

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ  
ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ»

*На правах рукописи*

**Васильева Мария Анатольевна**

**ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ЭКСПЕРТИЗА И СОВРЕМЕННЫЕ  
МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ И КАЧЕСТВА  
ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ**

06.02.05 - ветеринарная санитария, экология, зоогигиена и  
ветеринарно-санитарная экспертиза

**Диссертация**  
на соискание ученой степени кандидата  
ветеринарных наук

Научный руководитель:  
кандидат ветеринарных наук, доцент  
Урбан Валентина Георгиевна

Санкт-Петербург  
2019

## СОДЕРЖАНИЕ

|  | Стр. |
|--|------|
| ВВЕДЕНИЕ.....  | 4    |
| 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....   | 12   |
| 1.1 Мясо. Пищевая ценность и химический состав.....  | 12   |
| 1.2 Консервирование мясного сырья и основные виды<br>обработки.....  | 25   |
| 1.3 Ветеринарно-санитарная экспертиза мяса и мясопродуктов -<br>оценка безопасности и качества.....  | 38   |
| 1.4 Значение водородного показателя при экспертизе мяса....  | 44   |
| 2. СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ.....   | 49   |
| 2.1 Материалы и методы исследований.....   | 49   |
| 2.2 Бактериологическое исследование экспресс-методами<br>контроля безопасности и качества пищевых продуктов.....   | 63   |
| 2.3 Нормативно-техническая документация в системе<br>контроля микробиологической безопасности пищевых<br>продуктов.....                                    | 67   |
| 2.4 Физико-химические исследования измерения<br>водородного показателя мяса различных видов<br>технологической обработки .....                             | 97   |
| 2.5 Физико-химические исследования водородного<br>показателя свинины, упакованной в модифицированную<br>газовую среду .....                                | 104  |
| 2.6 Физико-химические исследования изменения показателя рН<br>свинины, при хранении мяса после вскрытия упаковки с<br>модифицированной газовой средой..... | 108  |
| 2.7 Анализ и структура системы менеджмента качества НАССР  | 115  |
| 2.7.1 Нормативное регулирование и контроль качества сырья и<br>готового продукта в соответствии с принципами системы<br>НАССР                              | 115  |
| 2.7.2 Разработка плана НАССР для предприятий пищевой   |      |

|   |     |
|---|-----|
| промышленности с учетом использования рН-метрии для<br>установления критических пределов в критических<br>контрольных точках.....       | 121 |
| 2.7.3 Контроль биологической безопасности в системе<br>менеджмента качества НАССР.....  | 131 |
| 2.7.4 IT – технологии и развитие автоматизированных программ<br>в системе обеспечения качества и безопасности пищевых<br>продуктов..... | 134 |
| ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ .....   | 139 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....   | 147 |
| ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПРАКТИКИ.....   | 151 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....  | 152 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ.....   | 169 |

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность.** В настоящее время мясная промышленность является крупнейшей отраслью пищевой индустрии, выпускающей широкий ассортимент продукции пищевого, технического и медицинского назначения.

В целом эффективность производства мяса и мясных продуктов в значительной мере зависит от региона, вида и породы животных, условий их кормления и содержания, а также от технической оснащенности мясоперерабатывающих предприятий [72, 82].

В последние годы в нашей стране наблюдается уверенный рост потребления мяса и мясопродуктов. Уровень самообеспеченности Российской Федерации отдельными видами мяса составил: говядина - 70 %, свинина – 83 %, мясо птицы – 90%. Доля собственного производства мяса в объеме потребления составляет около 70 %. Это говорит о том, что в России не обеспечивается продовольственная безопасность по мясным продуктам [30, 43, 118].

Продовольственная безопасность является одной из главных целей аграрной и экономической политики Российской Федерации. Стремление к продовольственной безопасности - непрерывный процесс аграрного сектора России [4, 126]. Для ее достижения происходит смена приоритетов развития и механизмов реализации аграрной политики, направленной на развитие отечественного производителя в условиях импортозамещения. При этом ветеринарно-санитарная экспертиза и контроль за безопасностью продукции животного происхождения приобретает особенно важное значение, становится основополагающим в деле обеспечения здоровья населения России, продовольственной и экономической безопасности страны [4, 83, 152].

Задачей первостепенной важности является повышение качества мяса и мясопродуктов, что зависит не только от производителей сельскохозяйственных организаций Российской Федерации, но во многом и от перерабатывающих отраслей [55, 124].

Продовольственная безопасность РФ является одним из главных направлений обеспечения национальной безопасности страны, фактором сохранения ее государственности и суверенитета. В условиях зависимости от импорта мяса и мясного сырья, снижения импорта из стран ЕС, поиском новых стран – поставщиков, а также увеличением производства мяса в России назрела необходимость более быстрого и тщательного контроля качества и безопасности мясосырья, в том числе по микробиологическим показателям [10, 96].

Решение данной задачи возможно при совершенствовании, интенсификации и оптимизации мясного производства в целом, в том числе внедрение поточно – механизированных и автоматизированных линий, снабженных средствами оперативного и производственного ветеринарного контроля, и регулирования на всех стадиях технологического процесса. [191, 197] С этой целью происходит внедрение системы НАССР на производствах, которая даёт возможность для интегрирования системы менеджмента качества (ISO). Однако необходимо отметить, что система НАССР не отменяет производственный ветеринарно-санитарный контроль на мясоперерабатывающих предприятиях [44, 95, 97].

Мясо и мясные продукты являются скоропортящимися продуктами и при длительном или неправильном хранении могут стать причиной пищевых болезней и могут служить источником заражения человека зооантропонозными болезнями [13]. В связи с этим правильная организация ветеринарно-санитарного контроля мяса и мясных продуктов на всех этапах жизненного цикла: производство, транспортирование, хранение, реализация, утилизация, является одной из важных задач государственного ветеринарного надзора [28, 32, 56].

**Степень разработанности темы.** Поиск экспресс-методов диагностики бактериологической безопасности мясного сырья, готовых к употреблению пищевых продуктов и использование для этих целей современного

инновационного оборудования остаётся до настоящего времени актуальным [128, 133].

Разработка экономически эффективных, доступных и простых методов оценки качества и безопасности мяса и мясопродуктов, используемых как в условиях лаборатории, так и на производстве, а также строгое нормирование показателей безопасности и качества обеспечат реализацию и выполнение Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации от 30 января 2010 г. № 120.

**Цель и задачи исследований.** Цель исследования – провести ветеринарно-санитарную экспертизу с использованием современных методов контроля безопасности и качества пищевых продуктов и определить методики, которые оптимизируют оценку безопасности и качества мясной продукции, выявляют обработанные мясные продукты.

Для решения данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Провести микробиологическое исследование пищевых продуктов (говядина и мясопродукты, свинина и мясопродукты, мясо птицы, рыба и рыбопродукты) экспресс-методами с использованием различных микробиологических тест – систем, сделать сравнительный анализ и определить их преимущества перед классическими стандартизированными методами исследования.

2. Изучить физико-химические и микробиологические методы контроля мяса и мясных продуктов в условиях аккредитованной лаборатории. Провести сравнительный анализ арбитражного и экспресс-метода микробиологического исследования и усовершенствовать систему микробиологического контроля.

3. Проанализировать стандартные процедуры, стандартизированные методы и методики ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и мясопродуктов и определить методы, которые могут оптимизировать микробиологическую оценку безопасности и качества мяса и мясной продукции в условиях производства – производственных лабораториях с помощью внедрения экспресс тест-систем.

4. Определить методики, основанные на анализе физико-химических показателей, которые выявляют обработанные газовыми (модифицированными) и посолочными смесями мясо и мясные продукты.

**Научная новизна и теоретическая ценность работы.** Впервые изучены в сравнительном анализе показатели, характеризующие безопасность мяса и мясных продуктов, при проведении мониторинговых исследований в условиях аккредитованной и производственной лаборатории, а также продовольственного рынка Санкт-Петербурга.

Изучена, проанализирована и усовершенствована схема ветеринарно-санитарного контроля мяса и мясных продуктов в условиях системы НАССР. Изучены органолептические, физико-химические и микробиологические методы контроля, проведен сравнительный анализ арбитражного и экспресс-метода микробиологического исследования с использованием тест-систем: Rapid 20E, Api Listeria (Франция) и «РАПИД-ЭНТЕРО – 200» (Россия).

Усовершенствована систему микробиологического контроля с использованием современных экспресс-методов.

Проведена сравнительная характеристика использования различных экспресс-методов и тест-систем, предназначенных для микробиологических исследований пищевых продуктов, с учетом условий реализации и показателей эффективности проводимых исследований.

На основании полученных результатов проанализирована и изучена система оптимизации оценки микробиологических и физико-химических показателей безопасности и качества пищевых продуктов и сырья на различных этапах производственных и лабораторных испытаний.

**Практическое значение работы.** Использование тест – систем в микробиологическом контроле пищевой продукции позволяет в кратчайшие сроки определить на основании результатов исследуемой пробы качество всей партии продукции и не допустить её дальнейшую реализацию в случае выявления патогенных микроорганизмов пищевых токсикоинфекций.

Установили, что по чувствительности и точности исследования отечественная тест – система «РАПИД-ЭНТЕРО – 200» не уступает зарубежным тест - системам.

Методика определения показателя водородных ионов (рН) мясного сырья является доступной, простой, надежной, экономически эффективной для выявления мяса и мясных продуктов, обработанных газовыми (модифицированными) смесями. Данный метод может быть легко внедрён в любые условия технологических процессов на мясоперерабатывающем предприятии, при хранении, транспортировании и реализации мяса и мясных продуктов.

Изучение основных микробиологических и физико-химических критериев безопасности пищевых продуктов, с использованием экспресс-методов для микробиологического анализа и рН-метрии для физико-химической оценки, позволит сократить затраты и повысить качество проводимых исследований.

Дальнейшая разработка отечественной материально-технической базы по анализу критериев безопасности и качества пищевых продуктов и сырья позволит реализовать проекты импортозамещения и повысить национальную продовольственную безопасность в целом.

Результаты полученных исследований опубликованы в 7-ти печатных работах, в том числе две в журнале из списка, рекомендованного ВАК «Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии».

Учебно-методические указания: «Ветеринарно-санитарная экспертиза и современные методы контроля безопасности и качества пищевых продуктов» прошли рассмотрение, одобрены и рекомендованы для публикации и использования в учебном процессе и при проведении контрольно-надзорных функций безопасности и качества рыбы (утв. Методическим Советом СПбГАВМ 01.06.2017 г., протокол № 7). Учебно-методические рекомендации «Основы организации и устройства микробиологической лаборатории» (утв. Методическим Советом СПбГАВМ 16.12.2016 г., протокол №12) внедрены и

используются в учебном процессе для студентов факультетов ветеринарной медицины и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГОУ ВО СПбГАВМ, в производственных лабораториях мясоперерабатывающих предприятий и ГЛВСЭ на продовольственных рынках Санкт-Петербурга, Санкт-Петербургской государственной ветеринарной лаборатории, а также на факультете повышения квалификации и переподготовке ветеринарных врачей.

**Апробация работы.** Основные материалы работы доложены и обсуждены на 69-й международной научной конференции молодых учёных и студентов СПбГАВМ (Санкт-Петербург, 2015); 100-й международной научно-практической конференции студентов и магистров Витебской ГАВМ «Молодёжь – науке и практике АПК» (Р.Беларусь, г. Витебск, 2015); 70-й юбилейной международной научной конференции молодых учёных и студентов СПбГАВМ (Санкт-Петербург, 2016), 71-й международной научной конференции молодых учёных и студентов СПбГАВМ (Санкт-Петербург, 2017), 72-й международной научной конференции молодых учёных и студентов СПбГАВМ (Санкт-Петербург, 2018), XXVI Международной выставке-ярмарке «Агрорусь-2017» (Санкт-Петербург, 2017).

Основные положения диссертационной работы доложены, обсуждены и одобрены на II этапе Всероссийского конкурса на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых ВУЗов МСХ РФ (Санкт-Петербург, 2016 г.), III этапе Всероссийского конкурса на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых ВУЗов МСХ РФ (Оренбург, 2016 г.), II этапе Всероссийского конкурса на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых ВУЗов МСХ РФ (Санкт-Петербург, 2018 г.), III этапе Всероссийского конкурса на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых ВУЗов МСХ РФ (Ставрополь, 2018 г.).

Вышеизложенное свидетельствует о широкой осведомленности научной и практической общественности полученных результатов диссертационного исследования.

**Реализация результатов исследований.** Результаты, полученных исследований внедрены в образовательный процесс на факультета ветеринарно-санитарной экспертизы по специальности 36.03.01 «Ветеринарно-санитарная экспертиза» (уровень высшего образования бакалавриат) по дисциплине «Ветеринарно-санитарная экспертиза» и «Ветеринарно-санитарная экспертиза на продовольственном рынке», в ГЛВСЭ на продовольственных рынках Санкт-Петербурга, Санкт-Петербургской государственной ветеринарной лаборатории при проведении ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и мясопродуктов, рыбы и рыбопродуктов.

**Вопросы, выносимые на защиту:**

1. Микробиологическое исследование пищевых продуктов (говядина и мясопродукты, свинина и мясопродукты, мясо птицы, рыба и рыбопродукты) экспресс-методами с использованием различных тест – систем: Rapid 20E, Api (Франция) и «РАПИД-ЭНТЕРО – 200» (Россия), и сравнительный анализ их использования.

2. Сравнительный анализ арбитражного и экспресс-метода микробиологического исследования для усовершенствования системы микробиологического контроля в условиях аккредитованных лабораторий.

3. Проведение ветеринарно-санитарной оценки в условиях производства – производственных лабораториях и государственных лабораториях ветеринарно-санитарной экспертизы на продовольственных рынках с применением экспресс-методов исследования.

4. Ветеринарно-санитарная экспертиза и применение метода pH-метрии в качестве экспресс-метода при определении мяса и мясных продуктов, обработанных газовыми (модифицированными) и посолочными смесями.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Достоверность результатов подтверждена большим объемом исследований, проведенных на сертифицированном оборудовании с использованием современных методик сбора и обработки информации, а также статистических данных.

Степень достоверности результатов высокая, исследования проводились

на большом количестве.

Работа выполнена на высоком методическом уровне с использованием современных методов исследований. Научные положения, выводы и рекомендации диссертационной работы обоснованы, получены экспериментальным путём, степень достоверности которых доказана путем их статистической обработки и анализа. Полученные результаты проведенных исследований обрабатывали с использованием прикладных программ SNEDECOR, Microsoft Excel, а также методом вариационной статистики с вычислением средних арифметических значений коэффициента корреляции:  $M$  – среднее арифметическое,  $m$  – ошибка среднего арифметического. Достоверность различий определяли по методике Фишера-Стьюдента достоверности различий между выборками по t-критерию Стьюдента.

**Личный вклад соискателя.** Диссертационная работа представляет собой результат исследований автора за период с 2015 по 2018 гг. Большая часть научных исследований, описанных в работе: отбор проб и микробиологическое исследование говядины и мясопродуктов, свинины и мясопродуктов, мясо птицы, рыбы и рыбопродуктов экспресс-методами с использованием различных тест – систем (Rapid 20E, Api Listeria (Франция) и «РАПИД-ЭНТЕРО – 200» (Россия), определение органолептических, лабораторных: физических, биохимических, морфометрических показателей, ветеринарно-санитарная экспертиза, измерение и анализ полученных результатов, статистическая обработка данных и их интерпретация, апробация результатов исследований на научных конференциях, подготовка основных публикаций выполнена соискателем самостоятельно.

**Структура и объем работы.** Работа изложена на 169 страницах машинописного текста, включает: введение, обзор литературы, собственные исследования, обсуждение полученных результатов исследования, заключение, библиографию и приложение. Работа иллюстрирована 24 таблицами и 22 рисунками. Список использованной литературы содержит 261 источника, из них 49 зарубежных и 213 отечественных автора.

# 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

## 1.1 Мясо. Пищевая ценность и химический состав

Мясо богато многочисленными веществами разнообразного происхождения, незаменимыми для человеческого организма. Продукт имеет сложный химический состав, который во многом определяется принадлежностью к определенному животному, половой принадлежностью, характером кормления и прочими факторами. Наличие тяжелых состояний патологической природы оказывает существенное влияние на химический состав мяса [25,53, 105].

Именно уровень белков, присутствующих в мясе, определяет показатели его пищевой и энергетической ценности. Для каждого животного свойственно практически постоянное содержание белков в каждом сорте мясного сырья. Так, в говядине 2й категории уровень белка достигает 21%, в баранине 2й категории — находится на отметке в 22,4%. Для свинины характерно содержание белка в процентном выражении на уровне 16,5, а для конины средней степени упитанности — на уровне 21,5 [192, 193]. Содержание белка достигает рекордной отметки в мясе индейки и может составлять 24%. Для каждого сорта мяса характерно определенное соотношение белковых фракций. Рассматривают понятие белкового коэффициента, для определения которого сопоставляют уровень альбуминов с уровнем глобулинов. Показатель будет увеличиваться по мере роста количества гликогена в мясе [24, 88, 149].

Содержание белков в мясном сырье находится в пределах 15-20%. Большая их часть представлена полноценными белками, она может насчитывать до 85% от общего объема белков [232]. Присутствие полноценных белковых соединений характерно для мышечных волокон убойного скота, поэтому заметно выше и показатель пищевой ценности и биологической доступности, рассматриваемых тканей, если приводить их в сравнении с иными типами волокон. В качестве базовых белков можно рассматривать актин, миозин и миоген. Первые два вида являются компонентами клеток мышечного

волокон. Не меньшее значение придается миоглобину, глобулину, миоальбумину, нуклеопротеидам [60, 156].

Для каждого белкового компонента характерны специфические физико-химические качества. В сочетании с количественным содержанием компонента они определяют стиль поведения пищевой системы при внешних воздействиях электролитами, водой, средой с повышенной кислотностью или высоким содержанием щелочи, восстановителями или окислителями, температур. Указанная особенность принимает особое значение, когда речь касается процессов формирования характеристик сырья, готовой мясной продукции и полуфабрикатов, фаршевой продукции. Приведенные особенности необходимо учитывать, чтобы доводить продукцию до требуемой полной кулинарной готовности [113, 126, 233].

Белки обладают специфическими биологическими функциями и важным технологическим значением, что спровоцировано их особой структурой в пространственном отношении и химическим устройством. Структура белков подвержена изменениям под воздействием различных окружающих факторов. Она характеризуется динамичностью и многообразием, а также наличием взаимодействий внутри молекулярной структуры. Она обладает способностью к участию во всевозможных реакциях, восстановлению своего исходного состояния. Белковая структура нередко обуславливает протекание биокаталитических процессов [127, 150, 203].

