майонезы).

Таким образом, пектин – это не только технологически необходимый продукт, но полезный для человека функциональный ингредиент.

Особый интерес представляет способность пектиновых веществ образовывать нерастворимые комплексные соединения с такими поливалентными металлами, как свинец, кобальт, ртуть, кадмий, хром, цинк, железо и др., т.е. участвовать в очищении организма от тяжелых металлов. С увеличением загрязнения окружающей среды, в том числе и тяжелыми металлами, возрастает значение в питании человека продуктов, богатых пектинами.

Терапевтический эффект пектина обусловлен его химической структурой. Полимерная цепь полигалактуроновой кислоты, наличие

свободных химически активных карбоксильных и гидроксильных групп способствуют образованию прочных нерастворимых комплексов с поливалентными металлами, которые выводятся из организма человека.

Изменения пектина в организме человека начинаются только в ободочной кишке, где он деметоксилируется и частично расщепляется до галактуроновой кислоты. Именно полигалактуроновая кислота взаимодействует с тяжелыми металлами и радионуклидами, связывая их. Образовавшиеся соли не всасываются через слизистую оболочку желудочно-кишечного тракта и выводятся из организма естественным путем.

Способность пектиновых молекул связывать поливалентные катионы увеличивается при снижении степени этерификации и повышении степени диссоциации свободных карбоксильных групп (т. е. при повышении pH среды), а по отношению к различным катионам изменяется в ряду



Наряду с токсичными элементами пектины способны связывать и выводить из организма стронций. Так, 1 г пектина способен связать от 160 до 420 мг стронция. При взаимодействии кобальта с пектином в соотношении 1:100 в нерастворимом комплексе может быть связано более 90 % данного металла. Наибольшим защитным эффектом в связывании радиоактивных металлов обладают пектины яблок. Обезвреживающее действие пектинов нашло широкое применение в лечебно-профилактическом питании для предупреждения интоксикаций соединениями тяжелых металлов, особенно неорганическими соединениями свинца, а также при работе с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений.

В последнее время пектины широко используются в качестве профилактических средств для групп населения, проживающих в зонах риска отравления тяжелыми металлами и радионуклидами.

Суточная потребность в пектиновых веществах для людей, работающих на предприятиях с вредными условиями труда, составляет 15–16 г/сут.

Являясь представителями пищевых волокон, пектины являются физиологически ценными пищевыми добавками (функциональными

ингредиентами), присутствие которых в пищевых продуктах традиционного рациона способствует улучшению состояния здоровья.

Сегодня человечество потребляет большое количество очищенных, а значит, освобожденных от пищевых волокон продуктов. В основном производитель не может воздействовать на уже принятые технологические режимы обработки сырья и технологии производства продуктов питания, но может вносить пищевые волокна в рецептуру и тем самым обогащать их.

Диетические пищевые волокна определяются как растительные полисахариды и лигнин, которые стойки к гидролизу пищеварительных ферментов человека. Доказано, что при увеличении содержания волокон (клетчатки, лигнина, пектина) в рационе питания снижается частота развития ряда злокачественных и доброкачественных опухолей. Наиболее четко эта зависимость прослеживается при раке органов системы пищеварения, в частности толстой и прямой кишок.

Как известно, пектин можно отнести к диетическим пищевым волокнам.

Растворимые пищевые волокна снижают уровень холестерина в крови. Холестерин играет важнейшую роль в обмене веществ. В организме человека он выполняет различные физиологические функции, основным из которых является образование витамина D, а также желчных кислот и половых гормонов.

Различают несколько видов холестерина: высокой плотности – это тот, который выполняет ранее описанные функции в организме человека, и низкой плотности, который, осаждаясь на стенках сосудов, вызывает серьезные изменения во всем организме.

В настоящее время в развитии атеросклероза ученые отводят важное место нарушению холестеринового обмена, и поэтому уровень «плохого» холестерина является одной из основных характеристик при биохимическом анализе крови.

Сегодня основным способом регулирования этого уровня является диета. В некоторых странах в диеты включены пищевые диетические волокна и, по сведениям Всемирной организации здравоохранения, эти страны имеют наименьший уровень заболевания атеросклерозом.

Опыты *in vitro* показали, что пектин существенно влияет на уровень холестерина. В основном пектиновая добавка дает положительный эффект при ее потреблении не ниже 6 г/сут. Но в среднем

функциональный уровень для эффективного проявления лежит в пределах 15–20 г/сут: такое количество пектина позволяет снизить уровень холестерина на 11–12 %.

Кроме того, пектины являются действующим началом ряда препаратов, предназначенных для лечения кровотечений. Лекарственные формы, содержащие пектины, стимулируют заживление ран, снижают содержание холестерина в крови, влияют на обмен желчных кислот, обладают анафилактическим действием, снижают токсичность антибиотиков и удлиняют сроки их действия.

Перечисленные свойства пектинов позволяют отнести их к ряду важнейших физиологически ценных пищевых добавок.

Являясь добавками природного происхождения, пектины совершенно безвредны. Однако избыточное потребление пектина ведет к брожению в толстой кишке и усиленному газообразованию с явлениями метеоризма, а также ухудшению усвоения белков, жиров, кальция, железа и других минеральных веществ. Поэтому установлено, что потребление пектинов не должно превышать 2–3 г/сут.

Цель работы: определение комплексообразующей способности пектинов по отношению к меди сравнительно с нейтральными полисахаридами (крахмалом) и белком.

Медь относится к числу тяжелых металлов, которые могут загрязнять пищевые продукты. Связывание меди в реакции комплексообразования с пектином лежит в основе профилактики возможных последствий ее попадания в организм человека.

В основе определения комплексообразующей способности исследуемого вещества по отношению к меди лежит фотокolorиметрическое определение последней в форме аммиаката меди, который имеет интенсивное синее окрашивание с максимумом поглощения при 620 нм и образуется при добавлении раствора аммиака к раствору, содержащему сульфат меди по реакции



2. Материалы и оборудование

1. Фотоэлектроколориметр (ФЭК).
2. Пипетки объемом 10, 5 и 1 см³.

3. Стеклянные пробирки со штативами емкостью 20 см³.
4. Стеклянные палочки.
5. Фильтровальная бумага.

Реактивы

1. Аммиак NH₃, 5 %-й раствор.
2. Сульфат меди CuSO₄, 1 %-й и 4 %-й растворы.
3. Пектин, 0,5 %-й раствор.
4. Белок, 0,5 %-й раствор.
5. Крахмал, 1 %-й раствор.
6. Дистиллированная вода.

3. Порядок выполнения работы

3.1. Выбор светофильтра

В пробирке смешивают 2 см³ 1 %-го раствора сульфата меди, 1 см³ 5 %-го водного раствора аммиака и 2 см³ воды. Содержимое пробирки встряхивают и на ФЭКе измеряют интенсивность образовавшейся окраски при разных светофильтрах (длинах волн) с целью уточнения максимума поглощения. Данные заносят в табл. 2, на их основании строят график изменения оптической плотности от длины волны и выбирают для работы светофильтр, при котором оптическая плотность раствора максимальна.