Белковые фракции, содержащиеся в мышечных волокнах, представлены двумя большими группами: белковыми структурами стромы и плазмы. По классификации на долю последних приходится от 85 до 87% от общего количества. Для них характерна полужидкая консистенция, способность к экстрагированию в слабом солевом растворе или воде. Такие белки можно отнести к числу полноценных. Для белков стромы характерна более плотная структура, а также невозможность к экстрагированию слабыми соляными растворами. Такие компоненты причисляют к разряду неполноценных [27, 51].

Для белков плазмы характерна принадлежность к категориям глобулинов и альбуминов. Для альбуминов свойственна возможность растворения в слабых соляных и щелочных растворах, в воде. Они не подвергаются осаждению в процессе диализа, а процесс их высаливания является достаточно трудоемким процессом. Глобулины отличаются наличием кислой реакции, не растворимостью в дистиллированной воде и кислотных составах. Они не подвержены экстрагированию под влиянием солевых растворов и щелочей. Данная белковая фракция способна к высаливанию и осаждению в процессе диализа [31].

Базовым белком мышечных волокон считается миозин. Для него типична АТФ-ферментативная активность. При условии отсутствия даже минимального содержания аденозинтрифосфорной кислоты, создаются условия к появлению актомиозина. Под воздействием кислоты структура распадается на набор первоначальных фракций. Актомиозин показывает высокую сократительную способность и повышенную вязкость. Фракции актина и миозина причисляют к категории глобулинов [196, 198].

Для миогена характерна растворимость в воде. Он имеет промежуточное положение между глобулинами и альбуминами, поскольку обладает отдельными признаками, характерными для каждой из белковых групп. Для глобулина X характерны все типичные качества глобулинов. К числу типичных альбуминов можно с уверенностью отнести и миоальбумин. Между альбумином и миоглобином можно поставить знак равенства, поскольку они идентичны по своим свойствам. Его присутствие в тканях придает мускулатуре характерный красный оттенок. Для миоглобина типично содержание пигментной группы «гем», подобно кровяному белку — гемоглобину [170, 241].

Клеточные ядра содержат белок под названием нуклеопротеид. В нем присутствует фосфор. Для данной белковой группы характерна растворимость в слабом щелочном растворе [20].

Количество белковых фракций, присутствующих в мышечных волокнах, имеет непостоянное значение. Оно тесно связано с происходящими в организме посмертными трансформациями. Для основных типов белков, присутствующих в мышечных волокнах, характерно следующее процентное соотношение: эластин и коллаген — 10%, миоглобин — порядка 1%, миоальбумин — в пределах 1-2%, глобулин X — до 20%, актин — 15%, миозин — 40%, миоген — 10%. Доли процента также приходятся на группу нуклеопротеидов.

Миозин представлен более толстыми нитями, состоящими из довольно длинных полипептидных цепей. Объединяясь, цепи образуют двойные спиралевидные структуры, которые на концах формируются в шароподобные образования, имеющие обозначение глобулярной головки. Молекулы миозинового волокна в структурах, входящих в состав толстых нитей, переплетаются хвостовой частью между собой, головки же, образуют конструкцию с правильной спиралевидной структурой. Тонкие нити в своем составе имеют молекулы тропонина, тропомиозина и актина.

Актин относится к глобулярным белкам и отвечает за процессы полимеризации, а также выступает в качестве связующего звена между тонкими и толстыми волокнами. Тропонин и тропомиозин необходимы для обеспечения фиксации белковых структур.

В целом белки мышечных волокон выполняют двигательную функцию за счет трансформации химических видов энергии в механическую. В данном процессе участвуют все основные виды природных процессов. К примеру, биохимические процессы связаны с формированием прочного актомиозинового соединения, при этом актин с миозином соотносятся в пропорции 1:3.

Все энергетические процессы, происходящие в живом организме, связаны с преобразованиями молекул АТФ, где миозин выступает в качестве фермент-катализатора. Рост мышечных волокон связан с непрерывным распадом гликогена, сопровождающегося скоплением молочных кислот. Ускорить данный процесс способны определенные виды ферментов, запускающих физико-коллоидные реакции в мышечных волокнах.

Для соединительной ткани характерно присутствие в составе неполноценных белков. Большая их часть представлена эластином и коллагеном. Эти компоненты присутствуют и в мышечных волокнах, но в гораздо меньших объемах [169].

Коллаген выступает в качестве базового белка соединительных тканей. Присутствие коллагена выявлено в соединительных образованиях плотной и рыхлой структуры. Коллаген не растворяется в холодной воде, а при воздействии воды температурой свыше 70 °С происходит трансформация коллагена в желатин. Данная форма усваивается человеческим организмом [45].

Эластин является основной составляющей эластинового волокна, присутствующего в соединительных перегородках, артериальных стенках и выйных связках крупного рогатого скота. Для эластина свойственна нерастворимость в воде любой температуры. Он не усваивается человеческим организмом. Эластин и коллаген следует рассматривать в качестве неполноценных белков.

Для каждой разновидности мясной продукции существует уникальный уровень белка, присутствующего в волокнах. Больше белка в тканях крупного рогатого скота, в отличие от свиного мяса. Повышенные показатели наиболее характерны для мясной продукции из молодых особей мясной группы. Пониженный уровень белка характерен для упитанного скота и задней половины туш. Из двух частей любой туши, задняя обладает более высоким содержанием полноценного белка [11, 104, 137].

Вены, капилляры и артерии заполнены жидкой соединительной тканью — кровью. Она постоянно находится в процессе циркуляции. Визуально кровь представлена красноватой непрозрачной жидкостью со специфическим запахом, слабощелочными качествами и солоноватым вкусом [136, 181]. Процентное содержание крови в живой массе свиней достигает 4%, у крупного рогатого скота это значение увеличено до 7,5%, у птицы и овец данный показатель находится на отметке в 8% и 7% соответственно.

Кровь составляет внутреннюю среду организма вместе с тканевой жидкостью и лимфой. Перечисленные жидкие среды организма обеспечивают объединение тканей и органов, а также выполняют несколько функций жизнеобеспечения. Кровяной поток снабжает внутренние органы молекулярным кислородом и питательными веществами, а также обеспечивает своевременное выведение из тканей продуктов распада и углекислоты [252].

Для крови характерны функции: дыхательная; выделительная; питательная; регуляторная; защитная.

За эффективное выполнение функций отвечают отдельные компоненты крови. В целом, кровяные тельца входят в состав сложной многокомпонентной системы. В процессе убоя скота часть крови остается внутри капилляров, что непосредственно влияет на сроки хранения мяса и субпродуктов. Кровь также рассматривается и в качестве самостоятельного сырья, применяемого в процессе изготовления продуктов с антианемическими качествами. Благодаря фракциям крови, осуществляют структурирование пищевых систем, получения определенных эмульсий, окрашивание продукции, обогащения продуктов питания необходимым количеством органического железа. Перечисленные выше обстоятельства обуславливают острую необходимость анализа компонентов крови. Данные мероприятия позволяют существенно расширить спектр рационального и максимально возможного применения незаменимого в мясной промышленности сырья [45, 46, 107].

Невозможно представить мясное сырье также без жира и жироподобных компонентов. Они необходимы для придания мясу характерного вкуса и повышения его пищевой ценности до оптимальной величины. Жир обязан присутствовать в умеренном объеме, иначе вкусовые характеристики мяса будут снижены, уменьшится и степень усвояемости продукта. Оптимальной усвояемостью, удовлетворительным вкусом и хорошей питательной ценностью обладает продукт с примерно равным процентным содержанием жировых и белковых ингредиентов — по 20%. Жир образуется взаимодействием глицерина и любой высокомолекулярной жирной кислоты. Качество мяса

непосредственно взаимосвязано с разнообразностью жирных кислот, присутствующих в его составе. Для жиров характерны разные физические свойства и потребительские качества [46].

Свыше половины жиров животного происхождения приходится на группу насыщенную жирную кислоту высокомолекулярного типа. Максимальным содержанием кислот характеризуется бараний жир, а минимальным — свиной. Жир баранины характеризуется более твердой консистенцией, а также более высокими температурными показателями для процессов плавления. Однако, вместе с этим снижается и усвояемость продукта. Свиному жиру присуща мягкая консистенция, меньшие показатели температуры плавления, повышенное значение усвояемости. Говяжий жир находится на промежуточном положении по перечисленным критериям.

Комплекс жироподобных веществ представлен липоидами и липидами, которые можно разделить на три группы: простых жиров; сложных жиров; неомыляемой липидной фракции.

В качестве простых жиров выступают двухкомпонентные вещества — спирты высшей и полициклической групп, совокупность глицерина и сложных эфиров высшей жирной кислоты. К данной группе принадлежат разновидности триглицеридов или жиров, восков, стеролов и стеридов [44].

В состав сложных жиров относят не только глицерин и жирные кислоты, но и прочие соединения (фосфорная кислота, разнообразные азотистые соединения) в виде многокомпонентных систем с различными химическими связями: фосфолипиды, гликолипиды и т. д. [20].

В состав неомыляемой липидной фракции включен набор высших жирных кислот, полициклических спиртов и высших спиртов, а также разнообразные производные стеролов [44, 243].

Мышечные группы и отдельные мышцы пронизаны не только видимыми жировыми отложениями, но и протоплазматическим жиром. Его отложения образуются внутри саркоплазмы мышечных волокон. Липоиды и жиры характеризуются нерастворимостью в воде, их извлечение из мяса происходит в

процессе экстрагирования, следствием данного процесса является образование эмульсии [21].

Присутствие специальных пигментов, именуемых каротиноидами, определяет окраску животного жира. Каротиноиды придают жиру желтоватый оттенок и параллельно выполняют функцию провитаминов. Показатель их массовой доли в жире определяется множеством факторов, среди которых можно отметить условия откорма скота. При условии пастбищного корма, показатель достигает своего максимума к осени.

В составе жиров присутствуют витамины групп А, Е, Д, К, относящиеся к числу жирорастворимых. Суммарный объем витаминных добавок определяет параметр пищевой ценности жиров [32, 106].

Углеводы в мясе представлены гликогеном. Подобно азотистым экстрактивным компонентам, углеводы придают продукту соответствующие аромат и вкус [45].

Гликоген выступает ключевым элементом при переработке мясного сырья и организации его хранения. Гликоген оказывает существенное влияние на ход формирования критериев функционально-технических показателей мясного продукта. Происходящие с данным ингредиентом автолитические реакции в послеубойную стадию выступают стартовым инструментом при созревании сырья. Подобные процессы сопровождаются трансформациями разнообразной природы, характерными для белков соединительной и мышечной групп. Это заметно сказывается на консистенции мясной продукции, характеристиках сочности, содержании химических предшественников вкусовых ощущений [236].

При распаде гликогена могут образовываться многочисленные разновидности моносахаридов. Подобно другим составам для консервирования, данные компоненты выступают в качестве важнейших составляющих, входящих в состав посолочной смеси. Данные смеси применяют в процессе производства колбасной продукции, а также соленой штучной продукции, где необходимо создать эффект стабилизации окраски.

Перечисленные обстоятельства придают особую важность изучению гликогена и анализу степени его распада, а также получаемой продукции. Данные мероприятия преследуют ряд технологических целей. Уровень гликогена в молодых мышечных волокнах свидетельствует об упитанности скота. Изменения процентного содержания гликогена при переработке и хранении, особенно при рассмотрении их в динамике, указывают на глубину протекающих автолитических трансформаций [18, 44].

Влага способна извлекать из мяса компоненты, которые попадают в процессе варки непосредственно в бульон. Они получили наименование экстрактивных веществ. В мясе они присутствуют в минимальных объемах, не более 1%, но играют важную роль в процессе формирования вкуса и специфического аромата мясного продукта [33, 101].

Весь объем экстрактивных компонентов можно разделить на безазотистую и азотистую группы. В качестве базового азотистого экстрактивного вещества выступает карнозин. Его отличительная особенность заключается в возможности усиления отделения желудочного сока. В составе мышечных волокон присутствует креатин в качестве креатинофосфорной кислоты. В процессе кипячения совместно с кислотами она способна трансформироваться в креатинин с выраженными восстанавливающими качествами. Объем азотистых экстрактивных веществ, присутствующих в мышечных волокнах, не превышает 0,7%. Для них характерна низкая калорийность, поступление данных веществ в человеческий организм также способствует повышению тонуса нервной системы [67, 78, 102].

В качестве безазотистых экстрактивных веществ выступают частицы: глюкозы, гликогена, молочной кислоты, группы фосфорных соединений, инозита [46, 69].

В мясе также присутствуют минеральные включения, процентное содержание которых насчитывает от 0,8% до 1,3%. Максимальным удельным весом обладают включения фосфора и калия. Помимо данных ингредиентов, в мясе присутствуют частицы кальция, магния, железа и прочих соединений [18].

На воду приходится от 48 до 78% всего объема мяса. Ее количество обратно пропорционально процентному содержанию жира. По этой причине, для свиного мяса и мяса упитанного скота характерно минимальное содержание воды [108].

Присутствующая в мясе вода может принимать разнообразные формы. Это могут быть моно-, ди- и тригидролы, а также окись дейтерия. В процессе высушивания мышечных волокон удастся определить молекулы свободной воды. В процессе хранения мяса, в нем протекает огромное количество биохимических реакций. Основным условием для которых является наличие гидратносвязанной воды, присутствующей в продукте [20].

Значение воды в технологическом процессе производства мясной продукции весьма велико. От нее, во многом, зависит состояние мясной продукции в процессе переработки и длительного хранения. Форма взаимосвязи частиц влаги и мясного продукта предопределяет его технологические показатели и реологические качества. Насыщение продуктов оптимальным количеством влаги позволяет получать высококачественные продукты, обладающие нежной структурой и приятным вкусом. Среднее значение содержания влаги в мясных продуктах находится на уровне 40-60% для колбасных изделий и на уровне 80% для свежего мяса [91, 213].

В вопросах оценки качества мясной продукции наиболее важным показателем считают влажность продукта. Она определяет характеристики выхода, сохранности, консистенцию и набор иных технологических характеристик. Существует множество методик и их модификаций, базирующихся на гравиметрическом определении, следующим за предварительным высушиванием изучаемого образца [45, 93].

Витамины представлены в значимых количествах лишь во внутренних органах животных. В мышечных волокнах они представлены в минимальных объемах. Особое значение придают витаминам групп В и РР.

Уровень энергетической ценности мяса может колебаться в пределах 105-489 ккал, в зависимости от разновидности, возраста и степени упитанности животного [24].

#### Функционально-технологические качества мясной продукции

Применяемое в пищевой промышленности мясное сырье характеризуется многокомпонентностью и вариативностью свойств и состава. Это определяет широкий диапазон качественных показателей готовых мясных продуктов [212, 216]. Приведенные характеристики придают особую актуальность данным о наборе функционально-технологических качеств разновидностей мясного сырья и его составляющих, воздействию вспомогательных материалов и прочих факторов на характер изменений, протекающих в процессе технологической переработки, хранения и дальнейшей реализации продукта [84, 94, 155].

Функционально-технологические свойства мясного сырья представлены комплексом показателей, определяющих уровни водосвязывающих, эмульгирующих, водо- и жиропоглощающих, а также гелеобразующих возможностей, набор структурно-механических качеств, сенсорных показателей. Также к функционально-технологические свойства определяют показатели выхода и возникающих в ходе термической обработки объемы потерь мясного сырья [218]. При оценке уровня приемлемости мяса для изготовления мясной продукции приведенные показатели обретают важнейшее значение [134, 205].

Набор функциональных качеств изолированных белков представлен обширным комплексом показателей физико-химического характера. Данные показатели определяют структуру, а также комплекс характеристик готовой продукции [11, 156, 175].

Поскольку для мясного сырья характерна высокая вариативность состава и базовых показателей, возникают определенные проблемы в понимании функционального предназначения вспомогательных материалов и принципов трансформации качеств функционально-технологической природы. Подобные трудности обусловлены проблемами, возникающими в:

- оценке набора технологических возможностей и потенциала применения сырья;
- процессе выбора разновидности, соотношений и обстоятельств, при которых наблюдается совместимость компонентов рецептуры;
- ходе обоснования особенностей обработки сырья;
- направленном корректировании качеств обособленных разновидностей применяемого сырья и всей мясной системы в совокупности;
- прогнозировании вероятных трансформаций параметров мясной системы на каждом из этапов технологической обработки;
- рациональном применении компонентов, содержащих белок;
- получении мясной продукции соответствующего качества [29, 65].

Технические параметры мясной продукции во многом определяют свойства мышечной ткани, поскольку в ней присутствуют основные белки мясного сырья, характеризующиеся различным составом и структурой [237, 242].

Уровень содержания белка, условия среды и качественный состав белка являются определяющими факторами для оценки степени стабильности получаемой мясной системы. Они оказывают существенное воздействие на жиропоглощающую, водосвязывающую и эмульгирующую способности, определяют набор органолептических и структурно-механических качеств [139, 153].

В существующей многокомпонентной мясной системе белок выступает базовым стабилизирующим ингредиентом рецептуры, поэтому его поведение необходимо рассматривать с учетом взаимосвязей с прочими компонентами и условиями внешней среды, в которых могут наблюдаться изменения [46].

В процессе производства, с целью рационально ориентированного корректирования показателей функционально-технологических параметров мясной фаршевой системы широко применяются пищевые фосфаты. Они успешно заменяют поваренную соль. В качестве пищевых фосфатов выступают

смеси разнообразных солей фосфорной кислоты. Их соотношение в общем объеме фарша не превышает 0,3-0,4%. Действие фосфатов подобно синергистам поваренной соли. Их действие направлено на регулировку уровня кислотности среды, повышение ионной силы раствора и связывает ионы кальция в актомиозиновом комплексе.

Фосфаты способствуют ускоренному набуханию присутствующего в мышечных волокнах белка, увеличению основных возможностей продукта [26, 156].

Наибольшую эффективность фосфаты демонстрируют в процессе переработки тощего мясного сырья и продукта, подвергнутого предварительному размораживанию. Это распространяется и на продукт, у которого установлены характерные признаки PSE. Наблюдается значительный прирост объемов производимого из мяса сырья, у которого нарушены реакции автолиза. Это спровоцировало острую необходимость расширения привычного диапазона показателей кислотности для препаратов фосфатной группы, применяемых многими производителями. Прежние показатели рН были увеличены до 9,0 [12].

Практические мероприятия позволили установить, что для преобладающей массы вареных колбас характерны приемлемое качество и достойная органолептическая оценка. Для фаршевой эмульсии с показателем устойчивости свыше 85%, влагоудерживающей способностью на уровне 85% от общего объема присутствующей в фарше влаги или на уровне 92% связанной влаги в толще сырого фарша. Одновременно, показатель жирудерживающего критерия достигает 95% [21, 29, 203].

Наибольшую актуальность обретает проблема своевременной и адекватной оценки неблагоприятной, с ветеринарно-санитарной точки зрения, пищевой продукции. Водородный показатель, выступающий базовым индикатором безопасности продукта, может служить достоверным критерием при анализе качества и безопасности продовольственных товаров [17, 20, 142].

Внедрение вспомогательных добавок, нацеленное на улучшение качественного уровня мясного сырья, подвергаемого переработке, оказывает непосредственное влияние на величину водородного показателя. Одновременно с тем, заметно возрастает вероятность появления заметных отклонений от нормируемых значений.

Набор функционально-технологических качеств мясного сырья во многом определяется уровнем первоначальной обработки. Нередко первоначальные характеристики мясного сырья, подвергаемого переработке, нуждаются в улучшении. Решение задачи заключается в разработке усовершенствованной посолочной смеси многокомпонентного вида. Механизм действия ее должен быть направлен на сохранение качественных показателей в процессе осуществления соответствующей технологической модификации. Любые изменения уровня рН провоцируют возникновение существенных трансформаций в мясном сырье с последующим улучшением, либо ухудшением его функциональных показателей. Нередко это сопровождается изменением параметра микробиологической стабильности мясной продукции [42, 47].

Если готовый продукт демонстрирует снижение уровня безопасности и микробиологической устойчивости, то необходимость применения дополнительных препаратов консервирующего и антимикробного действия становится очевидна. Данные препараты позволяют продлить срок годности продукта и скорректировать его микробный состав. Однако, нередко эти препараты воздействуют не только на мясной продукт, но и на самого потребителя [45, 54].

## **1.2 Консервирование мясного сырья и основные виды обработки**

В обычных условиях период хранения мяса и мясопродуктов весьма ограничен, в связи с чем их можно причислить к категории скоропортящейся продукции.

Основной причиной порчи мяса считают микрофлору. Наибольшее внимание уделяют гнилостной микрофлоре. Губительным для мяса является в

том числе действие собственных ферментов, присутствующих внутри тканей. Чтобы значительно увеличить срок хранения мяса и предупредить его порчу, продукцию подвергают консервированию. Данная обработка предполагает создание соответствующих для микрофлоры условий, в которых происходит ее инактивация и невозможность дальнейшего существования, а деятельность присутствующих в тканях ферментов практически останавливается. Важным условием консервирования является сохранение максимальной пищевой ценности и первоначальных свойств мясопродуктов [18, 23].

Технология консервирования должна быть безопасной, не иметь негативных последствий для органолептических и качественных показателей продукции [145, 161].

Наиболее популярной остается методика обработки мяса низкими температурами или организация процесса хранения мясопродуктов при минимальных температурах. Данный подход к решению проблемы консервирования позволяет сохранить качество продукта на протяжении длительного временного отрезка, а также решить задачи транспортировки продукта от производственных площадей к участкам реализации [36, 24].

Примерные сроки хранения позволяют классифицировать методики консервирования на несколько групп.

При температурах, находящихся выше уровня точки замерзания находящейся в тканях жидкости, но максимально приближенной к данному значению (от 0 до -4 градусов по шкале Цельсия). Максимальный срок сохранения продуктов достигает 10 суток, при поддержании строгих температурных условий он может быть увеличен до 3,5-4 недель.

Поддержание температуры продукта ниже показателя замерзания влаги в тканях, но максимально приближенной к ней, позволяет хранить продукцию до трех недель.

Задание температурного значения, которое существенно ниже точки замерзания, позволяет увеличить срок хранения до 12 месяцев и более [57, 62, 46].

Охлажденное мясо наилучшим образом обеспечивает сохранение изначальных нативных качеств продукта, поэтому по качеству оно будет существенно превосходить любое сырье, подвергаемое полной или частичной заморозке [182, 186]. Процесс медленного охлаждения предполагает постепенное снижение температурного показателя мяса на протяжении 26-28 часов, когда температура среды составляет 2 °С. Процедура ускоренного охлаждения подразумевает поддержание температурного показателя на уровне 0 градусов на протяжении периода, занимающего от 20 до 24 часов. В случае быстрого охлаждения, температура среды составляет не более -3 градусов, а продолжительность охлаждения зависит от характеристик самого мяса. Для говядины она насчитывает 12-16 часов, для свинины — 10-13 часов, для козлятины и баранины — всего 6-7 часов.

Температуру охлажденного продукта тестируют в толще мяса на глубине 6 см. Она должна насчитывать от -1,5 до +4 градусов. При хранении охлажденной продукции относительная влажность среды должна насчитывать 85-90%, а скорость движения воздушного потока должна соответствовать 0,2-0,3 м/с. Температурное значение определяется принадлежностью мяса к определенной категории. Для говядины это -1,5 градуса, для свинины — от -2 до 0 градусов. Для баранины — от -1 до 0 градусов. Максимальный срок хранения для охлажденной говядины насчитывает 16 суток, для баранины и свинины он ограничен 12 сутками. Меньшей продолжительностью характеризуется срок хранения птицы, который не превосходит 5 суток, а для субпродуктов — 2 суток [2, 10, 71].

Процессы охлаждения активизируют ряд трансформаций в мясе, начиная с физических и заканчивая гистологическими и микробиологическими. Под физическими изменениями подразумевают изменения в консистенции, запахе, вкусе, массе и цвете. Химические трансформации касаются окисления гемоглобина и мышечного миоглобина молекулами кислорода. Биохимические трансформации включают процессы посмертного окоченения, гидролиза жиров, автолиза белков и созревания мяса. Микробиологические изменения

ограничены затормаживанием развития микроорганизмов, а гистологические — едва различимым исчезновением поперечной полосатости с параллельным возникновением грануляции волокон [37, 103, 130].

Проблему замедления жизнедеятельности микроорганизмов разрешают путем охлаждения мясной продукции до точки замерзания жидкости в тканях. Это заметно сказывается и на составе микрофлоры [202, 205, 217]. В процессе замораживания наблюдается образование кристаллов, в результате чего ткани утрачивают влагу на фоне снижения температуры. Это неизбежно заканчивается прекращением жизнедеятельности присутствующих в тканях микроорганизмов. Достаточно охладить мясную продукцию до -5 градусов, чтобы бактерии психрофильной группы утратили способность к размножению. Для психрофильных дрожжей данная температура должна составлять -10 градусов и ниже. Как только температура опускается ниже -18 градусов, мясо не подвергается какому-либо воздействию со стороны микроорганизмов [20, 66, 81].

Большинство микроорганизмов, способных вызывать порчу продукта, прекращают свою жизнедеятельность, как только температурный показатель опускается ниже -10 градусов [206, 219]. Максимальную стойкость по отношению к воздействию отрицательных температур демонстрирует плесень. Это касается и тех разновидностей плесеней, которые способны создавать на поверхности мяса пленку из слизи [14, 34, 40].

Микроорганизмы обладают повышенными способностями к выживанию, поскольку развиваются при наличии воды, без которой невозможно существование живых организмов, а также невозможен и сам обмен веществ [114, 120]. В ходе замораживания мясной продукции и субпродуктов вода, присутствующая в тканях, трансформируется в лед. Для полного вымерзания тканевой жидкости температура мяса должна опуститься до -5,5 — -6,5 градусов Цельсия. Если температура замораживания выбрана некорректно и не достигает нужной величины, вода сохраняется в толще мяса. Это побуждает микроорганизмы к дальнейшему распространению. Замораживание продуктов

способствует гибели микроорганизмов, присутствующих в тканях. Это становится следствием существенного нарушения обменных процессов на фоне полного вымерзания жидкости и заметной деформации клеточной структуры [12, 41, 46].

Микробные клетки максимально деформируются вследствие медленного замораживания мясопродуктов до температурного значения в -6 - -12 градусов. Экстремально быстрое замораживание создает условия для выживания 8-10% клеток. Это связано с образованием огромного количества ледяных кристаллов, благодаря чему структура клетки меньше подвергается деформациям. Холодильную обработку мясопродукции необходимо проводить в ускоренном режиме, чтобы как можно быстрее подавить жизнедеятельность микроскопических организмов и активность присутствующих в тканях ферментов. Одновременно с тем, данный способ позволяет минимизировать скорость протекания химических и структурных трансформаций в продукции [46, 74, 79].

В качестве популярного способа химической обработки следует рассматривать посол. Он подразумевает обработку мясопродукции при помощи поваренной соли, специальной посолочной смеси или рассолом с целью задания желаемых органолептических и физико-химических качеств и наибольшей устойчивости в процессе хранения [143, 147]. Мясная промышленность находит различное применение для посола, начиная с консервирования мясной продукции и заканчивая участием вещества в процессах технологической обработки мяса [144, 148].

Посол может быть сложным и простым. Простая форма посола подразумевает использование в качестве консервирующего вещества поваренной соли или ее водного раствора. В качестве сложного посола применяется специальная посолочная смесь. Она может быть заменена альтернативным решением — рассолом. Помимо соли, в данных веществах присутствует определенное количество сахара, перца и других специй,

нитритов и прочих ингредиентов. Их количество определяется соответствующей рецептурой [64].

Посолочную смесь необходимо расценивать в качестве комплексной биологической добавки, включающей не менее двух ингредиентов, в том числе, и поваренную соль.

Поваренную соль применяют с целью придания продукту необходимой выраженности вкусовых качеств. Также компонент выступает в качестве ингибитора при окислении жиров. Поваренная соль обладает бактериостатическим воздействием в отношении микрофлоры. Если концентрация поваренной соли достигает значительной величины, то в тканях поддерживается повышенное осмотическое давление. Оно приводит к полному обезвоживанию клеток микроорганизмов. Ионы хлора и натрия способны нарушать обменные процессы в микробных клетках, проникая внутрь таковых.

Применение нитрита натрия позволяет заметно усилить консервирующий эффект поваренной соли и придать продукту розовато-красный оттенок. Нитрит принадлежит к числу ядовитых веществ, в чем заключается его основная опасность. По указанной причине, содержание нитритов в мясе не может превосходить 5 мг на каждые 100 г. Процесс введения нитрита должен находиться под строжайшим контролем и подразумевать постепенное наполнение мясопродукции веществом. Недопустимо добавление селитры в состав посолочной смеси [10, 19].

Чтобы придать ветчинным изделиям желаемый розовато-красный оттенок, максимально сохранить вкусовые качества и аромат, в посолочную смесь может быть добавлена аскорбиновая кислота в количестве 52 г на каждые 100 кг мяса. В качестве альтернативного решения выступает аскорбинат натрия в количестве 42 г на каждые 100 кг мяса. Следует помнить о возникновении бурной реакции аскорбиновой кислоты с нитритом натрия. Данная особенность обязывает отказаться от одновременного введения ингредиентов.

Поддержанию желаемого цветового оттенка мяса способствует и сахар. Также он позволяет снизить соленость продукта до оптимального уровня и

заметно усилить консервирующий эффект соли. Количество сахара в посолочной смеси не должно превосходить 2%.

Влагоемкость мяса можно увеличить до желаемого значения благодаря введению в его состав фосфатов. Это сказывается на увеличении объемов получаемой готовой продукции. Фосфаты способствуют значительному замедлению окислительных процессов, благодаря чему значительно увеличивается срок хранения мясного продукта.

При посоле в некоторых случаях в состав смеси дополнительно вводят специи: небольшое количество перца, лаврового листа и других ингредиентов [20,22].

#### Качественные трансформации мяса в процессе посола

Активность ферментов обуславливает химические трансформации, протекающие в мясном продукте. До сих пор не известно, каким типам ферментов — тканевым или микробиальным, отводится главная роль. В отдельных процессах ферменты, вырабатываемые микроорганизмами, обретают решающее значение. По сравнению с тканевыми, ферменты микробиальной группы непрерывно воспроизводятся, пока внутри микробных клеток протекают обменные процессы. Это означает, что в процессе посола происходят их многократный синтез и выделение в ткани. Наличие микрофлоры неизбежно сказывается на состоянии конечной продукции [14].

Скорость характерных для мяса химических превращений можно считать относительно невысокой, поскольку процессы, зачастую, протекают при температурах в интервале от -4 до 0 градусов по шкале Цельсия. Поскольку посол является довольно продолжительным процессом, изменения обычно обретают ярко выраженный вид. Если продукту необходимо придать определенные качественные характеристики, то мясо должно продолжительное время пребывать в соответствующем посоле [19, 27].

Тканевые ферменты и выделяемые микроорганизмами энзимы ведут непрерывную деятельность, в результате чего определенное количество присутствующих в мясе белков подвергается реакции гидролитического

распада. В процессе посола происходит потеря белков вследствие перехода в рассол и протекания реакций распада [10].

В процессе посола особое значение уделяется водородному показателю. Повышенное значение рН мяса выступает в качестве базового фактора, обеспечивающего способность мясной продукции к поглощению и дальнейшему удержанию влаги [248].

Примером могут служить данные (Таблица 1 – Зависимость рН от количества абсорбированной воды), характеризующие изменения абсорбции воды свиным фаршем в зависимости от рН:

Таблица 1 – Зависимость рН от количества абсорбированной воды

| рН  | Количество абсорбированной воды в % к мясу |
|-----|--|
| 5,4 | 26   |
| 5,6 | 32   |
| 5,8 | 43   |
| 6,0 | 56   |
| 6,2 | 68   |
| 6,4 | 82   |
| 6,6 | 92   |

В посоле не выдерживают горяче-парное мясо, поскольку оно характеризуется быстрым набуханием и отличным удержанием воды. Его величина рН находится в границах 6,6-6,8 единиц. Практические исследования демонстрируют, что данные свойства продукта определяются лишь уровнем рН и содержанием аниона  $\text{HCO}_3^-$  [14].

Охлажденное мясо дает более кислую реакцию, оно же характеризуется меньшим содержанием ионов  $\text{HCO}_3^-$ , по сравнению с горяче-парным.

По мере созревания мяса, под воздействием молочной кислоты, происходит высвобождение ионов кальция. Их связывание обеспечивают карбонаты. У живого скота содержащийся в мышечных волокнах кальций находится в связи с белками, образующими протеиновые комплексы. Для ионов кальция характерна способность к обезвоживанию мышечных белков. Соли,

взаимодействуя с кальцием, порождают соединения нерастворимой формы. В процессе добавления таких солей к измельченным мышечным волокнам, мышечные белки увеличивают свою способность к влагопоглощению.

Введение в состав мяса фосфатов и полифосфатов позволяет повысить возможности продукта к поглощению и последующему удержанию влаги. Это обуславливает необходимость совершения подобных процедур при технологической обработке. Группы фосфатов и полифосфатов оказывают непосредственное воздействие на показатели кислотности, характерные для конкретного сорта мяса. Оптимальной считают степень кислотности фосфатов на уровне 6,4 единиц [20].

В процессе изготовления мясной продукции фосфатам отводится важное значение, поскольку они обеспечивают возможность корректировки водородного показателя. Набор структурно-механических качеств любой мясной продукции во многом определяется комплексом физико-механических параметров. Среди них наибольшее значение отводится температуре, ионной силе и уровню кислотности среды [180, 188, 200]. Преднамеренная корректировка показателей кислотности позволяет поддерживать функционально-технологический потенциал мышечного белка под строгим контролем. Аналогичным образом, под контролем будут находиться белоксодержащие препараты различного происхождения, а также отдельные группы полисахаридов. Это позволяет регулировать характеристики готовой продукции, независимо от их природы.

Первоначальные величины рН лежат в обширном диапазоне для различных ингредиентов, включенных в рецептуры, формируемая дисперсная система обладает рН со скачкообразным изменением величины. Данная особенность характерна для стадии производственного процесса, когда происходит внесение ингредиентов в куттер при гомогенизации и эмульгировании в условиях современного производства. Указанная особенность оказывает существенное влияние на набор функциональных свойств и текущее состояние компонентов-структурообразователей. Подобные

факторы заметно сказываются на устойчивости той системы, которая должна получиться в ходе производственного процесса [18,47, 111].

При изготовлении современной мясной продукции регулирование уровня кислотности среды осуществляется, как правило, при помощи группы пищевых фосфатов. Введение подобных компонентов в продукцию способствует диссоциации актомиозинового комплекса, повышению степени растворимости присутствующих в мышечных волокнах белков. Специфическое действие фосфатов способствует демонстрации функционально-технологических качеств миозина. Фосфаты провоцируют активное межмолекулярное взаимодействие групп белков, порождающее образование структурной матрицы.

На колбасных производствах наиболее часто применяют фосфатные препараты комплексного типа, в которых одновременно представлена целая группа солей отдельных фосфорных кислот. Для комплексных препаратов характерна способность к созданию так называемой буферной емкости, способной стабилизировать уровень рН в мясной системе и обеспечивать его изменение до определенного значения [14].

Значение микрофлоры в составе посола

При посоле свинины часто применяют так называемые старые рассолы. Они предназначены для многолетнего использования. Такие рассолы обеспечивают максимально быстрое развитие цвета, аромата, вкусовых характеристик. Для старых рассолов характерна максимальная стабильность по отношению к параметрам содержащейся микрофлоры и ее количеству [112, 117].

В старом рассоле присутствует внушительное количество микроорганизмов. В 1мм рассола это значение может достигать нескольких тысяч [47].

Преобладающую часть микробов, присутствующих в старых рассолах, можно отнести к видам кокковых, реже встречаются палочковые виды. Среди палочковых видов, большая часть микроорганизмов может быть причислена к разряду грамотрицательных [110].

Литературные сведения указывают на преобладание в растворах микрококков и лактобацилл [122, 140]. Поверхность обычно покрыта бактериями аэробного типа и дрожжами. С мясом в рассол нередко попадают антагонисты, принадлежащие к группе нежелательных бактерий для присутствующей микрофлоры. Чем более длительное время применяется посол, тем большее количество микроорганизмов в нем присутствует [11].

Микрофлора оказывает существенное влияние на цветообразование, происходящее во время посола мясной продукции. Также она способствует максимальному замедлению порчи мяса и повышению органолептических качеств [238].

Микрофлора рассолов при посоле может различаться по своим характеристикам, в зависимости от использованного сырья, режима и типичных условий технологического производства посола. А также его продолжительности. Посол характеризуется заметным увеличением суммарного количества микроорганизмов в составе рассола. Данная особенность обусловлена постепенным накоплением переходящих от мяса к рассолу питательных ингредиентов, а также постепенным снижением уровня концентрации соли в составе. Постепенно наблюдается изменение качественного состава микрофлоры [10, 19, 178]. Часть микробов приспосабливается к новой среде, часть будет подавляться создающимися условиями.

Наибольшую ценность представляют рассолы, для которых характерно установившееся микробиальное равновесие. Сформированная в процессе обработки мясного сырья микрофлора должна способствовать существенному улучшению качества соленой продукции и подавлению нежелательных микроорганизмов [76, 187].

Количество лактобацилл не должно быть значительным, иначе рассол начнет закисать [189].

Для рассолов наиболее характерен такой вид порчи как загнивание. Рассол начинает постепенно мутнеть, в нем образуется слизь и пена. Смесь

меняет окраску на светло-красный, а также обретает специфический неприятный запах. Наблюдается заметное повышение показателя кислотности. Загнивание возникает на фоне активного распространения бактерий грамотрицательной группы [12, 179].