Таблица 2

Зависимость оптической плотности от длины волны

Длина волны, нм	Цвет светофильтра	Оптическая плотность
380		
415		
500		
530		
600		
630		
720		

3.2. Построение калибровочной кривой

Из 1 %-го исходного раствора сульфата меди (CuSO_4) готовят растворы с меньшей концентрацией по следующей схеме:

Раствор	Концентрация CuSO_4 , мг/см ³
1. Исходный раствор	10
2. 9 см ³ (1) + 1 см ³ воды	9
3. 8 см ³ (1) + 2 см ³ воды	8
4. 7 см ³ (1) + 3 см ³ воды	7
5. 6 см ³ (1) + 4 см ³ воды	6
6. 5 см ³ (1) + 5 см ³ воды	5
7. 4 см ³ (1) + 6 см ³ воды	4
8. 3 см ³ (1) + 7 см ³ воды	3
9. 2 см ³ (1) + 8 см ³ воды	2
10. 1 см ³ (1) + 9 см ³ воды	1

Содержимое пробирок перемешивают и проводят реакцию образования аммиаката меди. Для этого отбирают 2 см³ испытуемого раствора, добавляют 1 см³ раствора аммиака и 2 см³ воды. Пробирки встряхивают и измеряют на ФЭКе интенсивность образовавшейся окраски при выбранном светофильтре. Полученные данные заносят в табл. 3 и строят калибровочную кривую зависимости оптической плотности от концентрации раствора сульфата меди. Работа по построению калибровочной кривой дублируется 2–3 раза. При этом используют те же растворы сульфата меди.

Таблица 3

Данные для построения калибровочной кривой

№ пробирки	Концентрация CuSO_4 , мг/см ³	Оптическая плотность	Примечание

3.3. Определение способности пектина связывать ионы меди

В ряд пробирок вносят испытуемые растворы в количествах, указанных в табл. 4.

Содержимое пробирок перемешивают. Образующиеся в них осадки отделяют фильтрованием и измеряют на ФЭКе при выбранном светофильтре оптическую плотность каждого образца фильтрата. Результаты измерений заносят в табл. 4. Расчет содержания меди ведут по калибровочной кривой.

Таблица 4

Оптическая плотность испытуемых растворов

№ п/п	4 %-й раствор CuSO ₄ , см ³	0,5 %-й раствор пектина, см ³	Вода, см ³	Оптическая плотность	Количество связанной меди, мг
1	1	0,0	4,0		
2	1	0,5	3,5		
3	1	1,0	3,0		
4	1	2,0	2,0		
5	1	3,0	1,0		

3.4. Определение способности белка связывать ионы меди

В ряд пробирок вносят испытуемые растворы в количествах, указанных в табл. 5.

Таблица 5

Оптическая плотность испытуемых растворов

№ п/п	4 %-й раствор CuSO ₄ , см ³	0,5 %-й раствор белка, см	Вода, см ³	Оптическая плотность	Количество связанной меди, мг
1	1	0,0	4,0		
2	1	0,5	3,5		
3	1	1,0	3,0		
4	1	2,0	2,0		
5	1	3,0	1,0		

Содержимое пробирок перемешивают и фильтруют. Измеряют оптическую плотность фильтратов, полученные результаты заносят в табл. 5. По калибровочной кривой рассчитывают количество меди, связанное белком.

3.5. Определение способности смеси белка и пектина связывать ионы меди

В ряд пробирок вносят испытуемые растворы в количествах, указанных в табл. 6.

Содержимое пробирок фильтруют и для каждого фильтрата по интенсивности окраски аммиаката меди измеряют оптическую плотность. Результаты измерений вносят в табл. 6. По калибровочной кривой рассчитывают количество меди, связанное смесью белка и пектина.

Таблица 6

Оптическая плотность испытуемых растворов

№ п/п	4 %-й раствор CuSO ₄ , см ³	0,5 %-й раствор пектина, см ³	0,5 %-й раствор белка, см ³	Вода, см ³	Оптическая плотность	Количество связанной меди, мг
1	1,0	1,0	0,0	3,0		
2	1,0	1,0	0,5	2,5		
3	1,0	1,0	1,0	2,0		
4	1,0	1,0	1,5	1,5		
5	1,0	1,0	2,0	1,0		
6	1,0	0,0	1,0	3,0		
7	1,0	0,5	1,0	2,5		
8	1,0	1,0	1,0	2,0		
9	1,0	2,0	1,0	1,0		
10	1,0	3,0	1,0	0,0		
11	1,0	0,0	0,0	4,0		

3.6. Определение способности крахмала связывать ионы меди

В ряд пробирок вносят испытуемые растворы в количествах, указанных в табл. 7.

Таблица 7

Оптическая плотность испытуемых растворов

№ п/п	4 %-й раствор CuSO ₄ , см ³	1 %-й раствор крахмала, см ³	Вода, см ³	Оптическая плотность	Количество связанной меди, мг
1	1	0	4		
2	1	1	3		

№ п/п	4 %-й раствор CuSO ₄ , см ³	1 %-й раствор крахмала, см ³	Вода, см ³	Оптическая плотность	Количество связанной меди, мг
3	1	2	2		
4	1	3	1		
5	1	4	0		

Содержимое пробирок встряхивают, при необходимости фильтруют и в фильтрах определяют содержание ионов меди по принятой методике.

4. Оформление работы

Отчет о работе должен содержать:

1. Цель работы.
2. Краткое описание методики эксперимента.
3. Отчетные таблицы.
4. Графические построения
5. Анализ данных и выводы.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДОВОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ МЯСА

1. Теоретические положения

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, экспертизу 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 ($n^{20\text{°C}}$) 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 %

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.

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

2. Материалы и оборудование

1. Не менее трех различных видов мяса массой по 100 г.
2. Не менее трех различных видов жира массой по 30 г.
3. Наборы преципитирующих сывороток и соответствующих нормальных сывороток крови наиболее распространенных видов животных, но не менее трех видов.
4. Рефрактометр.
5. Мясорубка.

6. Весы.
7. Электроплитка.
8. Термометр.
9. Ковши для растапливания жира.
10. Конические колбы объемом 250 мл.
11. Цилиндры емкостью 100 мл.
12. Пипетки объемом 10, 5 и 1 мл.
13. Стеклянные пробирки емкостью 10 мл.
14. Воронки среднего диаметра.
15. Стеклянные палочки.
16. Фильтровальная бумага.
17. Ножи.
18. Ножницы.

Реактивы

1. Раствор Люголя.
2. Физиологический раствор (0,85 %-й раствор NaCl).
3. Дистиллированная вода.