Рассолы подвержены закисанию. Наблюдается помутнение состава, а также образование в нем слизи и хлопьев. Окраска меняется на зеленоватую, а весь рассол обретает кисловатый запах. Уровень pH опускается ниже отметки в 6 единиц. Закисание развивается на фоне активной деятельности представителей микрококков, стрептококков, лактобацилл и педиококков [130, 177].

Базовым фактором, провоцирующим порче рассолов, считают снижение концентрации солей и существенное повышение температурного показателя. Нередко испорченный рассол удается идентифицировать по минимальному содержанию нитритов и нитратов. Закисание прогрессирует при повышенном содержании сахара в составе рассола, поскольку он выполняет функцию питательной среды для отдельных групп микроорганизмов, способных продуцировать кислоты.

Условием получения высококачественного продукта является строгое следование рецептуре и технологии посола [47].

На современном уровне производственного цикла для сохранения мясной продукции применяют модифицированные газовые среды [207, 208]. Данный прием модификации отличается инструментальными и технологическими особенностями организации всего производственного цикла [154, 183]. Технология создания газовой среды является продолжением развития методики вакуумирования [214, 221]. Вакуумной упаковка в процессе развития пищевой промышленности перестала удовлетворять решению проблем, касающихся хранения скоропортящейся продукции в условиях безвоздушного пространства [35, 109].

В ходе механической деформации мясной продукции наблюдается не только нарушение его первоначальной текстуры, но также выделение

значительных объемов соков и жидкости [176, 195]. Витаминная гамма продукта становится более скудной, жидкая среда вокруг продукта начинает активно формироваться. Клетки находятся в стадии интенсивного распада и старения. Для свежих овощей и свежей сочной мясной продукции приведенное обстоятельство считается недопустимым [18, 116, 225].

Для вакуума также характерно присутствие анаэробов с неблагоприятным влиянием на большинство продуктов питания. Сохраняющиеся на продукте на стадии предварительной подготовки, анаэробы начинают интенсивно распространяться в безвоздушной среде. Достаточно минимального температурного перепада, чтобы активизировать подобные явления [20, 38, 40].

Помимо этого, в процессе вакуумирования, скоропортящиеся продукты изменяют свой первоначальный вкус. Внутри упаковки наблюдается интенсивное выделение влаги. В результате чего продукт становится обезвоженным, его вкусовые свойства и общие потребительские качества заметно изменяются [234].

На протяжении нескольких столетий в качестве эффективного консерванта используют углекислый газ. Этот газ способен остановить распространение нежелательных микроорганизмов на поверхности мясной продукции [68].

Для каждого вида мяса разработаны уникальные рекомендованные газовые смеси [187, 204].

Довольно часто смесь «разбавляют» азотом, выступающим в качестве инертного газа. Для азота не характерна растворимость в жирах и воде, а также оказание непосредственного бактериостатического воздействия. Азот не оказывает и малейшего влияния на показатели стабильности изготовленной продукции. Этот газ способствует максимально полному удалению остатков кислорода, благодаря чему распространение аэробных бактерий будет пресечено.

Совместно с минимальными температурами, для замедления распространения микроорганизмов, нередко применяют озон. Он помогает устранить неприятные ароматы, возникающие внутри холодильной камеры [157, 162]. Человек нередко не может переносить ту концентрацию озона, которая губительно действует на присутствующие в продукте микроорганизмы [85]. Повышенные концентрации вещества провоцируют ускоренную порчу продукции под воздействием процессов окисления. Это особенно актуально для жиров [47].

Бактериостатическим ингредиентом газовой смеси выступает двуокись углерода. Она не только сдерживает распространение нежелательных бактерий, но и подавляет их рост. Для двуокиси углерода характерна отличная растворимость в жирах и жидкости [17].

Углекислота не позволяет микроорганизмам, провоцирующим порчу мяса, распространяться по его поверхности и внутри структуры. Чтобы исключить вероятность образования слизи на конечном продукте, концентрацию углекислоты следует выбирать довольно значительную.

При минимальных температурах наблюдается лучшее проникновение углекислого газа в мясной продукт, поэтому его действие становится более выраженным [17,129, 158].

Мясо может подвергаться двум механизмам порчи, между которыми существует ряд принципиальных различий: путем микробиологического роста, а также окисления красного пигмента [240, 251]. Оптимальные условия для хранения мясного сырья создает сложная газовая среда со множеством ингредиентов [229].

### **1.3 Ветеринарно-санитарная экспертиза мясных продуктов на соответствие нормам безопасности и качества**

К стандартным методикам оценки качества мясопродуктов относят органолептические, физико-химические, микробиологические способы,

которые в свою очередь представляют категорию базовых лабораторных методов ветеринарно-санитарной экспертизы [163, 165].

В процессе органолептической проверки мясных изделий на качество и безопасность необходимо изучить внешний вид, цвет, структуру, консистенцию, запах, состояние жировой ткани, строение сухожилий, качественные показатели бульона [61, 166].

Физико-химические способы лабораторного анализа мясных продуктов представляет собой процесс по выявлению продуктов первичного белкового распада в бульоне, а также определение концентрации летучих жирных кислот в продукте [58, 63, 77].

Необходимо точно установить, было ли животное, из которого получено мясо, здоровым. С этой целью в ходе исследования проводится анализ содержания в мясе водородных ионов [11, 222].

Способ выявления остаточных веществ белкового распада в мясном бульоне базируется на белковой коагуляции, происходящей в процессе варки мяса. Белки отделяются от бульона методом фильтрации, путем добавления в него раствора сернокислой меди концентрацией 5%. Если в бульоне присутствуют остаточные вещества белкового распада, полипептиды, в сочетании с сернокислой медью они преобразуются в осадок, визуально напоминающий желеобразную структуру.

Процесс выявления летучих жирных кислот основан на методике отгонки с последующим титрованием. Образование в мясе данных веществ связано с процессом аминокислотного дезаминирования, наблюдаемым в испорченном сырье. Итогом данного процесса служит образование аммиака и низкомолекулярных жирных кислот.

Микроскопическое исследование мясопродуктов: порядок проведения, значение и результаты.

Данный метод исследования базируется на выявлении точного количества бактерий и определение стадии распада мышечной ткани посредством микроскопирования мазков (отпечатков) [12, 167]. Для этого

необходимо стерилизовать поверхность мышечных участков, подвергаемых исследованию, при помощи накаливаемого шпателя или обжигающего тампона, который предварительно смачивается в спирте. Затем при использовании профломбированных ножниц необходимо вырезать куски мышечной ткани требуемых размеров (стандартно 2 x 1,5 x 2,5 см). Далее участки разрезов прикладываются к предметному стеклу. Данный метод требует снятия трех отпечатков на двух стеклах [199]. Препараты тщательно высушиваются на воздухе, закрепляются над спиртовым пламенем и окрашиваются по Граму для последующего микроскопирования. При этом на предметном стекле исследуется до 25 полей зрения [21].

Отдельно стоит выделить значимость микробиологического анализа мясопродуктов. Следует обратить внимание на факторы, от которых зависит рост численности бактерий на поверхности мяса и в его структуре:

1. Основные питательные вещества. Известно, что все бактерии в разной степени нуждаются в питательных веществах - воде, двуокиси углерода, кислороде, неорганических элементах, азоте, аминокислотных соединениях, витаминах, пуринах и т. д. [159, 246]. Мясо является основным источником среди всех продуктов по содержанию перечисленных веществ, ввиду чего служит идеальной средой для размножения разнообразных видов бактерий [13, 16].

2. Температура. Именно от температурных условий зависит то, насколько стремительным будет процесс размножения микроорганизмов на поверхности мяса. Для каждого из них существует минимальный и максимальный температурный предел. Иными словами, известны минимальная и максимальная предельные температуры, при которых возможна их жизнедеятельность [11, 160]. Так, большая часть микроорганизмов активно размножается в температурном диапазоне 17-38 °С (мезофильные микроорганизмы). Оптимальная температуры для жизнедеятельности большинства известных штаммов - 37 °С. При такой температуре продолжительность этапа задержки и размножения в

логарифмической фазе стремится к минимальной (процесс занимает до получаса). Таким образом, довольно просто вычислить наиболее оптимальные условия для размножения мезофильных микроорганизмов: если мясопродукт хранить при благоприятных для бактерий температуре, их численность резко вырастет всего на несколько часов. Когда температурный режим ниже оптимального, длительность этапа задержки и размножения увеличивается [47, 250]. Мясные продукты, которые были обработаны и хранились не охлажденными, часто содержат термофильные микроорганизмы. Оптимальный температурный режим для их существования - 57-60 °С, но не более 75 °С. Минимальный порог для их жизнедеятельности составляет 35 °С [21]. Если мясо хранили в охлажденном виде, возможно развитие в нем психрофильных микроорганизмов. В учебных пособиях можно встретить утверждения о том, что данные бактерии активно размножаются также и при температуре 20 °С. Однако, как показывает практика, психрофильными можно назвать лишь бактерии, медленно растущие при температурах заморозки [59]. Если мясопродукт хранили в температурных условиях, благоприятных для роста нескольких групп микроорганизмов, может развиваться гетерогенная флора. Ее масштабы увеличиваются крайне стремительно - максимальная степень размножения достигается через 2-3 часа. Если мясо хранится при низких температурах, численность микроорганизмов растет медленно, при этом можно наблюдать развитие лишь незначительной части микрофлоры [253]. Например, если сырое мясо хранится при температурном режиме 0-2 °С, начинается интенсивное размножение микроорганизмов группы *Pseudomonas*. В таких условиях они размножаются не столь стремительно, как при более высокой температуре [12].

3. Кислород. В целом микроорганизмы условно делятся на физиологические подгруппы. Критерием деления служит воздействие кислорода на их развитие: безусловные анаэробы, способные размножаться только в случае отсутствия кислорода; безусловные аэробы - бактерии,

растущие исключительно при наличии кислорода; условные анаэробы - их развитие возможно, как при наличии, так и при отсутствии кислорода. Как правило, условные анаэробы развиваются стремительнее в аэробных условиях, однако молочнокислые микроорганизмы (к примеру, стрептококки и лактобациллы) могут размножаться одинаково в кислородной и бескислородной среде. По этой причине их часто именуют микроорганизмами, безразличными к кислороду. Из этого следует, что в структуре мясопродукта и сырого мяса способны расти как безусловные, так и условные анаэробы. При упаковке мяса в вакуумную непроницаемую пленку анаэробные бактерии в бескислородных условиях существуют благодаря наличию углеводов и органических кислот, если же мясопродукт не упакован, то на его поверхности возможно развитие многочисленных аэробных микроорганизмов [22, 24].

4. Воздействие кислотности среды - фактор, играющий важнейшую роль в процессе роста бактериальных клеток. Оптимальная среда для размножения большей части известных бактерий - нейтральная. При медленном снижении рН сперва наблюдается гибель гнилостных микроорганизмов, за ними следуют молочнокислые стрептококки и палочки. Кислая среда способствует усилению воздействия факторов, крайне неблагоприятных для жизнедеятельности бактерий. Рассмотрим отдельные подгруппы микробов, обладающих способностью регулировать уровень рН: к примеру, дрожжи при рН 4-4,5 могут способствовать повышению его до более нейтральных показателей, молочнокислые бактерии обеспечивают снижению рН за счет выработки разнообразных кислот [10, 13]. Подавляющее число микроорганизмов имеет допустимый диапазон колебания рН в пределах нескольких единиц. Так, показатель ниже 4,2 и более 9,4 считаются предельными для роста большинства известных бактерий. К исключениям можно отнести несколько разновидностей молочнокислых микроорганизмов, выдерживающих диапазон от 4 до 8,5 рН. В процессе производства мясопродуктов для обеспечения микробиологической

стабильности часто используется уксусная кислота, однако большей эффективностью отличается молочная [45].

5. Уровень влажности. Бактерии обладают способностью к поглощению питательных веществ из водных растворов, причем это возможно даже при их развитии на плотных средах (к примеру, на поверхности мяса). Значительную роль в процессе развития микроорганизмов играет уровень концентрации питательных веществ в водном растворе. Если мясо подвергается сушке, в процессе высыхания количество развивающихся микроорганизмов стремительно сокращается. Связано это с замедлением поступления воды из структур мясопродукта на поверхность [22, 47].

6. Посолочные вещества. Соленые мясопродукты известны повышенным содержанием в них хлорида натрия, нитратов и нитритов натрия, кальция (последние - в меньшей концентрации). Дополнительно соленое мясо может содержать сахар, фосфаты и ингредиенты, добавление которых призвано улучшить структуру, цвет, вкусовые качества продукта. Соль и ряд иных ингредиентов для посола способствуют задержке размножения микроорганизмов, которые приводят к порче свежего или несоленого мяса. Таким образом, на несоленом продукте или в его структуре могут развиваться различные микроорганизмы. Кроме того, на микрофлору соленого мяса существенно влияет термическая обработка [18, 52, 227]. Главный итог применения всех ингредиентов посола мяса - изменение активности водного раствора под влиянием поваренной соли. Ряд микроорганизмов способны восстанавливать нитрат и преобразовывать его в нитрит. Последний известен токсичностью в отношении многих других микроорганизмов. Сахар - субстрат для ферментативных микроорганизмов, которые образуют кислоты и понижают рН мясопродуктов. Свойства иных посолочных ингредиентов также связывается с изменениями активности воды или рН.

В процессе анализа качества мяса очень важно обращать внимание на специфику технологической обработки - она может быть температурной, физической, химической и т.д. Мясопродукт низкого качества при поступлении на производства может стать причиной сбоя технологического процесса. В результате продукт, полученный из такого мясного сырья, не будет отвечать строгим стандартам качества [19, 20, 50].

Чтобы провести тщательный и, что немаловажно, своевременный анализ микробиологического состава и своевременно выявить некачественный продукт, следует прибегнуть к методике экспресс анализа мясной продукции [49, 184, 190].

#### **1.4 Значимость водородного показателя при исследовании мясопродуктов**

Водородный показатель (рН) представляет собой меру активности ионов водорода в водном растворе. Его значение рассчитывается путем количественного выражения кислотности водорода [226]. Показатель рН мясопродукта напрямую связан с концентрацией в нем углеводов на момент убоя, а также сопряжен с деятельностью ферментативных систем бактерий, содержащихся в мышечной ткани. При жизни животного реакция мышечных структур слабощелочная. После убоя при протекании ферментативных реакциях в мясе, полученном от здорового животного, меняется концентрация ионов водорода, происходит сдвиг в кислую сторону. В пределах 24 часов после убоя под воздействием амилазы мышечный гликоген постепенно преобразуется в молочную кислоту. Наряду с данным процессом под влиянием тканевых ферментов происходит распад АТФ. Итогом всех перечисленных процессов служит образование ортофосфорной кислоты [121, 131].

Чтобы оценить степень свежести мясопродукта необходимо учитывать зависимость показателя рН от основных факторов:

- свежести мяса;
- здоровья животного на момент убоя [11, 164, 174].

Водородный показатель связывают с активностью ферментативных систем организма животного. В процессе автолитических преобразований мышечной ткани наибольшее значение имеют свойства главных ферментативных структур. Каждая из которых осуществляет свою функцию: одна отвечает за двигательные реакции, другая - за катализацию непрерывного распада основных структурных элементов мышечного волокна. Ключевую роль в данном процессе играют катепсины [37]. Последние представляют собой кислые протеиназы, проявляющие активность при показателях рН от 2,0 до 5,0. Катепсины в высоких концентрациях содержатся в тканях органов, лизосомах (ферментативные клеточные структуры внутри клеток, диаметр которых составляет 5,5 мкм) [44].

Катепсины являются типичными протеиназами и способствуют деструктивным изменениям в присутствии высокомолекулярных белков. Свойства катепсинов, освобождающихся из лизосом с последующей активизацией под воздействием кислой клеточной среды, напрямую связаны с деятельностью белков, предшествующих расслаблению мышц. На сегодня выявлено множество ферментов с эндопептидазными свойствами [19].

Катепсин В1 - разновидность тиоловой эндопептидазы, активизация которой происходит при участии SH-элементов. Обладает оптимальной активностью при показателе рН 6,0. В отличие от коллагеназы в большей степени способна к коллагеновому гидролизу в условиях кислой среды. В целом по функциональным свойствам сравнима с растительной протеиназой, потому довольно часто применяется в целях размягчения мяса [46].

Катепсин D - относится к эндопептидазам, активизируемым при показателях рН 2,9-4,0. Обладает склонностью к взаимодействию с пептидами. По этой причине катепсин D часто сравнивают с пепсином (фермент, участвующий в пищеварительном процессе).

Катепсин E, прежде всего, отличается спецификой субстрата, а также кислым характером.

Катепсин Н относят к особой категории ферментов, способных к белковому гидролизу при достаточно высокой активности и оптимальным показателем рН - 6,0.

Катепсин L – вещество, содержащееся во фракции лизосом. Способно к гидролизу ряда белков при оптимальном водородном показателе равном 5,0 [47].

Катепсин А – элемент, наиболее активный относительно пептидов при показателях рН 5,6 - 6,9. Отличается тем, что может способствовать гидролизу синтетических субстратов [20].

Катепсин В2– вещество сравнительно не специфического характера, для активации которого необходимы сульфгидрильные соединения. Способен к гидролизу полипептидов до свободных аминокислот при оптимальном показателе рН 5,5.

После многочисленных исследований саркоплазмы, митохондрий и клеточных рибосом были выявлены различные протеиназы, способные проявлять ферментативную активность при участии ионов кальция в условиях нейтральной среды. Зависимые от кальция тканевые протеиназы именуется кальпаинами [115, 203]. Итогом подобного взаимодействия при нормальном течении автолитических реакций служит приобретение мясопродуктом приятной текстуры, насыщенного вкуса, приятного аромата. Специфика и глубина изменений автолитического характера в мясной продукции непосредственно сказываются на его качестве и питательности.

Глубокое исследование и учет уникальных биохимических свойств ферментативных систем очень важны для корректного регулирования технологических процессов. Только при комплексном подходе можно получить свежее мясо и качественные продукты из него [47].

С целью получения продуктов с заданными свойствами организовывать технологические процессы следует путем тщательного воздействия на главные ферментные системы мясопродукта. К таковым относятся температурный

режим, показатель рН и др. (важно заблаговременно определить оптимальные условия для деятельности катепсинов).

Так, при проведении качественного анализа и получении объективной информации о специфике структурных изменений ткани и ее компонентов, удается спрогнозировать оптимальные условия получения высококачественного мясопродукта [48, 123]. Известно, что в случае снижения показателя рН можно создать оптимальные условия для деятельности мышечных катепсинов, которые принимают участие в последующем созревании мясопродукта [27, 41].