3. Порядок выполнения работы

Работа выполняется фронтальным методом тремя группами бакалавров по 2–4 человека. Задания зависят от вида мяса, жира и сывороток крови.

3.1. Определение коэффициента преломления животного жира

Каждая группа бакалавров 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

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

где $n^{20\text{ }^\circ\text{C}}$ – 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 табл. 1. Для сравнения этих показателей в прил. 2 приведены коэффициенты преломления животных жиров.

Таблица 1

Коэффициенты преломления исследуемых животных жиров

Вид исследуемого жира	№ пробы	Коэффициент преломления при температуре 20 °С, X_i	\bar{X}	$\bar{X} \pm \Delta\bar{X}$
Говяжий	1			
	2			
	3			
Свиной	1			
	2			
	3			
Куриный	1			
	2			
	3			

3.2. 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.

3.3. Реакция преципитации

Для проведения реакции преципитации каждая группа бакалавров 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 преципитирующей 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 табл. 2.

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.

Примером может служить опыт с вытяжкой мяса лошади, результаты которого представлены в прил. 3.

Реакция преципитации

Вид исследуемого мяса	Содержимое пробирок	Преципитирующие сыворотки из мяса		
		крупного рогатого скота	свиньи	курицы
Говядина	Исследуемая вытяжка			
	Физраствор			
	Нормальная сыворотка			
Свинина	Исследуемая вытяжка			
	Физраствор			
	Нормальная сыворотка			
Курятина	Исследуемая вытяжка			
	Физраствор			
	Нормальная сыворотка			

4. Математическая обработка результатов измерений

4.1. Рассчитать среднее арифметическое значение коэффициента преломления \bar{X} в исследуемых образцах

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i,$$

где n – число измерений.

4.2. Найти среднее квадратическое отклонение результата измерения:

$$S_{\bar{X}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}.$$

4.3. Определить доверительный интервал при вероятности $\alpha = 0,95$:

$$\Delta \bar{X} = t_{\alpha, n} \cdot S_{\bar{X}},$$

где $t_{\alpha, n}$ – коэффициент Стьюдента (см. табл.).

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t_{\alpha, n}$	12,7	4,3	3,2	2,8	2,6	2,4	2,4	2,3	2,3

4.4. Округлить результаты определения коэффициента преломления \bar{X} в соответствии с полученной величиной $\Delta \bar{X}$ и занести их значения в табл. 1.

4.5. Найти относительную погрешность измерения $\varepsilon_{\bar{X}}$ (%):

$$\varepsilon_{\bar{X}} = \frac{\Delta \bar{X}}{\bar{X}} 100.$$

5. Оформление работы

Отчет о работе должен содержать:

1. Цель работы.
2. Краткое описание методики эксперимента.
3. Необходимые расчеты.
4. Отчетные таблицы.
5. Расчет погрешности определения коэффициента преломления животного жира.
6. Анализ данных и выводы.

Приложения к лабораторной работе № 6

Приложение 1

Температура плавления животных жиров, °С

Вид животного	Внутренний жир	Наружный жир
Крупный рогатый скот	49,5–52,0	45,0–48,0
Лошади	31,5	27,0–28,5
Свиньи	45,3	37,5
Овцы, козы	46,0	48,0
Олени	52,0	48,0
Верблюды	48,0	36,0
Лоси	46,0	48,0
Медведи	32,2–36,0	30,0

Приложение 2

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

Приложение 3

Реакция преципитации (на примере вытяжки из мяса лошади)

Содержимое пробирок	Преципитирующие сыворотки из мяса					
	крупного рогатого скота	лошади	свиньи	овцы	козы	собаки
Исследуемая вытяжка	–	+	–	–	–	–
Физиологический раствор	–	–	–	–	–	–
Нормальные сыворотки	+	+	+	+	+	+

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПОЛУДЫ (ОЛОВА) В ЖЕСТИ

1. Теоретические положения

«Каждый человек за свою жизнь съедает массу грязи», – гласит старая английская пословица. Человек потребляет большое количество веществ, которые нельзя назвать питательными. Кроме разнообразных органических веществ, в состав пищи входят почти все металлы и неметаллы. Некоторые из них являются действительно пищевыми веществами; большинство же присутствует в довольно больших количествах и считается индифферентными; остальные – явно токсичны. Они и составляют часть «грязи» и относятся к загрязнителям.

Использование тяжелых металлов весьма распространено в современных технологиях, ими во многом злоупотребляют, что отрицательно сказывается на экологической обстановке всего мира. Металлы содержатся в достаточных количествах в воздухе, воде, почве, что, несомненно, ведет к их попаданию в живые организмы низших ступеней развития и далее по пищевым цепям поступает в организмы высших животных и человека.

К группе тяжелых металлов относят, за исключением благородных и редких, те из них, которые имеют плотность более 8000 кг/м^3 : свинец, медь, цинк, никель, кадмий, кобальт, сурьму, висмут, ртуть, олово, ванадий. Подобное выделение выглядит весьма условным, и в группу тяжелых металлов относят обычно также хром, золото, платину, железо, марганец, а также полуметалл мышьяк. Многие из этих представителей широко распространены в окружающей среде и способны вызвать заболевания у людей.

При загрязнении сырья и продуктов металлами имеются некоторые особенности, которые отличают этот вид загрязнения от других. Несмотря на то, что одни металлы токсичны даже в очень малых дозах, а другие токсичны, если их количество превосходит некоторый уровень, большинство из них присутствует в пищевых продуктах. Два очень токсичных металла – селен и кобальт – не только входят в состав многих продуктов, но в следовых количествах являются существенными пищевыми веществами.

Не всегда возможно установить различие между жизненно необходимыми и токсичными металлами. Все металлы могут проявлять токсичность при потреблении в избыточном количестве. Иногда грань между токсичностью и нетоксичностью очень мала, как, например, для селена. Кроме того, трудно рассматривать токсичность металла, взятого отдельно. Обычно металлы в организме взаимодействуют между собой. Например, физиологическое воздействие кадмия на организм, в том числе его токсичность, зависит от количества присутствующего цинка, а функции железа в клетках определяются наличием меди, кобальта, молибдена и цинка.

Основным источником поступления тяжелых металлов в организм человека (до 70 %) являются пищевые продукты, поэтому начиная с 60-х годов XX столетия во многих странах стали интенсивно исследовать пищевые продукты на содержание различных металлов и проводить работы по изучению степени их опасности для здоровья человека.

Главным источником загрязнения пищевых продуктов оловом являются луженые консервные банки из белой жести. При поступлении с пищевыми продуктами, содержащими до 1–2 мг/кг олова, всасывание составляет около 1 %. Накопления его в тканях и органах человека не обнаружено, пути выведения из организма – моча, желчь. Необходимость олова для человека не доказана, однако содержание в организме взрослого человека в количестве около 17 мг позволяет предположить возможность участия элемента в обменных процессах.

Активность перехода олова в пищевые продукты возрастает при повышении температуры хранения выше 20 °С, высоком содержании в продукте органических кислот, нитратов и окислителей, которые усиливают растворимость олова. Содержание олова в консервах не превышает 20–175 мг/кг при соблюдении условий и сроков хранения, в противном случае количество его в продуктах увеличивается в десятки раз. Не исключено взаимодействие олова с отдельными компонентами пищи с образованием более токсичных органических соединений. Опасность отравления оловом увеличивается присутствием его постоянного спутника – свинца.

Повышенная концентрация олова в пищевых продуктах придает им неприятный металлический привкус, изменяет цвет. Имеются данные, что токсичная доза олова при его однократном потреблении составляет от 5 до 7 мг/кг массы тела, т. е. 300–500 мг. Признаки

отравления оловом напоминают симптомы острого гастрита (тошнота, рвота и др.), также наблюдается снижение активности пищеварительных ферментов.

ПДК по олову устанавливается только в консервах: для взрослых – до 200, для детей – до 100 мг/кг.

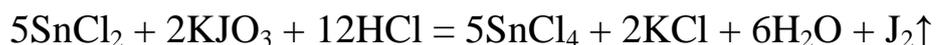
Для предотвращения загрязнения пищевых продуктов оловом внутреннюю поверхность тары и оборудование покрывают стойким гигиенически безопасным лаком или полимерным материалом, используют стеклянную тару, соблюдают режимы и сроки хранения.

Неорганические соединения олова малотоксичны. Наибольшую опасность представляют органические соединения, которые применяются в сельском хозяйстве в качестве фунгицидов, а в химической промышленности – как стабилизаторы поливинилхлоридных полимеров.

Цель работы: определить содержание полуды (олова) в жести, использованной для изготовления консервных банок.

Свойства жести определяют качество изготавливаемых из нее консервных банок и пригодность консервов к длительному хранению. Дефекты, возможные при изготовлении банок, в первую очередь зависят от свойств жести. Длительность хранения консервов обуславливается способностью внутренней поверхности банки противостоять коррозии под действием содержимого. Процессы коррозии ведут к нарушению прочности и целостности банки, а также к переходу в продукт нежелательных и вредных примесей, например, тяжелых металлов.

Содержание полуды (олова) в жести определяют йодометрическим методом, основанным на окислении йодноватокислым калием KJO_3 двухвалентного олова до четырехвалентного. Содержание олова определяют по количеству $0,15$ н раствора йодноватокислого калия, израсходованного на окисление олова. Окончание реакции определяют по выделению свободного йода.



2. Материалы и оборудование

1. Жестяные консервные банки с продуктом.
2. Кастрюли.
3. Электрические плитки с закрытой спиралью.
4. Штампы для вырезания образцов жести.
5. Стеклянные колбы емкостью 100 мл с пробками.
6. Стеклянные цилиндры объемом 50 мл.
7. Пипетки емкостью 1, 2 и 10 мл.

Реактивы

1. Кислота соляная HCl, плотность 1,19 кг/м³.
2. Йодноватокислый калий KJO₃, 0,15 н раствор.
3. Крахмал, 1 %-й раствор.
4. Кусочки мрамора.
5. Дистиллированная вода.

3. Порядок выполнения работы

Работа выполняется фронтальным методом тремя группами бакалавров по 2–4 человека. Задания зависят от вида консервированного продукта.

3.1. Проверка внешнего вида тары консервов

Каждая группа бакалавров при внешнем осмотре тары консервов проверяет наличие и состояние этикетки, содержание надписи на ней (название, местонахождение предприятия, наименование продукта, сорт, вес нетто, год, дата изготовления и ГОСТ). Кроме того, отмечают внешний вид тары, т. е. наличие дефектов, видимых простым глазом: нарушение герметичности, подтеки, вздутие крышки, хлопающие крышки и др.; для жестяных банок особо отмечают деформацию корпуса, доньшек, ржавчину и степень ее распространения, дефекты шва, дефекты в закатке доньшек.

Результаты осмотра внешнего вида консервной тары бакалавры записывают в таблицу.

3.2. Проверка герметичности жестяных банок

После проверки внешнего вида каждая группа бакалавров проводит проверку герметичности консервной банки.

Для этого жестяные банки освобождают от этикеток, моют и помещают в предварительно нагретую до кипения воду, взятую примерно в четырехкратном количестве по отношению к весу банки так, чтобы температура воды после погружения банки была около 85 °С, а слой воды над банкой составлял 25–30 мм. Появление струйки пузырьков воздуха в каком-либо месте банки указывает на то, что последняя негерметична. Банки следует выдерживать в горячей воде 5–7 мин.

Результаты проверки герметичности консервной тары бакалавры заносят в таблицу.

Для дальнейших испытаний отбирают только герметически укупоренные банки.

3.3. Определение содержания полуды (олова) в жести

Каждая группа бакалавров вскрывает консервную банку, извлекает содержимое, тщательно моет банку, ополаскивает дистиллированной водой, высушивает в сушильном шкафу и использует для определения содержания полуды в жести.

Из жести банки каждая группа бакалавров калиброванным штампом на равном расстоянии друг от друга выштамповывает по 10 образцов диаметром 20 мм.

В стеклянную колбу вместимостью 100 мл наливают 10 мл соляной кислоты (плотность 1,19 кг/м³), подогревают до кипения, опускают кусочек мрамора и 10 выштампованных образцов испытуемой жести и в течение 5 мин растворяют, предварительно закрыв колбу пробкой с клапаном. За это время полностью снимается оловянный слой и подслои.

В полученный раствор с оставшимися нерастворившимися железными пластинами помещают кусочки мрамора и добавляют 50 мл свежепрокипяченной и охлажденной дистиллированной воды.

После охлаждения вливают 1–2 мл 1 %-го раствора крахмала и титруют 0,15 н раствором КЮ₃ (титрованный раствор) до исчезающей синей окраски.

Количество полуды с двух сторон листа X (г/м²) определяют по формуле

$$X = \frac{0,0089V}{S} 10000,$$

где V – количество 0,15 н раствора КЮ₃, израсходованное на титрование, мл; S – площадь 10 выштампованных образцов, см²; 0,0089 – количество олова, эквивалентное титру 0,15 н раствора КЮ₃, г; 10000 – коэффициент для перевода см² в м².

Результаты исследования заносятся в таблицу.

Таблица

Исследование жестяной консервной тары

Вид консервной продукции	Внешний вид тары	Проверка герметичности тары	Количество 0,15 н раствора КЮ ₃ , пошедшее на титрование, мл	Площадь 10 образцов жести, см ²	Содержание полуды, г/м ²

4. Оформление работы

Отчет о работе должен содержать:

1. Цель работы.
2. Краткое описание методики эксперимента.
3. Необходимые расчеты.
4. Отчетную таблицу.
5. Анализ данных и выводы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ СВЕЖЕСТИ СЫРЬЯ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

1. Теоретические положения

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, первичной 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, аминок- и жирнокислотный 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 основ-

ном 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.