Контролирование естественных процессов послеубойных изменений и направленное воздействие на них обеспечит рациональное использование сырья и получение максимального выхода готовой продукции. Парное мясо отличается расслабленностью мышечной ткани и ее высокой влагоемкостью, оптимальные показатели рН в ее отношении - 6,9-7,0. При этом такое мясо не имеет выраженного вкуса и сильного аромата. Парное мясо очень нежное, но проигрывает в кулинарных свойствах и пищевых качествах. Концентрация гликогена в мышечной ткани здорового животного - не более 0,8%. В таком случае после гликогенового распада наблюдается образование значительного объема молочной кислоты, итоговый показатель рН колеблется в пределах 5,5-5,6 [20]. Если животное утомлено или истощено, концентрация гликогена в мышечной ткани снижается, как и содержание молочной кислоты. Итоговый показатель рН в диапазоне 6,2-6,5. Это говорит о необходимости дополнительных производственных технологических манипуляций для получения безопасного и пригодного для потребителя мясопродукта.

В случае изменения гидратации мясопродукта определяется специфика его переработки, согласно требуемым показателям. Мясной продукт с низкой гидратационной степенью обладает наибольшей жесткостью. Окоченевшее мясо содержит низкий процент прочно удерживаемой воды (73% вместо 90%). Утрата способности к удерживанию воды в мышцах объясняется сниженным показателем рН и образованием актомиозинового комплекса.

В процессе переработки и получения продукта следует учитывать, что в различных мышечных группах убойного скота концентрация гликогена, содержание АТФ, креатинфосфорной кислоты, а также минимальные и максимальные показатели рН не бывают одинаковыми [21].

Взаимосвязь между водородным показателем и микробным составом мясопродукта: научно доказано, что для подавляющей части микроорганизмов оптимальным показателем рН служит практически нейтральная среда, а предельный минимальный и максимальный уровень рН - 8,0 и 5,0 соответственно. Однако известны микроорганизмы, способные к активному росту даже при диапазоне рН 11-3. Исходя из рациона кормления, условий содержания и качества ухода за животными до убоя, средний показатель рН свежего мяса может варьироваться в пределах 5,4 - 6,0. При таких величинах рН возможна жизнедеятельность ряда бактерий, однако в ходе исследований выяснилось следующее: при показателе рН 6,0 мясо более склонно к нарушению микробиологической стабильности, чем при рН 5,4.

К примеру, аэробное развитие стафилококков существенно замедляется при рН 5,3-5,4. Из этого следует научно обоснованный вывод, что на практике предпочтительнее использовать мясо и мясопродукты, с более низким показателем рН [40].

Водородный показатель снижается в частности при добавлении уксусной, молочной, лимонной кислот, а также и при участии кислот, образуемых вследствие микробиальных процессов [12, 47].

## **2. СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

### **2.1 Материалы и методы исследований**

Объектом исследования служили пробы колбас, мяса, мясных продуктов в вакуумной упаковке, обработанной газовой смесью, мясных продуктов, подвергнутых технологической обработке – посолу, и пробы мяса птицы.

Исследования изменения водородного показателя пищевых продуктов в зависимости от вида технологической обработки проводили в условиях лаборатории кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы Федерального государственного бюджетного общеобразовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины».

Всего исследованию было подвергнуто 63 пробы мяса и мясных продуктов.

Исследование по изучению экспресс-методов бактериологического исследования проводилось в условиях ФГБУ «Ленинградская межобластная ветеринарная лаборатория» (ФГБУ «Ленинградская МВЛ»), в отделе безопасности продуктов животного происхождения, в лаборатории пищевой микробиологии и ветеринарно-санитарной экспертизы. Увеличение объема проб, направляемых в лабораторию для микробиологических исследований, в том числе по плану мониторинга (за три дня может поступать более 300 проб) требует оптимизации, т. е. уменьшение продолжительности исследований каждой пробы. Для решения данной задачи в лаборатории проводится внедрение экспресс тест – систем. В настоящее время такой вид исследования проводится не на обязательной основе, а по заявке владельца продукции.

Экспресс тест – системы представлены несколькими видами, используемыми в зависимости от целей микробиологических исследований [16, 28, 135]. Техника исследования во всех тест – системах, анализ которых проводился в данной работе, основана на приготовлении суспензии и

внесении её в ячейки тест – системы с подготовленными хромогенными или флюорогенными реактивами с последующим термостатированием и считыванием результатов реакций [168, 171, 210].

Наиболее распространена система Rapid 20E (страна производитель - Франция) – это стандартизированная система для идентификации энтеробактерий в течение 4 часов [245, 250]. Энтеробактерии вызывают порчу продуктов, а также могут являться одной из причин пищевых отравлений [3, 15, 87, 146].

«РАПИД-ЭНТЕРО – 200» (НИИЭМ имени Пастера, г. Санкт-Петербург) – отечественная тест-система для выделения и идентификации микробов семейства Enterobacteriaceae. Особенностью использования данной системы является более тщательная подготовка колоний для исследования. В данной системе исследуются только грамотрицательные, оксидазонегативные, ферментирующие глюкозу бактерии [80, 86, 138].

Api Listeria (Франция) – это экспресс тест–система, используется для выделения и идентификации микроорганизмов рода *Listeria* с помощью высокоспецифичных биохимических тестов, а также способности листерий к гемолизу [119, 245]. Листерии являются возбудителями патогенных для человека инфекционных болезней – пищевых токсикоинфекций, способны сохраняться в молоке после пастеризации, приобретая устойчивость к низким температурам при хранении [33, 43, 73, 209].

Отбор и подготовку проб проводили в соответствии с ГОСТ 26669-85 «Продукты пищевые и вкусовые. Органолептические исследование проводили по каждому виду продукции согласно ГОСТ 9959-2015. Подготовка проб для микробиологических анализов», другими действующими ГОСТ и НД на анализируемый вид образцов продукта. Исследованию подвергались образцы проб мяса (говядина, свинина), мясо птицы, рыба [70, 100, 141].

Во всех случаях положительные результаты подтверждали, используя дифференциально-диагностические среды по выбору – ПАЛКАМ агар,

ОКСФОРД агар или хромогенный агар для листерий в соответствии ГОСТ Р 51921-2002 «Продукты пищевые. Методы выявления и определения бактерий *Listeria monocytogenes*» или МУК 4.2.1122 [132, 151, 228, 247].

Данные наборы содержат вещества животного происхождения. Сертификат происхождения и/или санитарного состояния животных, от которых были получены данные материалы, не гарантирует отсутствие трансмиссивных патогенных микроорганизмов. Рекомендуется обращаться с этими веществами как потенциально опасными и в соответствии с принятыми нормами (не вдыхать, не глотать).

При работе с образцами и микробными культурами необходимо соблюдать стерильность в соответствии с CLSIM29-A, Protection of Laboratory Workers from Occupationally Acquired Infections; Approved Guideline – последняя версия. Источниками дополнительной информации могут служить «Biosafety in Microbiological Laboratories CDC/NIH– последняя версия», а также нормативные документы, принятые в стране.

Набор API не предназначен для работы непосредственно с клиническими или другими образцами.

Идентифицируемый микроорганизм необходимо предварительно выделить в чистом виде.

Систему нельзя использовать для идентификации микроорганизмов, не включенных в базу данных используемых тест-систем, или исключения их присутствия.

Среды, стрипы и реактивы проходят систематический контроль на всех стадиях производства. При необходимости дополнительного контроля рекомендуется использовать соответствующие штаммы для оценки пригодности набора.

Принцип действия тест-систем.

Стрип состоит из микролунок, содержащих дегидрированные субстраты. Регидратация субстрата происходит при внесении в лунки суспензии исследуемой культуры. В результате накопления продуктов

метаболизма меняется цвет индикатора и происходит изменение цвета среды, спонтанное или проявляющееся при добавлении реактивов.

Интерпретация результатов проводится по таблице «Учет результатов». Идентификация осуществляется при помощи специального программного обеспечения или Аналитического Списка Профилей.

Применение тест-систем.

Подготовка культуры: для проведения анализа необходимо проверить чистоту культуры, убедиться, что культуры относятся к определенному семейству, роду или виду. Чистую культуру пересевают на питательные среды. Если оптимальная для роста температура неизвестна, инкубирование проводится сразу нескольких чашек при разных температурных значениях. Для медленно растущих штаммов проводится посев на две чашки для образования достаточного количества биомассы:

- мезофильные бактерии инкубируют в течение 16-18 часов при температуре от 25 °С до 45 °С;
- психрофильные бактерии инкубируют 18-48 часов при 20 °С;
- термофильные бактерии инкубируют 12-16 часов при 55 °С.

Приготовление суспензии: необходимо вскрыть ампулу со средой API с помощью протектора. Тампоном собрать всю биомассу с чашки (для культивирования рекомендуется использовать специальные питательные среды, создающие необходимые условия для роста и развития исследуемых микроорганизмов). В исследовании используются молодые культуры (18-24-48 часов). При необходимости можно провести проверку чистоты культуры (сделать пересев из одной изолированной колонии). Для приготовления суспензии исследуемой культуры необходимо, держа ампулу со средой вертикально, опустить тампон с биомассой в среду и поворачивать, слегка потирая о стенки ампулы для лучшего удаления биомассы с тампона и равномерного распределения биоматериала в среде.

Конечная плотность полученной суспензии должна измеряться по шкале МакФарланда и соответствовать рекомендациям по использованию

тест-системы для определенного конкретного микроорганизма (например, API 20E – плотность суспензии должна быть не менее 3 McF, API 50 CHB/E Medium – плотность среду должна соответствовать 2 единицам McF).

Использовать суспензию нужно сразу после приготовления. Для медленно растущих штаммов рекомендуется приготовить более одной чашки, чтобы собрать достаточное количество материала. При гомогенизации суспензии следует избегать попадания воздуха в среду.

Подготовка стрипа: для проведения анализа нужно подготовить контейнер для инкубации (поднос и крышку) и внести около 5 мл дистиллированной воды (не содержащей химических примесей, которые могут вызвать образование газа, например, Cl<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, пр.) в сотоподобные ячейки подноса для создания влажной атмосферы. Информация об образце записывается на предназначенном для этого поле подноса. Не производится надписей на крышке, поскольку их можно перепутать в ходе инкубации. После этого можно вынимать стрип из индивидуальной упаковки и поместить в контейнер для инкубации. Стерильной пипеткой внести в лунки стрипа суспензию на основе среды API, избегая образования пузырьков. Для этого слегка нужно наклонить стрип вперед и при внесении суспензии прижать кончик наконечника к стенке лунки. Микропробирки заполняются только до открытой части. Поверх внесенной суспензии при необходимости можно внести минеральное масло (для создания анаэробных условий). Тем не менее, это не рекомендуется для строго аэробных бактерий.

Все лунки заполняются согласно инструкции в зависимости от содержащихся в них химических веществ:

- лунка GEL: заполняется микропробирка и открытая часть лунки;
- лунка IND: заполняется суспензией только микропробирка, а открытая часть лунки заполняется поверх суспензии минеральным маслом для предотвращения испарения индола.

После окончания заполнения лунок стрипа поднос накрывается крышкой и инкубируется в аэробных или анаэробных условиях.

Остатки суспензии используются для проверки чистоты и жизнеспособности культуры. Для этого засеваются две чашки и культивируются в аэробных и анаэробных условиях

#### Учет и интерпретация результатов

Учет результатов: как правило через 24 часа реакции однозначно и легко читаются. Но некоторые медленно растущие культуры следует инкубировать не менее 48 часов:

- термофильные культуры: учет через 3-3,5 часа, 6-6,5 часов и 24 часа ( $\pm 2$  часа) инкубации;

- другие культуры: учет через 24 часа ( $\pm 2$  часа) и 48 часов ( $\pm 6$  часов) инкубации.

Оценка результатов проводится по таблице «Учет результатов». Все результаты спонтанных реакций вносятся в бланк для учета результатов.

Если тест положительный (микроорганизмы утилизируют субстрат), происходит накопление в среде кислых продуктов метаболизма, и индикатор феноловый красный меняет цвет на желтый. Тест на эскулин положительный, если происходит изменение цвета среды с красного на черный.

Если положительный результат при повторном учете результата опять становится отрицательным (наблюдается реверсия окраски), тест следует считать положительным. Реверсия происходит в результате подщелачивания при разложении пептона и накопления аммиака.

В некоторые лунки требуется внести реактивы перед последним учетом результатов для проявления реакции:

- реактив ВСП, присутствующий в реакционной смеси, может обесцветиться в результате восстановления. В этом случае необходимо добавить по одной капле ВСП во все лунки, содержащие углеводы, чтобы выявить подкисление среды (положительный результат). При развитии желтой или желто-зеленой окраски результат положителен.

- лунка IND: требуется внесение 1 капли реактива XYL на слой минерального масла. Осторожно перемешать тонким пластиковым шпателем и оставить на 2-3 минуты. Внести 1 каплю реактива EHR так, чтобы он плавал на поверхности смеси ксилола и масла, но не разбавлял содержимого микропробирки. Результат положителен при развитии красной окраски в течение 5 минут.

- тест на каталазу (тест CAT): для проведения теста необходимо оставить стрип в анаэробных условиях на 30 минут. После этого внесите 2 капли 3% раствора перекиси водорода в положительную лунку (где есть рост культуры). Появление пузырьков указывает на наличие каталазной активности (положительный результат).

- лунка GLU: используется для определения способности к восстановлению нитратов. В нее после инкубации вносятся реактивы NIT 1 и NIT 2 и, при необходимости, цинковая пыль.

Интерпретация результатов: для идентификации используется числовой профиль.

1) Определение числового профиля: в бланк учета результатов вносятся результаты всех тестов на стрипе API, а также каталазной активности (CAT) и морфологические характеристики: SPOR (наличие/отсутствие спор), GRAM (окраска по Граму, +/-), COCC (форма клеток, кокковидная +/- не кокковидная -). На бланке результатов лунки разделены на группы по три, и каждой лунке присвоено число (1, 2, 4). Для каждой группы складывается вместе числа, соответствующие лункам с положительными реакциями. Таким образом, получается 8-значный числовой профиль.

2) Идентификация: осуществляется по числовому профилю (база данных V4,0) при помощи Аналитического Индекса Профилей, программного обеспечения анализатора АТВ или miniAPI, или apiweb.

Полученный биохимический профиль можно также использовать:

а) в таксономических исследованиях;

б) для характеристики и сравнения биохимических свойств разных штаммов.

Особое внимание следует уделить утилизации отходов. Использованные и неиспользованные реактивы, а также контаминированные материалы следует утилизировать в соответствии с правилами утилизации потенциально инфекционных материалов.

Исследование по определению концентрации водородных ионов (рН) мяса, мяса птицы, и мясных продуктов проводили по действующему ГОСТ Р 51478-99 (ИСО 2917-74) «Мясо и мясные продукты. Контрольный метод определения концентрации водородных ионов (рН)», который устанавливает контрольный метод определения концентрации водородных ионов (рН) для однородных и неоднородных продуктов [9].

Термин рН мяса и мясных продуктов - результат измерений концентрации ионов водорода, полученный в соответствии с методикой, изложенной в действующем стандарте.

Определение рН мяса производили рН-метром (потенциометром) в водной вытяжке, приготовленной в соотношении 1:10, после настаивания смеси в течение 30 мин и фильтрации через бумажный фильтр.

Ориентировочные значения рН определяли универсальной индикаторной бумажкой. Производитель MerckMColorHast (Германия). Данный метод основан на использовании смеси нескольких простых индикаторов, изменяющих окраску в определенном интервале значений водородного показателя.

Проведение измерений: для проведения анализа тест-полоску с нанесенным индикатором опускают в анализируемый раствор на глубину минимум 2,5 см. После погружения полоски индикаторной бумаги выдерживают несколько секунд для прохождения реакции изменения окраски индикатора в зависимости от концентрации ионов водорода в растворе. Затем тест-полоску вынимают из исследуемого раствора и сразу сравнивают окрашивание индикаторной зоны полоски с цветной шкалой

сравнения, находящейся на упаковке тест-полосок. После нахождения соответствующего окраске индикаторной полоске цвета определяют значение водородного показателя в единицах измерения.

Обработка результатов: после трех последующих измерений выводится среднее арифметическое, которое является окончательным результатом измерений.

Отбор проб мяса и мясных продуктов проводили в соответствии с ГОСТ Р 51447-99 (ИСО 3100-1-91) «Мясо и мясные продукты. Методы отбора проб – для мяса птицы» и ГОСТ 7269-79 «Мясо. Методы отбора образцов и органолептические методы определения свежести».

Сущность метода. Измерение разности электрических потенциалов между стеклянным электродом и электродом сравнения, помещенными в образец мяса или мясных продуктов.

Отклик рН-чувствительного электрода зависит от концентрации ионов  $H^+$ , таким образом, дает сигнал, определенный тем, насколько кислотным или щелочным является раствор.

Электрод сравнения, с другой стороны не реагирует на концентрацию ионов  $H^+$  в растворе образца и всегда производит один и тот же постоянный потенциал, относительно которого измеряется потенциал рН-сенсора.

Потенциал между двумя электродами – это мера ионов водорода в растворе, которая, по определению, дает рН значение раствора. Этот потенциал является линейной функцией концентрации ионов водорода в растворе, что позволяет проводить количественные измерения.

Все реактивы, используемые в приготовлении растворов, были аналитического качества (не ниже х.ч.).

Использовали: воду дистиллированную; спирт этиловый; 95%-ный раствор (по объему); эфир диэтиловый, насыщенный водой. Буферные растворы (рН 4,00 при 10 °С и 4,01 при 30 °С; рН 5,45 - 5,42 при 10 °С и 5,48 при 30 °С; рН 6,88 - 6,92 при 10 °С и 6,85 при 30 °С) для калибровки рН-

метра готовили непосредственно при 20 °С окружающей среды перед проведением исследования.

При исследовании водородного показателя потенциометрическим способом использовали оборудование: рН-метр рН-211 (Таблица 2 - Технические характеристики рН метра рН-211). Микропроцессорный рН/мВ/°С-метр рН-211 с автоматической калибровкой и автотермокомпенсацией, определяет рН, температуру и ОВП.

Таблица 2 - Технические характеристики рН метра рН-211

| Показатель                    | Характеристика   |
|-------------------------------|--|
| Диапазон измерения, рН        | 0,00 ... 14,00   |
| Точность, рН                  | ±0,01  |
| Диапазон измерения, мВ        | ±399,9 мВ; ±2000 мВ  |
| Точность, мВ                  | ±0,3 мВ; ±1 мВ   |
| Диапазон измерения, °С        | 9,9 ... 120,0  |
| Точность, °С                  | ±0,4   |
| Калибровка рН-метра           | автоматическая, 1- или 2-точечная, 5 буферных растворов (рН 4.01, 6.86, 7.01, 9.18, 10.01) |
| Компенсация температуры       | автоматическая или ручная (от 9,9 до 120,0°С)  |
| Электрод (в комплекте)        | НІ 1131В рН-электрод<br>НІ 7669/2W термодатчик   |
| Батарея/Срок службы           | Адаптер 12 VDC   |
| Габаритные размеры рН-211, мм | 240 x 182 x 74   |
| Вес, кг                       | 1,1  |

Использовали рН-метр, который позволяет производить измерения с допустимой погрешностью не более ±0,05 единицы рН. Прибор имеет датчик температуры. При отсутствии датчика температуры измерения проводят при температуре 20 °С.

Использовали стеклянные электроды: НІ 1131В (Таблица 3 - Технические характеристики электрода НІ 1131В) – это управляемый рН

электрод со стеклянным корпусом, двойным солевым мостиком и ВНС соединением. Данный электрод имеет одну керамическую диафрагму на выходе из электрода сравнения и сферическую рН-чувствительную мембрану, сделанную из термостойкого стекла.

Таблица 3 - Технические характеристики комбинированного электрода HI1131В:

| Показатель                               | Характеристика                              |
|--|---|
| Диафрагма                                | одинарная                                   |
| Тип                                      | 1 керамический наконечник Ø 1,2 мм          |
| Электролит                               | Заполняемый, 3,5 М КСl                      |
| Диапазон температуры °С                  | от -5 до 100°С<br>(рекомендуемая 20...40°С) |
| Погрешность °С                           | ±0,5  |
| Дискретность °С                          | 0,1   |
| Мах давление                             | 0,5 Бар                                     |
| Диапазон рН                              | 0 – 13 рН                                   |
| Погрешность рН                           | ±0,01                                       |
| Дискретность рН                          | 0,01  |
| Габариты HI1131В:<br>- длина<br>- ширина | 120 мм<br>12 мм                             |

Данный рН электрод общелабораторного назначения заправляется (КСl+Ag). Подходит для анализа воды, водных растворов, пива и многое другое.

Стеклянный электрод с мембраной хранили погруженным в раствор для хранения. Электрод сравнения, каломельный электрод, содержащий насыщенный раствор хлорида калия, хранили в насыщенном растворе хлорида калия.

Калибровку рН-метра проводили, используя буферный раствор с известным значением рН, близким к значению рН анализируемого раствора при температуре измерения буферного раствора  $20 \pm 2$  °С.

Калибровка рН метра 211 проводится:

- а) В случае замены электрода.
- б) Как минимум раз в неделю.
- в) После работы с агрессивными химикатами.
- г) После нажатия клавиши RESET.
- д) Если требуется более высокая точность.

Измерение проводили следующим образом: после включения прибора и подготовки пробы к проведению анализа электроды вводили в пробу (водный раствор) и устанавливали регулятор температуры рН-метра на температуру пробы.

После того, как показания прибора примут установившееся значение, отсчитывали значение рН непосредственно со шкалы устройства с точностью  $\pm 0,05$  единицы рН.

Поскольку ионная активность зависит от температуры, температура также влияет на значение водородного показателя. Калибровочные буферные растворы менее зависимы от изменений температуры, чем обычные растворы. Во время калибровки прибор автоматически откалиброван на значение рН, соответствующее измеренной или установленной температуре.

Температурный коэффициент выражает изменение в значении водородного показателя на  $^{\circ}\text{C}$ . Поэтому при измерении рН следует учитывать температурные значения условий проведения измерений (Таблица 4 - Таблица зависимости значений водородного показателя от температурных показателей).

Таблица 4 - Таблица зависимости значений водородного показателя от температурных показателей.

| Температура | Значения рН |      |      |      |       |
|-------------|-------------|------|------|------|-------|
| °С          | 4,01        | 6,86 | 7,01 | 9,18 | 10,01 |
| 0           | 4,01        | 6,98 | 7,13 | 9,46 | 10,32 |
| 5           | 4,00        | 6,95 | 7,10 | 9,39 | 10,24 |
| 10          | 4,00        | 6,92 | 7,07 | 9,33 | 10,18 |
| 15          | 4,00        | 6,90 | 7,04 | 9,27 | 10,12 |
| 20          | 4,00        | 6,88 | 7,03 | 9,22 | 10,06 |
| 25          | 4,01        | 6,86 | 7,01 | 9,18 | 10,01 |
| 30          | 4,02        | 6,85 | 7,00 | 9,14 | 9,96  |
| 35          | 4,03        | 6,84 | 6,99 | 9,10 | 9,92  |
| 40          | 4,04        | 6,84 | 6,98 | 9,07 | 9,88  |
| 45          | 4,05        | 6,83 | 6,98 | 9,04 | 9,85  |
| 50          | 4,06        | 6,83 | 6,98 | 9,01 | 9,82  |
| 55          | 4,07        | 6,84 | 6,98 | 8,99 | 9,79  |
| 60          | 4,09        | 6,84 | 6,98 | 8,97 | 9,77  |
| 65          | 4,11        | 6,85 | 6,99 | 8,95 | 9,76  |
| 70          | 4,12        | 6,85 | 6,99 | 8,93 | 9,75  |

На одном испытуемом образце проводили три единичных измерения.

Обработка результатов. За окончательный результат принимали среднеарифметическое значение трех единичных измерений, если удовлетворялись требования сходимости результатов. Полученный результат округляли до первого десятичного знака.

Следили и анализировали сходимость результатов при измерении. Расхождение между предельными значениями трех результатов измерений не превышала 0,15 единиц рН.

Перед использованием рН метра и электрода необходимо убедиться в его исправности и соответствии техническим характеристикам:

1) Налеты соли, обнаруживаемые на поверхности чувствительного шарика или в месте соединения с электродом сравнения, вызывают помехи в работе электрода. Предварительно нужно сполоснуть электрод деионизированной водой и погрузить приблизительно на 30 минут в 0,1 М раствор HCl (HI 7061L).

2) Пленка органического масла или жира на чувствительном шарике электрода также приводит к потере чувствительности. Чтобы удалить пленку нужно сполоснуть шарик электрода раствором для очистки от масел (HI 7077L), вытереть насухо мягкой тканью, затем тщательно промыть электрод в дистиллированной воде и погрузить на несколько часов в раствор для хранения HI70300L или в буферный раствор с pH7,01 (HI 7007L).

3) Остатки белков (возникающие после измерения водородного показателя в молоке, сыре, мясе и т. п.)

При проведении измерений последовательно в разных образцах проводилось тщательное промывание электрода деионизированной водой, а затем ополаскивание небольшим количеством следующего образца, чтобы стабилизировать и подготовить электрод перед последующим погружением в анализируемый образец.

Техническое обслуживание и поверка рН метра рН 211 и входящих в комплект температурного щупа и электрода HI 1131 проводились согласно установленному в нормативных документах графику. На каждый прибор заведена регистрационная карта.

Поверка осуществлялась в аккредитованном учреждении с выдачей свидетельства о поверке. Согласно утвержденному плану, поверка технического оборудования рН метра осуществляется 1 раз в год.

## 2.2 Бактериологическое исследование экспресс-методами контроля безопасности и качества пищевых продуктов

Современные методы контроля безопасности и качества пищевых продуктов предусматривают внедрение быстрых и информативных экспресс-методов исследования.

Исследование проводили по инструкции использования тест-систем разных производителей. Во всех случаях перед проведением микробиологического исследования проводили ветеринарно-санитарную экспертизу продукта.

Для исследования использовали образцы проб, которые по результатам экспертизы документов, ветеринарного осмотра, органолептического, физико-химического исследования соответствовали (или не соответствовали) требованиям НТД по показателям степени свежести и доброкачественности.

Учитывая корреляцию полученных данных экспресс-методом и технико-экономические характеристики исследования пищевых продуктов бактериологическим методом гостированными методиками исследования проводили не менее чем по пяти образцам.

Всего было проведено 63 исследования пищевых продуктов: говядина и мясопродукты – 16 проб, свинина и мясопродукты - 14 проб, мясо птицы – 15 проб, рыба и рыбопродукты – 18 проб.

Органолептические исследование проводили по каждому виду исследуемой продукции (Таблица 5.1 и 5.2).

Таблица 5.1 – Результаты проведения органолептических исследований проб

| Исследуемые образцы     | Внешний вид  | Запах        | Консистенция | Сочность     |
|-------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Говядина и мясопродукты | $8 \pm 0,15$ | $7 \pm 0,15$ | $7 \pm 0,15$ | $7 \pm 0,12$ |
| Свинина и мясопродукты  | $8 \pm 0,2$  | $6 \pm 0,2$  | $8 \pm 0,15$ | $7 \pm 0,15$ |
| Мясо птицы              | $7 \pm 0,1$  | $6 \pm 0,1$  | $7 \pm 0,15$ | $7 \pm 0,1$  |

Таблица 5.2 – Результаты проведения органолептических исследований проб

| Исследуемые образцы | Внешний вид   | Запах  | Консистенция |
|---------------------|---|--|--------------|
| Рыба и рыбопродукты | Чешуя блестящая, плотно прилегает к коже, глазные яблоки выпуклые, роговица прозрачная, жабры ярко-красного цвета, брюшко целое | Специфический, свойственный данному продукту, посторонние запахи отсутствуют | Упругая      |

По результатам проведенного исследования, представленным в таблицах 5.1 и 5.2, средняя оценка по каждой группе испытуемых образцов составила: говядина и мясопродукты – 7,25 (хорошее), свинина и мясопродукты – 7,25 (хорошее), мясо птицы – 6,75 (хорошее), рыба и рыбопродукты – продукт является доброкачественным.

Таким образом, органолептические исследования испытуемых проб продемонстрировали отсутствие признаков недоброкачественности.

Физико-химические исследования проб проводили согласно действующим нормативным документам. Исследуемые физико-химические показатели находилась в пределах допустимых норм (Таблица 6).

Таблица 6 – Результаты физико-химических исследований проб

| Показатели                    | Говядина и мясопродукты | Свинина и мясопродукты |
|-------------------------------|-------------------------|------------------------|
| Влажность                     | $56,2 \pm 2$            | $56,5 \pm 2$           |
| pH                            | $5,85 \pm 0,15$         | $6,05 \pm 0,15$        |
| Формольная проба              | -                       | не используется        |
| Реакция на пероксидазу        | +                       | +                      |
| Проба с сернокислой медью     | -                       | -                      |
| Летучие жирные кислоты мг КОН | $2,0 \pm 0,15$          | $2,4 \pm 0,2$          |

Каждое исследование проводили не менее 3-х раз для исключения недостоверности полученных результатов.

Полученные результаты проведенных исследований обрабатывали с использованием прикладных программ SNEDECOR, Microsoft Excel, а также

методом вариационной статистики с вычислением средних арифметических значений коэффициента корреляции:  $M$  – среднее арифметическое,  $m$  – ошибка среднего арифметического. Достоверность различий определяли по методике Фишера-Стьюдента достоверности различий между выборками по  $t$ -критерию Стьюдента.

Результаты исследования представлены в таблице 7.

Полученные результаты бактериологического исследования с использованием тест – систем экспресс-методов контроля безопасности и качества пищевых продуктов, коррелировали с данными рН, полученными физико-химическим методом.

Полученные данные экспресс-методом исследования с использованием тест - систем абсолютно коррелировали с данными, полученными бактериологическим методом с использованием арбитражных методик согласно ГОСТ Р 51921-2002 и МУК 4.2.1122. Время, затрачиваемое на микробиологическое исследование в тест - системах Rapid 20E, Api Listeria совпадало.

Таблица 7 - Сравнительный анализ использования тест – систем при микробиологическом контроле

| Исследуемый материал    | Всего исследовано проб | Положительный результат |   |  |                          | Подтверждение исследованием по ГОСТ Р, % |
|-------------------------|------------------------|-------------------------|---|--|--------------------------|--|
|                         |                        | проб, %                 | Время подготовки проб для Rapid 20E, Api Listeria, час. | Время подготовки проб для «РАПИД-ЭНТЕРО – 200», час. | Время исследования, час. |  |
| Говядина и мясопродукты | 16                     | 1,91±0,001              | 0,5   | 1,5  | 5                        | 100                                      |
| Свинина и мясопродукты  | 14                     | 1,5±0,007               | 0,5   | 1,5  | 4                        | 100                                      |
| Мясо птицы              | 15                     | 3,88±0,015              | 0,5   | 1,5  | 8                        | 99,5                                     |
| Рыба и рыбопродукты     | 18                     | 1,51±0,011              | 0,5   | 2,0  | 15                       | 100                                      |
| Итого                   | 63                     | 8,8±0,03                | 0,5   | 1,5-2  | 4-15                     | 99,5-100                                 |

В ходе проведенной работы по анализу использования классической схемы исследования и применения тест – систем было установлено преимущество применения экспресс тест – систем в цикле стандартных операционных процедур микробиологического испытания.

Простота применения и продолжительность исследования – техника исследования основана на внесении бактериальной суспензии в ячейки планшетки тест – системы, содержащие подготовленные (находящиеся в высушенном состоянии) реактивы, общая продолжительность исследования составляет от 4 часов до суток, учет проводится по изменению окраски содержимого ячейки (классические методы имеют продолжительность около 4-5 суток).

Автоматический и объективный учет результатов проводили с использованием специализированных компьютерных программ на основании биохимического профиля выделенных микроорганизмов, которые выдают результаты содержания микробов в виде процентного соотношения от возможного их присутствия.

В процессе исследования минимизируется влияние человеческого фактора за счет отсутствия необходимости проведения многократных пересевов исследуемых культур микроорганизмов, что исключается возможность контаминирования исследуемого образца посторонними бактериальными клетками.

Высокая точность – применение стандартизированной суспензии низкой плотности, использование специфичных для определенных групп микробов биохимических тестов, а также наличие базы данных по идентификации микроорганизмов позволяют получить максимально объективные результаты.

## **2.3 Нормативно-техническая документация в системе контроля микробиологической безопасности пищевых продуктов**

В системе лабораторных испытаний важное значение приобретает гармонизация нормативно-правовой базы. Соответствие национальных стандартов международным правовым документам позволяет расширить спектр проводимых лабораторией исследований и качественно совершенствовать всю систему микробиологического анализа.

В 2017 году появился новый международный стандарт ISO 6579-1:2017 «Микробиология цепи питания - Горизонтального метода для обнаружения, перечисления и серотипирования Сальмонеллы - Часть 1: Обнаружение Сальмонеллы spp.». Исследование пищевых продуктов по показателю содержания сальмонелл в соответствии с нормативным документом длится не менее 4 – 6 дней (в зависимости от получения положительного или отрицательного результата).

Микробиологический анализ по данному стандарту включает в себя четыре основные этапа (Рисунок 1 - Стадии обнаружения сальмонелл в соответствии с новым международным стандартом ISO 6579-1):

- предварительное неселективное обогащение – 1 день исследования;
- селективное обогащение – 2 день исследования;
- посевы на плотные селективно-диагностические питательные среды – 3 день исследования;
- подтверждение принадлежности выделенных колоний путем посева на неселективные агаризованные среды с последующим проведением биохимических и серологических исследований – 4 и последующие дни исследования.

Последовательность этапов не может быть изменена, допускается изменения первого и второго этапов исследования при анализе пищевого сырья (так как сальмонеллы в готовых пищевых продуктах могут подвергаться термическому, физическому и другим технологическим воздействиям поэтому в данном случае обязательно требуется этап

предварительного обогащения с целью восстановления бактериальных клеток и получения достоверных результатов исследования).

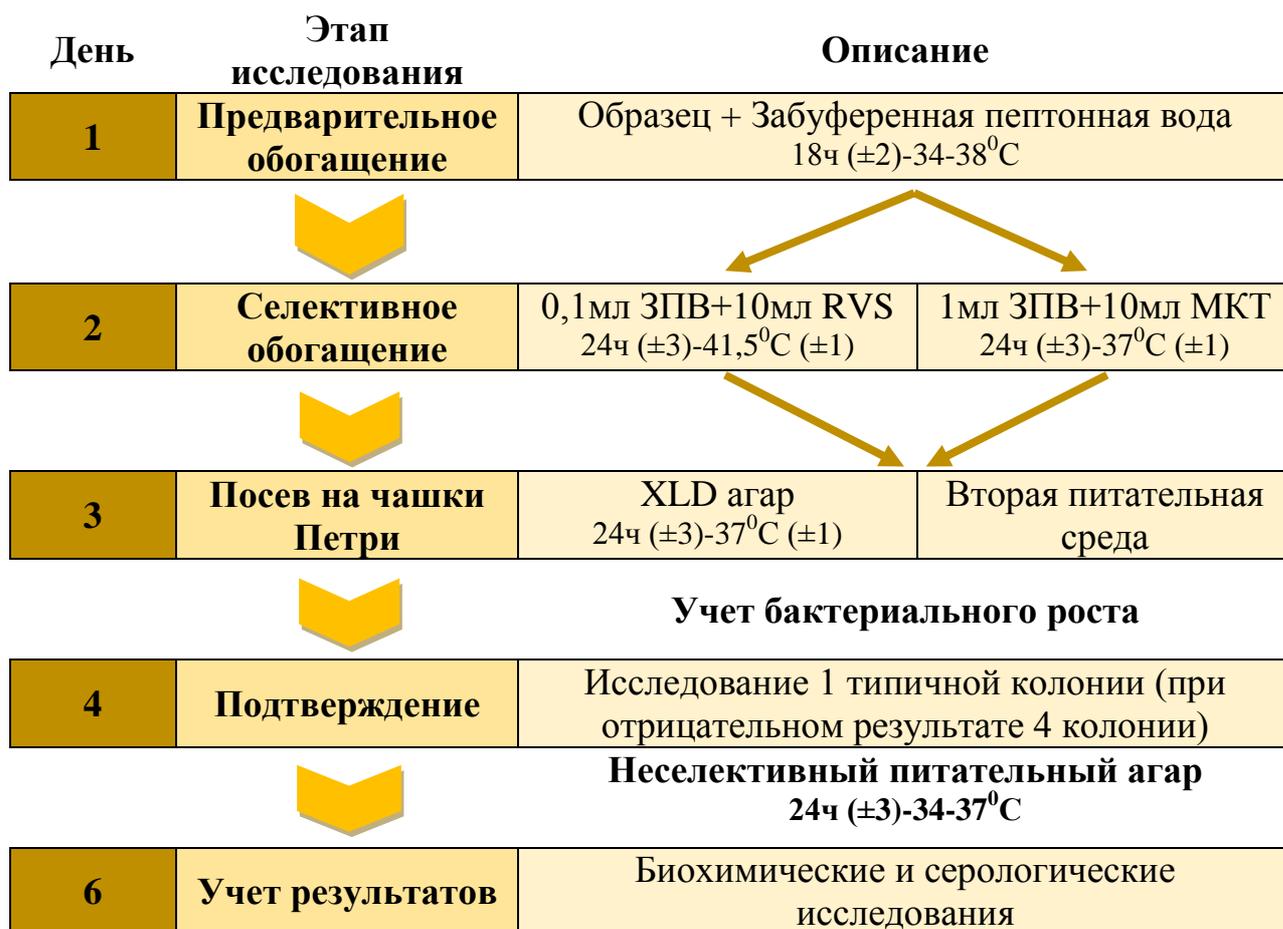


Рисунок 1 - Стадии обнаружения сальмонелл в соответствии с новым международным стандартом ISO 6579-1

Последовательность микробиологических исследований должна соответствовать схеме, описанной в используемой лабораторией действующем стандарте.