Водосвязывающая способность мяса уменьшается и достигает минимума к моменту наиболее полного развития окоченения. В результате накопления молочной, пировиноградной и ортофосфорной 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.

Цель работы: оценить степень свежести мяса с помощью органолептического и физико-химических методов определения рН потенциометрическим способом; водосвязывающей способности (ВСС) центрифугированием; продуктов первичного распада белков в бульоне по реакции с сульфатом меди; реакцией на аммиак с реактивом Несслера; реакцией на свободный аммиак по лакмусовой бумаге; реакцией на сероводород; реакцией на пероксидазу с бензидином; изонитрильной пробе; определения аминоаммиачного азота (ААА) формольным титрованием.

2. Материалы и оборудование

1. Мясо различной степени свежести.
2. Мясорубки.
3. Весы.
4. Инфракрасная лампа.
5. Гомогенизатор.
6. Термостат или сушильный шкаф с температурой 30 °С.
7. Водяная баня.
8. рН-метр.
9. Центрифуга.
10. Стеклянные стаканы емкостью 100 и 150 мл.
11. Воронки среднего диаметра.
12. Конические колбы объемом 100, 150 и 200 мл.
13. Пробирки.
14. Стеклянные цилиндры емкостью 25 и 100 мл.
15. Пипетки объемом 2 и 10 мл.
16. Стеклянные палочки.
17. Стеклянные и металлические бюксы.
18. Бумажные фильтры.
19. Лакмусовая бумага.
20. Вата.
21. Ножи.

Реактивы

1. Сульфат меди CuSO_4 , 5 %-й раствор.
2. Реактив Несслера.
3. Уксуснокислый свинец, щелочной раствор.
4. Бензидин, 0,2 %-й спиртовой раствор.
5. Перекись водорода H_2O_2 , 2 %-й раствор.
6. Гидроксид калия KOH , 1 %-й спиртовой раствор.
7. Хлороформ.
8. Гидроксид натрия NaOH , 0,1 н и 0,2 н растворы.
9. Фенолфталеин, 1 %-й спиртовой раствор.
10. Формалин, 40 %-й раствор.
11. Дистиллированная вода.

3. Порядок выполнения работы

Лабораторная работа проводится фронтальным методом тремя группами бакалавров 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.

3.1. 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 табл. 1.

Органолептические показатели мяса разной степени свежести

Название показателя	Органолептические показатели		
	Свежее	Сомнительной свежести	Несвежее
Внешний вид и цвет			
Консистенция			
Запах			
Прозрачность и аромат бульона			

3.2. Определение степени свежести мяса по величине рН

В работе используется портативный рН-метр № 5123.

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.

3.3. 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 окон-

чании 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

$$M_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m}$$

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

$$X_i = \frac{M_1 - M_2}{m_5} 100,$$

где m_5 – масса навески фарша, г.

Полученные результаты заносят в табл. 2.

Таблица 2

Водосвязывающая способность мяса разной степени свежести

Сырье	№ пробы	Масса надосадочной жидкости, г	ВСС, X_i , %	\bar{X}	$\bar{X} \pm \Delta \bar{X}$
Мясо свежее	1				
	2				
	3				

Сырье	№ пробы	Масса надосадочной жидкости, г	ВСС, X_i , %	\bar{X}	$\bar{X} \pm \Delta\bar{X}$
Мясо сомнительной свежести	1				
	2				
	3				
Мясо несвежее	1				
	2				
	3				

3.4. 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.

3.5. 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.

3.6. 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.

3.7. Реакция на сероводород

При разложении цистина и метионина – аминокислот белков, содержащих серу, – выделяется сероводород, который с уксуснокислым 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 бюксу емкостью 80–100 мл рыхлым слоем помещается исследуемый фарш. Полоску фильтровальной бумаги, смоченную щелочным раствором уксуснокислого 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.

3.8. 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.

3.9. Изонитрильная проба

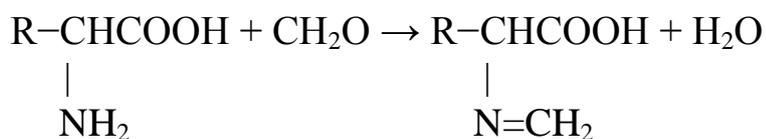
Изонитрильная проба позволяет установить наличие аминов, которые образуются при бактериальном разложении белков. Образующиеся амины в присутствии хлороформа с едкой щелочью дают изонитрил, обладающий резким, отвратительным запахом.

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 слабого нагревания содержимое пробирок выливают, пробирки ополаскивают один раз холодной водой и проверяют запах остаточного содержимого.

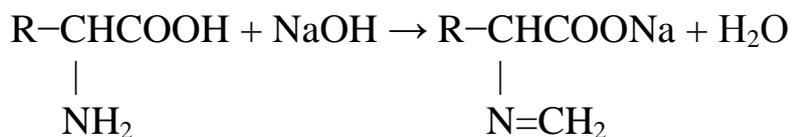
Свежее мясо дает ароматический эфиropодобный запах. Не совсем свежее, но еще не испорченное мясо дает слабый неприятный запах. При испорченном мясе образуется резкий, неприятный запах изонитрила.

3.10. Определение аминокислотного азота формальным титрованием

Метод определения аминокислотного азота (ААА) основан на взаимодействии аминокислот с формалином, при котором образуются метиленовые соединения, представляющие собой кислоты:



Эти кислоты являются более сильными, чем свободные аминокислоты, и могут быть оттитрованы щелочью. Реакция титрования протекает по следующему уравнению:



По количеству щелочи, израсходованной на титрование, можно рассчитать содержание азота аминных групп.

Бакалавры одной из групп готовят формольную смесь.

Для этого к 100 мл 40 %-го раствора формалина добавляют 2 мл 1 %-го спиртового раствора фенолфталеина и оттитровывают 0,2 н раствором NaOH до слабо-розового окрашивания.

Каждая группа бакалавров взвешивает на весах по 20 г исследуемого мясного фарша, помещает его в коническую колбу емкостью 150–200 мл, заливает 80 мл дистиллированной воды, взбалтывает в течение трех минут и фильтрует через бумажный фильтр в чистую коническую колбу объемом 150–200 мл.

Полученный фильтрат используется для исследования. Определение аминокислотного азота проводится трижды.

10 мл исследуемого фильтрата помещают в коническую колбу объемом 100 мл, добавляют 40 мл дистиллированной воды, 3 капли 1 %-го раствора фенолфталеина и оттитровывают 0,1 н раствором NaOH до слабо-розового окрашивания. Затем в эту же колбу добавляют 10 мл формальной смеси и оттитровывают 0,1 н раствором NaOH до слабо-розового окрашивания. Количество 0,1 н раствора NaOH, пошедшего на второе титрование, заносят в табл. 3.