Проведение биохимических исследований выделенных колоний может занимать более 1 дня в зависимости от сложности постановки реакции и условий выращивания культуры (Рисунок 2 – Стадия подтверждения принадлежности выделенных колоний микроорганизмов к роду *Salmonella* и учета биохимических и серологических реакций). Серологические исследования проводятся на основании полученных биохимических данных анализа колоний микроорганизмов и требуют свежей культуры, это также способствует увеличению продолжительности исследования.

В представленном стандарте в качестве основных подтверждающих биохимических тестов приведены: тест на  $\beta$ -галактозидазную активность, реакция на выделение индола, реакция Фогеса-Проскауэра.

Серологическая типизация должна проводиться согласно действующему международному стандарту ISO/TR 6579-3.

| День | Этап исследования   | Описание   |
|------|---|--|
| 4    | Подтверждение   | Исследование 1 типичной колонии (при отрицательном результате проводится исследование дополнительно 4 колонии) |
| 5    |  | <b>Неселективная агаризованная питательная среда (Nutrient agar)</b><br>24ч ( $\pm 3$ )-34-37 <sup>0</sup> С   |
| 6    | Учет результатов  | Биохимические и серологические исследования<br>Учет результатов испытаний                                      |

Рисунок 2 – Стадия подтверждения принадлежности выделенных колоний микроорганизмов к роду *Salmonella* и учета биохимических и серологических реакций

Использование экспресс тест-систем в микробиологическом анализе пищевых продуктов с целью подтверждения присутствия или отсутствия бактерий рода *Salmonella* позволит проводить более качественную идентификацию бактериальных колоний. Система Rapid 20 E содержит 20 биохимических тестов, включающих помимо рекомендованных тестов реакции обнаружения лизиндекарбоксилазы, орнитидекарбоксилазы, уреазы; ферментации цитрата, эскулина, маннитола, арабинозы, ксилозы, адонитола, рамнозы, целлобиозы, мелецитозы, сахарозы, трегалозы, рафинозы, глюкозы.

Дальнейшая идентификация выделенной чистой культуры микроорганизмов предполагает определение ее видовой принадлежности по результатам учета реакций экспресс тест-систем. Данный анализ основан на проверке полученного кода в базе данных и сводит к минимуму влияние человеческого фактора на окончательный результат.

Общая продолжительность анализа, которая, главным образом, заключается в инкубировании планшеток тест-системы и считывания и интерпретации полученных результатов на стрипе, занимает около 4 часов.

Следует помнить, что основным требованием использования тест-систем является наличие чистой культуры микроорганизмов. Этап внедрения тест-систем может быть включен в 4 стадию исследования – подтверждение выделенных колоний.

Данный анализ с использованием тест-систем может быть реализован как в лабораторной среде, так и в производственных условиях.

Сокращение продолжительности исследования обеспечивает своевременное реагирование на изменение микробиологической стабильности производства и как результат принятие предупреждающих и ликвидирующих действий.

По результатам проведенного анализа традиционной схемы микробиологического исследования пищевых продуктов на наличие или отсутствие микроорганизмов рода *Salmonella* можно сделать вывод, что внедрение в подтверждающую стадию применяемой схемы исследования экспресс тест-систем обеспечит сокращение трудовых затрат и материальных затрат, связанных с приобретением дополнительных реактивов, посуды и другого инвентаря.

С целью анализа требований нормативно-технической документации международного и межгосударственного уровня была проведена сравнительная характеристика ГОСТ 31659-2012 и ISO 6579-1:2017 (Таблица 8 - Сравнительная характеристика нормативно-технических стандартов, регламентирующих исследование пищевых продуктов по показателю содержания микроорганизмов рода *Salmonella*). При исследовании учитывались этапы исследования, условия культивирования, продолжительность, особенности биохимической диагностики, интерпретации результатов и идентификации выделенных микроорганизмов.

Таблица 8 - Сравнительная характеристика нормативно-технических стандартов, регламентирующих исследование пищевых продуктов по показателю содержания микроорганизмов рода *Salmonella*

|                                   | Нормативно-техническая документация   |  | Примечание   |
|-----------------------------------|---|--|--|
|                                   | ISO 6579-1:2017   | ГОСТ 31659-2012  |  |
| <b>Этап исследования</b>          | «Микробиология цепи питания – Горизонтального метода для обнаружения, перечисления и серотипирования Сальмонеллы – Часть 1: Обнаружение Сальмонеллы spp.» | Межгосударственный стандарт<br>Продукты пищевые<br>Метод выявления бактерий рода <i>Salmonella</i>   |  |
| <b>Предварительное обогащение</b> | Образец вносится в забуференную пептонную воду (ЗПВ) при десятикратном разведении.<br><br>Инкубирование при 34-38 °С; в течение 18±2 ч                    | Образец смешивается с неселективной питательной средой – забуференная пептонная вода (ЗПВ) в соотношении 1:10.<br><br>Инкубирование при 36-38 °С; в течение 18±2 ч | <b>ГОСТ.</b> Какао и какаоcодержащие продукты – добавление в среду неkислого казеина или обезжиренного молочного порошка.<br>Кислые и кислотосодержащие пищевые продукты – использование ЗПВ двойной концентрации или добавление стерильных растворов гидроокиси натрия и соляной кислоты.<br><b>ISO.</b> Если продукт имеет рН ниже 3,5 – использование ЗПВ двойной концентрации. |

|                                      |   |   |   |
|--------------------------------------|---|---|---|
| <p><b>Селективное обогащение</b></p> | <p>Пересев по 0,1мл культуры в 10мл RVS-бульона и 1 мл в 10 мл тетратионатного бульона Мюллер-Кауфмана.</p> <p>Инкубирование: на RVS-бульоне культивируют при температуре (41,5±1,0) °С в течение (24±3) ч, на тетратионатном бульоне при температуре (37±1) °С в течение (24±3) ч.</p> | <p>Пересев по 1 мл культуры в 10 мл RVS-бульона и в 10 мл селенитовой среды или в 10мл тетратионатного бульона Мюллер-Кауфмана.</p> <p>Посевы на RVS-бульоне инкубируют при температуре (41,5±1,0) °С в течение (24±3) ч, на тетратионатном бульоне и селенитовой среде посевы инкубируют при температуре (37±1) °С в течение (24±3) ч.</p> | <p><b>ГОСТ.</b> Свежие продукты, не содержащие поврежденных микроорганизмов, подвергнутые каким-либо воздействиям, например, сушке, заморозке и другим, допускается высевать непосредственно в селективные среды, минуя этап неселективного обогащения.</p> <p>Соотношение между количеством высеваемого продукта и средой должно быть не менее 1:10.</p> <p><b>ISO.</b> При исследовании сухого молока и сыров проводится дополнительное инкубирование в течение (24±3) ч.</p> <p>Допускается хранение инкубированных питательных сред с образцами после проведения этапа предварительного обогащения при температуре 5 °С в течение 72 ч.</p> |
|--------------------------------------|---|---|---|

|                                      |  |   |  |
|--------------------------------------|--|---|--|
| <p><b>Пересев на чашки Петри</b></p> | <p>Пересев культуры на ксилозо-лизин-дезоксихолатный агар (XLD-агар) и на вторую агаризованную среду; выбранную лабораторией, проводящей испытания.<br/>Инкубирование XLD-агара при температуре (37±1) °С в течение (24±3) ч, вторая агаризованная питательная среда инкубируется согласно инструкции производителя.</p> | <p>Культуры пересевают, чтобы получить хорошо изолированные колонии, на ксилозо-лизин-дезоксихолатный агар (XLD-агар) и на одну из агаризованных сред: висмут-сульфит агар, среду Плоскирева, среду Эндо, среду Левина или бриллиантовый зеленый агар.<br/><br/>Инкубирование при температуре (37±1) °С в течение (24±3) ч, а на бриллиантовом зеленом агаре - 48 ч</p> | <p>Вторая агаризованная среда должна иметь другие, отличные от первой среды, диагностические характеристики: например, XLD-агар и RAMBACH-агар.</p>  |
| <p><b>Подтверждение</b></p>          | <p>Пересев отобранных колоний на поверхность неселективного агара (Nutrient agar).<br/><br/>Инкубирование проводится при температуре (34-38) °С в течение (24±3) ч.</p>  | <p>Пересев отобранных колоний на поверхность предварительно подсушенного питательного агара или мясо-пептонного агара, или ГРМ-агара в чашках Петри или на скошенную поверхность среды в пробирках. Для подтверждения берут</p>   | <p><b>ГОСТ, ISO.</b><br/>Для идентификации отбирают с каждой чашки (две чашки среднего или одну большого размера) каждой селективной среды сначала одну колонию типичную или не совсем типичную, а затем четыре колонии, если первая окажется отрицательной.</p> |

|                             |  |   |  |
|-----------------------------|--|---|--|
|                             | <p>Допускается использовать хорошо изолированные колонии, выращенные на селективных питательных средах.</p>  | <p>изолированные колонии.</p> <p>Инкубируют чашки или пробирки при температуре (37±1) °С в течение (24±3) ч.</p>  | <p>Используют только чистые культуры для биохимической и серологической идентификации.</p> <p><b>ГОСТ.</b> При эпидемиологической ситуации берут сразу пять колоний для идентификации.</p>   |
| <p><b>Идентификация</b></p> | <p>Подтверждающие тесты, являющиеся факультативными при исследовании:<br/>определение выделения β-галактозидазы;<br/>выявление способности к выделению индола.</p> <p>Подтверждающие тесты, исключенные при идентификации:<br/>постановка реакции Фогеса-Проскауера.</p> | <p>Проведение окраски по Граму.</p> <p>Биохимическая идентификация:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рост на трехсахарном железистом агаре (TSI-агаре) или агаре Клиглера, или среде Олькеницкого,</li> <li>- возможность расщепления мочевины,</li> <li>- образования ацетона,</li> <li>- выделение индола,</li> <li>- синтез галактозидазы,</li> <li>- L-лизиндекарбоксилазы,</li> <li>- ферментация сахарозы и маннита,</li> <li>- подвижность.</li> </ul> | <p><b>ГОСТ, ISO.</b></p> <p>Серологическую идентификацию для подтверждения принадлежности к бактериям рода <i>Salmonella</i> проводят с культурами, предварительно пересеянными на поверхность питательного агара.</p> <p>При определении биохимических и серологических характеристик выделенных культур в качестве контроля используют типичный по этим показателям штамм бактерий рода <i>Salmonella</i>.</p> |

При проведении анализа микробиологической безопасности пищевых продуктов по показателю содержания микроорганизмов рода *Salmonella* была дана временная оценка продолжительности каждого этапа исследования (рисунок 3 «Сравнительная характеристика операционных процедур микробиологического исследования микроорганизмов рода *Salmonella* межгосударственного и международного стандартов») согласно требованиям действующих нормативно-технических стандартов (ГОСТ 31659-2012, ISO 6579-1:2017).

Если руководствоваться требованиями международного стандарта общая продолжительность бактериологического испытания сокращается более чем на 24 часа.

При учете требований международного стандарта отмечается сокращение продолжительности анализа этапа посева на агаризованные плотные питательные среды в среднем на 2 часа, а также при проведении идентификации выделенных микроорганизмов время исследования уменьшалось на 24 часа.

Экспресс тест-системы способствуют сокращению временных затрат в процессе постановки специфических тестов подтверждения принадлежности изучаемых микроорганизмов к определенным бактериальным группам, а также в ходе идентификации выделенных культур и учета результатов.

При сравнительной характеристике межгосударственного и международного стандартов на этапах предварительного обогащения, селективного обогащения и подтверждения полученных результатов значимых отклонений выявлено не было временной интервал соответствовал колебаниям значений в пределах 18-24 часов.

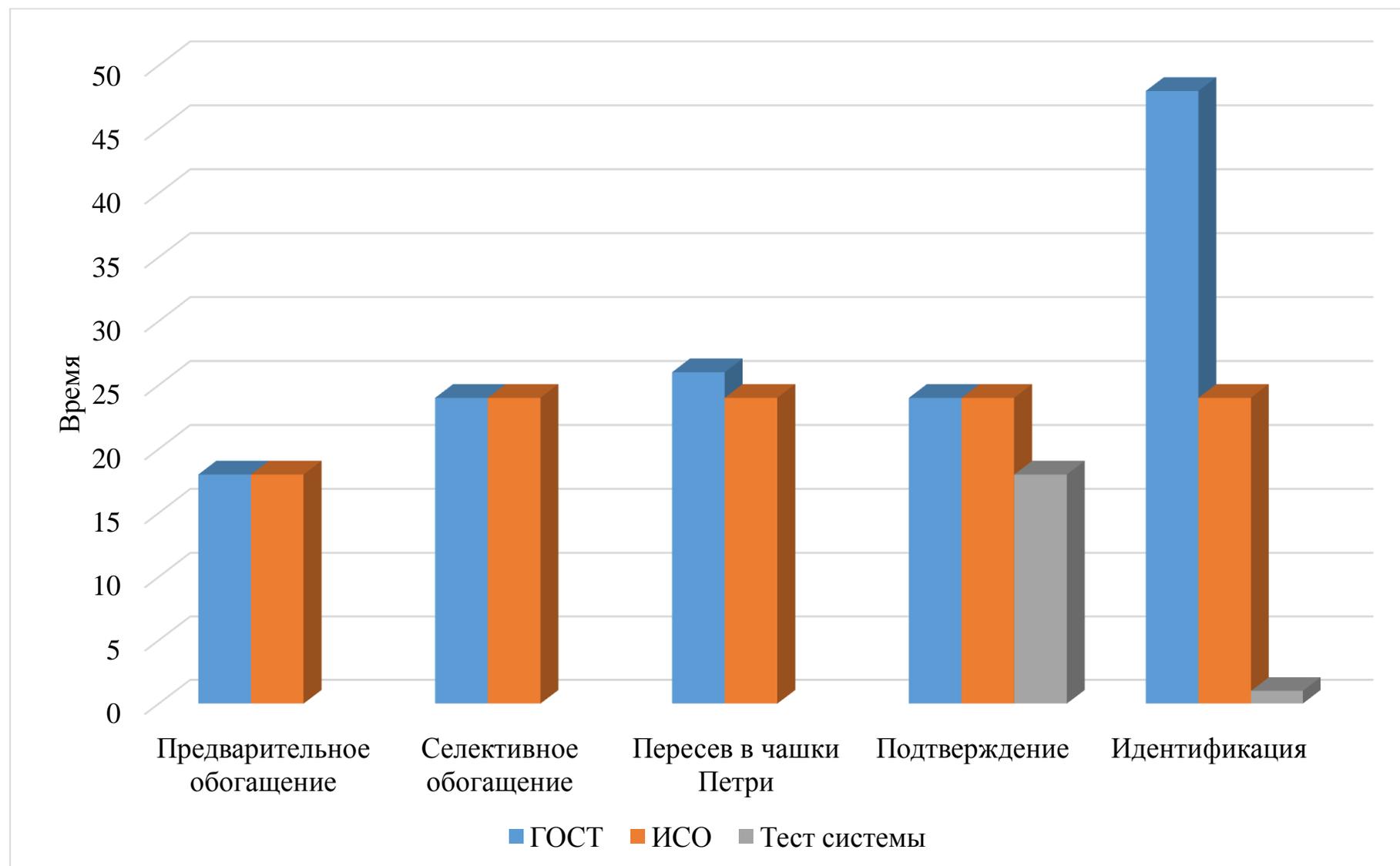


Рисунок 3 – Сравнительная характеристика операционных процедур микробиологического исследования микроорганизмов рода *Salmonella* межгосударственного и международного стандартов

По каждому этапу исследования согласно требованиям международного и межгосударственного стандартов была проведена оценка и сравнительная характеристика минимальных параметров временной продолжительности исследования (рисунок 4 «Сравнительная характеристика минимальной продолжительности исследования микроорганизмов рода *Salmonella*»). Анализ учитывал возможность внедрения экспресс тест-систем на этапах подтверждения и идентификации выделенных микроорганизмов.

Основное различие временного интервала было обнаружено на стадии идентификации полученных бактериальных культур, разница составила в среднем 24 часа.

Существенную оптимизацию продолжительности исследований продемонстрировали экспресс тест-системы. На этапе подтверждения выделенных колоний микроорганизмов отмечалось сокращение временного интервала на 17 часов, а стадия идентификации характеризовалась уменьшением продолжительности исследования в целом на 23 часа.

При изучении максимальных временных интервалов каждого этапа исследования согласно изучаемым нормативным документам (рисунок 5 «Сравнительная характеристика максимальной продолжительности исследования микроорганизмов рода *Salmonella*») была установлена разница продолжительности исследования на этапе пересевов и идентификации, которая составила 21 и 24 часа соответственно.

Применение микробиологических тест-систем по результатам проведения временного анализа будет способствовать сокращению продолжительности исследования на этапе подтверждения выделенных колоний на 3 часа, на этапе идентификации микроорганизмов на более чем 24 часа.