Количество аминокислотного азота в 10 мл фильтрата определяют умножением коэффициента 1,4 на количество миллилитров 0,1 н раствора NaOH, пошедшего на второе титрование.

1 мг-экв аминокислотного азота соответствует 1 мг-экв щелочи. При использовании 0,1 н раствора NaOH 1 мл щелочи соответствует $14 \cdot 0,1 = 1,4$ мг азота.

Свежее мясо содержит до 1,26 мг аминокислотного азота; мясо подозрительной свежести – от 1,27 до 1,68 мг; несвежее – более 1,69 мг.

Полученные результаты заносят в табл. 3.

Таблица 3

Содержание аминокислотного азота в мясе разной степени свежести

Сырье	№ пробы	Количество 0,1 н NaOH, мл	ААА, X_i , мг	\bar{X}	$\bar{X} \pm \Delta \bar{X}$
Мясо свежее	1				
	2				
	3				

Сырье	№ пробы	Количество 0,1 н NaOH, мл	ААА, X_i , мг	\bar{X}	$\bar{X} \pm \Delta\bar{X}$
Мясо сомнительной свежести	1				
	2				
	3				
Мясо несвежее	1				
	2				
	3				

4. Математическая обработка результатов измерений

4.1. Рассчитать среднее арифметическое значение определяемого показателя (ВСС, ААА) \bar{X} в исследуемых образцах:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i,$$

где n – число измерений.

4.2. Найти среднее квадратическое отклонение результата измерения:

$$S_{\bar{X}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}.$$

4.3. Определить доверительный интервал при вероятности $\alpha = 0,95$:

$$\Delta\bar{X} = t_{\alpha,n} S_{\bar{X}},$$

где $t_{\alpha,n}$ – коэффициент Стьюдента (см. табл.).

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t_{\alpha,n}$	12,7	4,3	3,2	2,8	2,6	2,4	2,4	2,3	2,3

4.4. Округлить результаты определения показателя (ВСС, ААА) \bar{X} в соответствии с полученной величиной $\Delta\bar{X}$ и занести их значения в табл. 3.

4.5. Найти относительную погрешность измерения $\varepsilon_{\bar{X}}$ (%):

$$\varepsilon_{\bar{X}} = \frac{\Delta\bar{X}}{\bar{X}} 100.$$

5. Оформление работы

Отчет о работе должен содержать:

1. Цель работы.
2. Краткое описание методики эксперимента.
3. Необходимые расчеты.
4. Отчетные таблицы.
5. Расчет погрешности определения водосвязывающей способности и аминоаммиачного азота.
6. Анализ данных и выводы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА МОРОЖЕНОЙ РЫБЫ

1. Теоретические положения

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 липолитических 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 – 10–15 %; 3) белковые – 15–20 %; 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 25–30 % 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 $0,92-0,93 \text{ г/см}^3$.

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 (окси кислоты, высокомолекулярные альде-

гиды) 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.

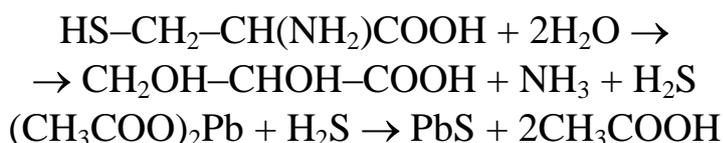
Содержание перекисных соединений в жире оценивают по величине перекисного числа. По его значению судят о начале и глубине окисления жира. В свежей рыбе перекисей нет.

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

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



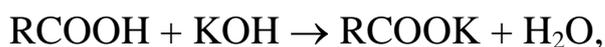
При разложении цистина и метионина – аминокислот белков, содержащих серу, выделяется сероводород, который с уксуснокислым свинцом образует сернистый свинец – соединение черного цвета:



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

Кислотное число (кислотность) жира – количество миллиграммов едкого кали, необходимое для нейтрализации свободных жирных кислот, содержащихся в 1 г жира.

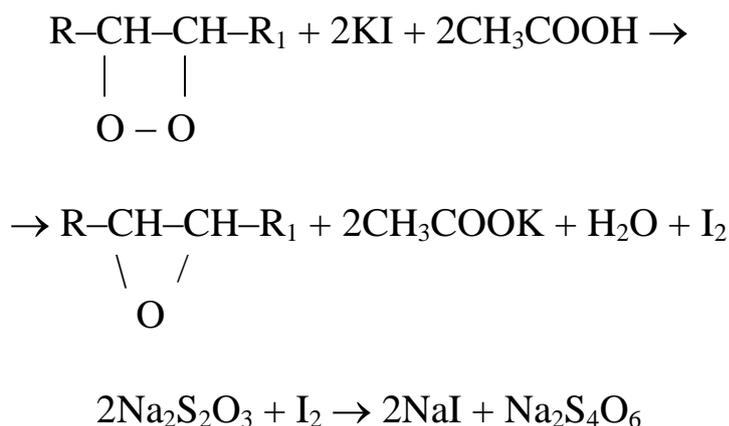
В основе определения кислотного числа лежит взаимодействие между раствором гидроксида калия и находящимися в мясе рыбы свободными жирными кислотами:



где RCOON – жирная кислота.

По количеству раствора KOH, затраченного на нейтрализацию кислот, судят о величине кислотного числа.

Количественное определение перекисей основано на реакции выделения йода перекисями из йодистого калия в кислой среде; свободный йод оттитровывают раствором тиосульфата:



Результат выражают в виде перекисного числа, которое показывает количество граммов йода, выделяемого перекисями, находящимися в 100 г жира.

Кислотное и перекисное числа определяют в экстракте жира из мяса рыбы. Жир извлекают из измельченного и обезвоженного безводным сульфатом натрия Na_2SO_4 мяса рыбы путем экстракции хлороформом.

2. Материалы и оборудование

1. Размороженная рыба разной степени свежести.
2. Весы.
3. Пробирки с пробками.
4. Бюксы с крышками емкостью 50 мл.
5. Конические колбы объемом 250 мл.
6. Конические колбы с притертой пробкой емкостью 250 мл.
7. Цилиндры объемом 50 и 100 мл.
8. Пипетки емкостью 10, 5 и 1 мл.
9. Стеклянные палочки.
10. Фильтровальная бумага.
11. Ножи.
12. Ножницы.

Реактивы

1. Смесь Эбера.
2. Раствор свинцовой соли.
3. Этиловый спирт, нейтрализованный по фенолфталеину.
4. Гидроксид калия КОН, 0,1 н. спиртовой раствор.
5. Фенолфталеин, 1%-й спиртовой раствор.
6. Ледяная уксусная кислота.
7. Хлороформ.
8. Свежеприготовленный насыщенный раствор йодида калия KI.
9. Крахмал, 1%-й свежеприготовленный раствор.
10. Тиосульфат натрия $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, 0,01 н. раствор.
11. Дистиллированная вода.

3. Порядок выполнения работы

Работа выполняется фронтальным методом тремя группами студентов по 2–4 человека. Задания зависят от степени свежести размороженной рыбы:

- I группа – свежая рыба;
- II группа – рыба сомнительной свежести;
- III группа – несвежая рыба.

3.1. 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 любым методом, включающим метод увеличения, и указывают на нарушение санитарных правил и норм производства.

Результаты занести в табл. 1.

Органолептическая оценка рыбы после размораживания

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

3.2. Определение наличия аммиака

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 присутствии 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.

3.3. 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.

3.4. Определение кислотного числа экстракта жира

Определение кислотного числа экстракта жира проводится трижды.

В сухую коническую колбу емкостью 250 мл внести 20 мл экстракта жира, последовательно добавить 20 мл нейтрализованного по фенолфталеину спирта, 2 капли 1%-го спиртового раствора фенолфталеина. Полученный раствор оттитровать 0,1 н спиртовым раствором КОН при постоянном перемешивании до появления розового

окрашивания, не исчезающего в течение 2 мин. Обесцвечивание раствора, которое обычно наступает после некоторого стояния, не принимается во внимание.

Кислотное число рассчитывают по формуле

$$X_1 = \frac{5,61 \cdot V \cdot K}{m},$$

где X_1 – кислотное число, %; V – количество 0,1 н раствора КОН, израсходованное на титрование, мл; K – коэффициент пересчета на олеиновую кислоту ($K = 0,5$); 5,61 – количество едкого кали, соответствующее 1 мл 0,1 н раствора КОН; m – содержание жира в 1 мл экстракта, г; $m = 0,003–0,005$ г.

Полученные результаты занести в табл. 2.

Таблица 2

Кислотное число экстракта жира

Исследуемое сырье	№ пробы	Количество 0,1 н раствора КОН, израсходованное на титрование, мл	Кислотное число, %, X_i	\bar{X}	$\bar{X} \pm \Delta \bar{X}$
Свежая рыба	1				
	2				
	3				
Рыба сомнительной свежести	1				
	2				
	3				
Несвежая рыба	1				
	2				
	3				

3.5. Определение перекисного числа экстракта жира

Определение перекисного числа животного жира проводится в трехкратном измерении.

В коническую колбу с притертой пробкой емкостью 250 мл внести 20 мл экстракта жира, добавить 30 мл ледяной уксусной кислоты и 1 мл насыщенного раствора йодида калия. Колбу закрыть пробкой, поместить в темный пакет и тщательно перемешивать содержимое в течение 2 мин. Затем в колбу добавить 100 мл дистиллированной воды, перемешать содержимое, добавить 1 мл 1%-го раствора крахмала и оттитровать выделившийся йод 0,01 н раствором тиосульфата натрия до исчезновения синей окраски. Полученный результат занести в табл. 3.

Таблица 3

Перекисное число экстракта жира

Исследуемое сырье	№ пробы	Количество 0,01 н раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, израсходованное на титрование образца, мл		Перекисное число, %, X_i	\bar{X}	$\bar{X} \pm \Delta\bar{X}$
		Опыт	Конт- роль			
Свежая рыба	1					
	2					
	3					
Рыба сомнительной свежести	1					
	2					
	3					
Несвежая рыба	1					
	2					
	3					

Параллельно провести контрольное титрование (холостой опыт). Для этого вместо экстракта жира в коническую колбу внести 20 мл хлороформа, 30 мл ледяной уксусной кислоты и 1 мл насыщенного раствора йодида калия. Повторить алгоритм операций аналогично исследуемому образцу.

Рассчитать перекисное число по формуле

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

где X_2 – перекисное число, % йода; V_1 – объем 0,01 н раствора тиосульфата натрия, израсходованного на титрование опытного образца, мл; V_2 – объем 0,01 н раствора тиосульфата натрия, израсходованного на титрование контрольной пробы, мл; V_3 – объем взятого для анализа хлороформного экстракта, мл ($V_3 = 20$ мл); K_1 – поправочный коэффициент 0,01 н. раствора тиосульфата натрия; m – содержание жира в 1 мл экстракта, г ($m = 0,003-0,005$ г); 0,001269 – количество йода, эквивалентное 1 мл 0,01 н раствора тиосульфата натрия, г.

Полученные результаты занести в табл. 3.

4. Математическая обработка результатов измерений

4.1. Рассчитать среднее арифметическое значение кислотного и перекисного чисел – \bar{X} в исследуемых образцах:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i,$$

где n – число измерений.

4.2. Найти среднее квадратическое отклонение результата измерения:

$$S_{\bar{X}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}.$$

4.3. Определить доверительный интервал при вероятности $\alpha = 0,95$:

$$\Delta \bar{X} = t_{\alpha, n} S_{\bar{X}},$$

где $t_{\alpha, n}$ – коэффициент Стьюдента (см. табл.).

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t_{\alpha,n}$	12,7	4,3	3,2	2,8	2,6	2,4	2,4	2,3	2,3

4.4. Округлить результаты определения кислотного и перекисного чисел – \bar{X} в соответствии с полученной величиной $\Delta\bar{X}$ и занести их значения в табл. 2 и 3.

4.5. Найти относительную погрешность измерения $\varepsilon_{\bar{X}}$ (%):

$$\varepsilon_{\bar{X}} = \frac{\Delta\bar{X}}{\bar{X}} 100.$$

5. Оформление работы

Отчет о работе должен содержать:

1. Цель работы.
2. Краткое описание методики эксперимента.
3. Необходимые расчеты.
4. Отчетные таблицы.
5. Расчет погрешности определения кислотного и перекисного чисел.
6. Анализ данных и выводы.

Приложение к лабораторной работе № 9

Получение экстракта жира (мисцеллы) из мяса рыбы

Мясо рыбы пропускают через мясорубку с диаметром отверстий 3 мм, полученный фарш хорошо перемешивают.

Жир извлекают из измельченного и обезвоженного мяса рыбы путем экстракции хлороформом.

Обезвоживание фарша проводят безводным сульфатом натрия Na_2SO_4 . К навеске фарша массой 100 г (для тощей рыбы) добавляют двойное количество сульфата натрия (200 г), тщательно растирая последний с фаршем в фарфоровой ступке. Хорошо растертая смесь фарша с сульфатом натрия выдерживается не менее 1 ч в темноте.

После выдержки смесь фарша с сульфатом натрия переносится в колбу, заливается 300 мл хлороформа, закрывается притертой пробкой, хорошо перемешивается и выдерживается для экстракции жира в течение 24 ч.

После экстракции жировую мисцеллу фильтруют через бумажный складчатый фильтр, предварительно смоченный хлороформом. Фильтрат собирают в чистую сухую колбу с притертой пробкой. Осадок промывают хлороформом в количестве 100 мл и объединяют полученные фильтраты.

Хранение полученных жировых мисцелл до анализа проводить в закрытых склянках при температуре минус 15 °С или ниже.

При содержании в мясе рыбы более 5 % жира рекомендуется брать навеску фарша массой 50 г, для заливки смеси фарша с сульфатом натрия берут 100 мл хлороформа, осадок промывают 50 мл хлороформа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А.** Методы исследования мяса и мясных продуктов. – М.: Колос, 2001. – 376 с.
2. **Бессонова Л.П., Антипова Л.В.** Метрология, стандартизация и сертификация продуктов животного происхождения: Учеб. – СПб.: ГИОРД, 2013. – 592 с.
3. Биохимические основы переработки и хранения сырья животного происхождения: Учеб. пособие / Ю.Г. Базарнова, Т.Е. Бурова, В.И. Марченко и др. – СПб.: Проспект Науки, 2011. – 192 с.
4. **Журавская Н.К., Гутник Б.Е., Журавская Н.А.** Технохимический контроль производства мяса и мясопродуктов. – М.: Колос, 1999. – 176 с.
5. **Матрозова С.И.** Технохимический контроль в мясной и птицеперерабатывающей промышленности: Учеб. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Пищ. пром-сть, 1977. – 183 с.
6. **Парамонова Т.Н.** Экспресс-методы оценки качества продовольственных товаров. – М.: Экономика, 1988. – 111 с.
7. Пищевая химия /А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочетков и др.; Под ред. А.П. Нечаева. 5-е изд., испр. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2012. – 672 с.
8. Пищевая химия. Лабораторный практикум: Пособие для вузов / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочетков и др.; Под ред. А.П. Нечаева. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 304 с.
9. **Плешков Б.П.** Практикум по биохимии растений. – 3-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 255 с.
10. **Позняковский В.М.** Экспертиза мяса и мясопродуктов. Качество и безопасность: Учеб.-справ. пособие. – Новосибирск: Изд-во Сиб. ун-та, 2005. – 526 с. (Экспертиза пищевых продуктов и продовольственного сырья).
11. **Позняковский В.М., Рязанова О.А., Каленик Т.К., Дацун В.М.** Экспертиза рыбы, рыбопродуктов и нерыбных объектов промысла. Качество и безопасность: Учеб.-справ. пособие. – Новосибирск: Изд-во Сиб. ун-та, 2005. – 311 с. (Экспертиза пищевых продуктов и продовольственного сырья).
12. **Рогов И.А., Жаринов А.И., Воякин М.П.** Химия пищи. Принципы формирования качества мясопродуктов. – СПб.: Изд-во АПП, 2008. – 340 с.

13. Технология продуктов из гидробионтов / С.А. Артюхова, В.Д. Богданов, В.М. Дацун и др.; Под ред. Т.М. Сафроновой и В.И. Шендерюка. – М.: Колос, 2001. – 496 с.

12. **Фейнер Г.** Мясные продукты. Научные основы, технологии, практические рекомендации. – СПб.: Профессия, 2010. – 720 с.

13. Функциональные продукты питания: Учеб. пособие / Коллектив авторов. – М.: КНОРУС, 2012. – 304 с.

14. **Хлебников В.И., Жебелева И.А., Криштафович В.И.** Экспертиза мяса и мясных продуктов: Учеб. пособие. – 3-е изд. – М.: Изд.-торг. корпорация «Дашков и К⁰», 2008. – 132 с.

15. **Шапиро М.С., Трайнина Г.Г.** Лабораторный контроль в общественном питании. – М.-Л.: Госторгиздат, 1962. – 332 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1	
НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ РФ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИЕ	
БЕЗОПАСНОСТЬ И КАЧЕСТВО ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ.....	3
1. Теоретические положения	3
2. Материалы	6
3. Задание.....	6
4. Контрольные вопросы.....	6
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2	
ИЗУЧЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ РАЗЛИЧИЙ	
В ВОСПРИЯТИИ НАРКОТИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ	
НА ПРИМЕРЕ КОФЕИНА.....	7
1. Теоретические положения	7
2. Материалы и оборудование	12
3. Порядок выполнения работы.....	12
4. Математическая обработка результатов измерений.....	13
5. Оформление работы	14
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ НИТРАТОВ	
В РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ.....	15
1. Теоретические положения	15
2. Материалы и оборудование	17
3. Порядок выполнения работы.....	17
4. Математическая обработка результатов измерений	20
5. Оформление работы	21
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНОГО СОДЕРЖАНИЯ НИТРИТОВ	
В МЯСНЫХ ПРОДУКТАХ.....	22
1. Теоретические положения	22
2. Материалы и оборудование	25
3. Порядок выполнения работы.....	26
4. Математическая обработка результатов измерений	28
5. Оформление работы	30
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5	
ИЗУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ	
ПЕКТИНОВ	31
1. Теоретические положения	31
2. Материалы и оборудование	38
3. Порядок выполнения работы.....	39
4. Оформление работы	43

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДОВОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ МЯСА	44
1. Теоретические положения	44
2. Материалы и оборудование	47
3. Порядок выполнения работы.....	48
4. Математическая обработка результатов измерений	51
5. Оформление работы	52
Приложения к лабораторной работе № 6	53
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПОЛУДЫ (ОЛОВА) В ЖЕСТИ.....	54
1. Теоретические положения	54
2. Материалы и оборудование	57
3. Порядок выполнения работы.....	57
4. Оформление работы	59
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ СВЕЖЕСТИ СЫРЬЯ	
ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ.....	60
1. Теоретические положения	60
2. Материалы и оборудование	63
3. Порядок выполнения работы.....	64
4. Математическая обработка результатов измерений	72
5. Оформление работы	73
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА МОРОЖЕНОЙ РЫБЫ.....	74
1. Теоретические положения	74
2. Материалы и оборудование	81
3. Порядок выполнения работы.....	81
4. Математическая обработка результатов измерений	87
5. Оформление работы	88
Приложение к лабораторной работе № 9	89
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	90

Бурова Татьяна Евгеньевна

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО СЫРЬЯ
И ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ**

Лабораторный практикум

Учебно-методическое пособие

Ответственный редактор

Т.Г. Смирнова

Редактор

Р.А. Сафарова

Компьютерная верстка

Н.В. Гуральник

Дизайн обложки

Н.А. Потехина

Подписано в печать 6.08.2014. Формат 60×84 1/16

Усл. печ. л. 5,58. Печ. л. 6,0. Уч.-изд. л. 5,8

Тираж 50 экз. Заказ № С 36

НИУ ИТМО. 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49
ИИК ИХиБТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