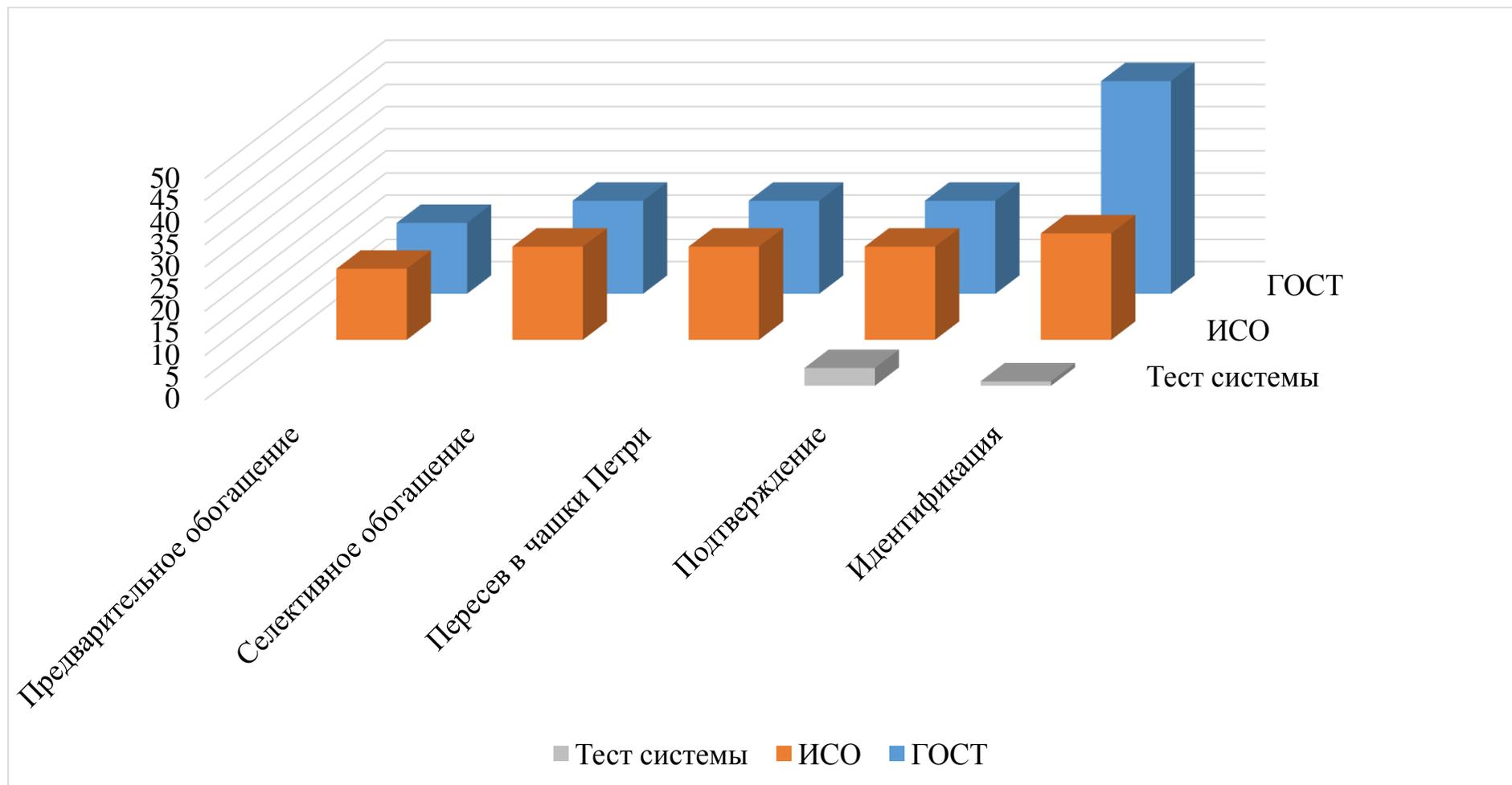


Рисунок 4 – Сравнительная характеристика минимальной продолжительности исследования микроорганизмов рода Salmonella

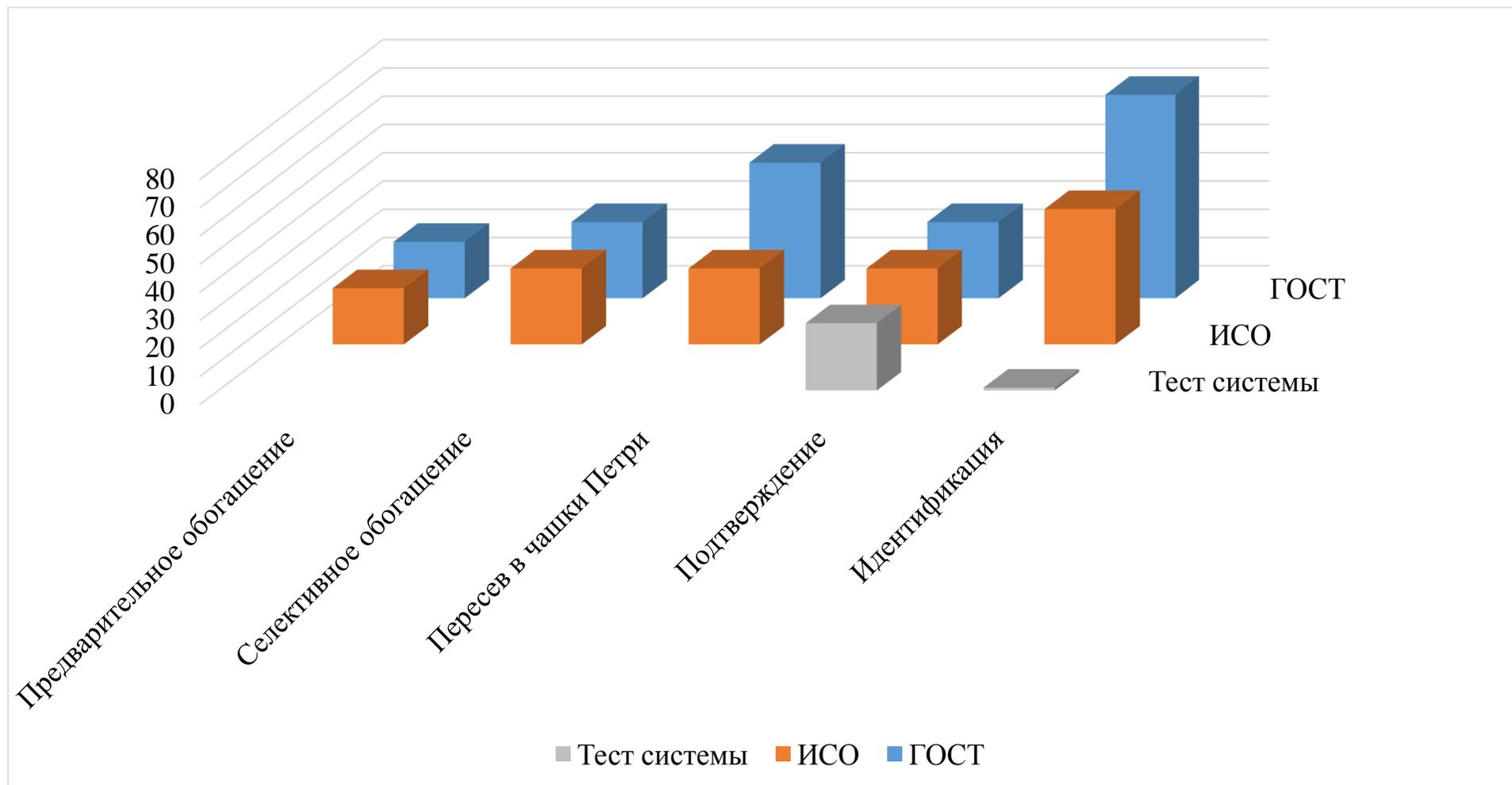


Рисунок 5 – Сравнительная характеристика максимальной продолжительности исследования микроорганизмов рода Salmonella

Одним из основных показателей микробиологической безопасности пищевых продуктов является наличие или отсутствие микроорганизмов рода *Listeria*, в частности вида *Listeria monocytogenes*. В 2017 году было опубликовано новый международный стандарт ISO 11290-1:2017 «Микробиология цепи питания – Горизонтальный метод для обнаружения и перечисления моноцитогенов Листерии и Листерии spp. – Часть 1: метод Обнаружения».

В соответствии с данным стандартом исследования пищевых продуктов проводятся согласно установленной схеме (Рисунок 6 – Стадии обнаружения листерий в соответствии с новым международным стандартом ISO 11290-1).

Микробиологическая схема исследований состоит из основных этапов:

- первичное обогащение – 1 день исследования;
- вторичное обогащение и посев материала из среды первичного обогащения на плотную селективную питательную среду – 2 день исследования;
- посев на плотные дифференциально-диагностические питательные среды – 3 день исследования;
- подтверждение выделенных колоний, пересев на плотные неселективные питательные среды для получения суточной чистой культуры с целью постановок биохимических тестов и определение принадлежности исследуемой бактериальной культуры к роду *Listeria* и/или виду *Listeria monocytogenes*.

Схема исследования имеет строгую последовательность, упорядоченность, однако, допускается в соответствии с нормативным документом, варьировать использование различных питательных сред как жидких для первичного и вторичного обогащения, так и плотных для обнаружения бактериальных колоний.

| День | Этап исследования      | Материалы  |
|------|------------------------|--|
| 1    | Первичное обогащение   | Образец (25 г или 25 мл) вносится в полуконцентрированный бульон Фразера (225 г или 225 мл)<br>30 °C ± 1 °C 24 – 26 ч  |
| 2    | Вторичное обогащение   | 0,1 мл культуры добавляется в 10 мл концентрированного бульона Фразера:<br>37 °C ± 1 °C 22 - 26 ч  |
| 3    | Пересев на чашки Петри | 1. Хромогенный агар для листерий по Оттавиани-Агости: 37 °C ± 1 °C 24-48 ч<br><br>Если колонии предположительно относятся к виду <i>L. monocytogenes</i> или роду <i>Listeria</i> spp. обнаруживаются после 24 ч, инкубация может быть остановлена.<br><br>2. Вторая селективная питательная среда содержит другой субстрат и/или имеет другой принцип действия. |
| 4    | Подтверждение          | Отбор как минимум 1 подозрительной колонии вида <i>L. monocytogenes</i> .<br><br>1 подтвержденной колонии для образца является достаточным. Если колония отрицательна, то берут для подтверждения дополнительно еще 4 колонии.   |
| 5    |                        | Получение чистой культуры.<br><br>Инкубирование на неселективной питательной среде, кровяном агаре: 37 °C ± 1 °C 24 ч.   |
| 6    | Учет результатов       | Подтверждение.<br><i>L. monocytogenes</i> и/или <i>Listeria</i> spp  |

Рисунок 6 – Стадии обнаружения листерий в соответствии с новым международным стандартом ISO 11290-1

При этом плотные селективно-диагностические питательные среды, используемые для выделения колоний микроорганизмов, должны отличаться друг от друга основным субстратом или принципом действия в результате которого проявляется рост колоний выделяемого микроорганизма.

Данная рекомендация связана с тем, что исследование микроорганизма при использовании отличных друг от друга питательных сред будет способствовать выявлению дополнительных свойств бактериальной культуры и получению более объективного и качественного результата исследования образца.

Все питательные среды, разрешенные для исследования описаны в настоящем стандарте (Таблица 9 - Пример описания в стандарте полуконцентрированного бульона Фразера).

Питательные среды, разрешенные стандартом для проведения исследований, должны использоваться строго по назначению на каждом этапе исследования. Все партии питательных сред перед внедрением в лабораторную практику должны пройти количественный и качественный анализ и отвечать всем предъявляемым к ним требованиям.

Все плотные питательные среды согласно международному стандарту разделены на три группы в соответствии с осуществляющимися в них реакциями:

1. Агаризованные среды, которые не дифференцируют род *Listeria* (PALCAM, Oxford).
2. Агаризованные среды, которые дифференцируют род *Listeria* по реакции гемолиза (ЕНА, LMBA).
3. Агаризованные среды, которые дифференцируют патогенные виды листерий (Ottaviani and Agosti).

Таблица 9 - Пример описания в стандарте полуконцентрированного бульона Фразера

| Питательная среда                    | Функция                            | Инкубация                | Контрольный штаммы                 | Номер WD CM        | Эталонная питательная среда     | Метод контроля | Критерий   | Характеристика реакции исследуемого микроорганизма |
|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------|---------------------------------|----------------|--|--|
| Полуконцентрированный бульон Фразера | Продуктивность                     | 25±1ч<br>-<br>30±1<br>°C | Listeria monocytogenes 4b          | 00021 <sup>d</sup> | -                               | Качественный   | ≥10 колоний на хромогенном агаре по Оттавиани-Агости | Сине-зеленый колонии с матовой зоной по периферии  |
|                                      |                                    |                          | Escherichia coli <sup>d</sup>      | 00012<br>00013     |                                 |                |  |  |
|                                      |                                    |                          | Enterococcus faecalis <sup>d</sup> | 00009<br>00087     |                                 |                |  |  |
|                                      |                                    |                          | Listeria monocytogenes 1/2a        | 00109<br>00012     |                                 |                |  |  |
|                                      | Escherichia coli <sup>d</sup>      |                          | 00013                              |                    |                                 |                |  |  |
|                                      | Enterococcus faecalis <sup>d</sup> |                          | 00009<br>00087                     |                    |                                 |                |  |  |
| Селективность                        | Escherichia coli <sup>d</sup>      | 00012<br>00013           | -                                  | Качественный       | Полное ингибирование (агар TSA) | -              |  |  |
|                                      | Enterococcus faecalis <sup>d</sup> | 00009<br>00087           | -                                  | Качественный       | ≤100 колоний (агар TSA)         | -              |  |  |

Подтверждающие тесты для микроорганизмов рода *Listeria* делятся на два вида:

1) Обязательные тесты: микроскопические исследования мазков бактериальной культуры и изучение морфологических особенностей строения микроорганизмов; изучение каталазной активности бактерий.

2) Дополнительные тесты: микроскопия мазков; определение  $\beta$ -гемолитической активности; способность к ферментированию L-рамнозы и D-ксилозы.

Подтверждающие тесты для идентификации микроорганизмов вида *Listeria monocytogenes*:

1) Обязательные тесты: постановка реакции Фогеса-Проскауэра (VP); определение подвижности микроорганизмов при температуре 25<sup>0</sup>С.

2) Дополнительные тесты: выявление каталазной активности; изучение возможной подвижности бактерий при температуре 25<sup>0</sup>С; постановка САМР теста.

Учитывают результаты биохимических исследований на основании данных, регламентируемых стандартом (Таблица 10 - Таблица учета биохимических тестов в соответствии с принятым международным стандартом).

Рекомендованные специфические биохимические исследования направлены на сравнительный анализ микроорганизмов рода *Listeria* с целью обеспечения достоверной идентификации. Приведенные реакции основаны на анализе гемолитической активности, способности к ферментации углеводов и учете САМР теста.

Таблица 10 - Таблица учета биохимических тестов в соответствии с принятым международным стандартом

| Вид                     | Инкубация | В-гемолиз | Образование кислоты |           |          | СAMP тест |         |
|-------------------------|-----------|-----------|---------------------|-----------|----------|-----------|---------|
|                         |           |           | Л-рамноза           | D-ксилоза | Маннитол | S. aureus | R. equi |
| <i>L. monocytogenes</i> | 24 ч      | +         | +                   | -         | -        | +         | -       |
| <i>L. innocua</i>       | -         | -         | V                   | -         | -        | -         | -       |
| <i>L. ivanovii</i>      | 24-48 ч   | +         | -                   | +         | -        | -         | +       |
| <i>L. seeligeri</i>     | -         | (+)       | -                   | +         | -        | (+)       | -       |

Биохимические тесты проводятся согласно правилам, прописанным в стандарте. После постановки всех необходимых для идентификации выделенного микроорганизма реакций осуществляется анализ на основании данных, прописанных в таблицах по сравнительной характеристике микроорганизмов определенных групп.

На основании полученных результатов испытаний путем сопоставления данных, полученных при постановке реакций, определяется вид выделенного и исследуемого микроорганизма.

Такая оценка во многом зависит от компетентности и квалифицированности специалиста, а также от материалов, которыми он руководствуется. Данное заключение может считаться объективным и достоверным при соблюдении всех требуемых условий процедуры исследования и рутинных операционных манипуляций, во многом обусловленных лабораторным персоналом, проводящим испытания.

Немаловажное значение имеет постоянное совершенствование правовой регулирующей базы и материально-технического инструментария, необходимого как для проведения исследования, так и для учета и интерпретации полученных результатов испытаний.

Использование экспресс тест-систем для обнаружения и идентификации микроорганизмов рода *Listeria* позволит в кратчайшие сроки осуществить 10 специализированных биохимических реакций, включающих определение ферментации L-рамнозы, D-ксилозы, D-рибозы, D-арабита, глюкозо-1-фосфата, D-тагатозы, метил- $\alpha$ D-глюкопиранозида; наличие  $\alpha$ -маннозидазной активности; способность гидролиза эскулина; дифференциации *L. innocua* и *L. monocytogenes* по отношению к ферментативному субстрату.

Тест-система Api *Listeria* является единственной системой для идентификации всех видов рода *Listeria*, в том числе *Listeria monocytogenes*, без CAMP-теста, с использованием оригинального запатентованного биохимического теста (DIM). Таким образом, применение микробиологических стриповых тест-систем обеспечивает предупреждение появления недостоверных результатов, связанных с подготовкой, проведением и учетом сложных биохимических тестов.

Использование данной экспресс методики позволяет получить результат через 18-24 часа без дополнительных пересевов бактериальных культур и использования вспомогательного оборудования и материалов.

Продолжительность культивирования тест-систем главным образом зависит от предположительного вида идентифицируемого микроорганизма и типа тест-системы.

Соответствие национального стандарта международным требованиям является одной из целей в получении объективных и достоверных результатов, отвечающих международным стандартам (Таблица 11 - Сравнительная характеристика нормативно-технических стандартов, регламентирующих исследование пищевых продуктов по показателю содержания микроорганизмов рода *Listeria monocytogenes*).

Таблица 11 - Сравнительная характеристика нормативно-технических стандартов, регламентирующих исследование пищевых продуктов по показателю содержания микроорганизмов рода *Listeria monocytogenes*

| Этап исследования    | Нормативно-техническая документация  |  | Примечание   |
|----------------------|--|--|--|
|                      | ISO 11290-1:2017   | ГОСТ 32031-2012  |  |
|                      | «Микробиология цепи питания – Горизонтальный метод для обнаружения и перечисления моноцитогенов Листерии и Листерии spp. – Часть 1: метод Обнаружения»                       | Межгосударственный стандарт<br>Продукты пищевые<br>Методы выявления бактерий<br><i>Listeria monocytogenes</i>  |  |
| Первичное обогащение | <p>Пробу в объеме 25 г или 25 мл помещают в 225 г или 225 мл полуконцентрированного бульона Фразера.</p> <p>Инкубирование при температуре (30±1) °С в течение (24-26) ч.</p> | <p>Пробу вносят в селективную среду первичного обогащения, исходя из соотношения продукта и среды 1:9.</p> <p>Питательные среды:<br/>бульон Фразера полуконцентрированный;<br/>селективный накопительный бульон UVM;<br/>питательный бульон для выделения и культивирования листерий ПБЛ I.</p> <p>Исходную суспензию культивируют при температуре (30±1) °С в течение (24±3) ч.</p> | <p><b>ГОСТ.</b> Для выявления небольшого количества бактерий, "поврежденных" клеток необходим этап селективного обогащения на среде с пониженной концентрацией селективных компонентов.</p> <p><b>ISO.</b> При культивировании больших объемов образцов питательный бульон предварительно нагревают до температуры (30±1) °С. Допускается хранение сред после предварительного обогащения при температуре 5 °С в течение 72 ч.</p> |

|                                      |   |   |  |
|--------------------------------------|---|---|--|
| <p><b>Вторичное обогащение</b></p>   | <p>Пересев культуральной жидкости из среды первичного обогащения в объеме 0,1 мл в 10 млм концентрированного бульона Фразера.</p> <p>Инкубирование при температуре (37±1) °С, в течение (22-26) ч.</p>  | <p>Посевной материал, пересевают в объеме 0,1 мл в пробирку, содержащую 10 мл среды обогащения.</p> <p>Питательные среды: бульон Фразера; селективный бульон UVM II; питательный бульон для листерий ПБЛ II.</p> <p>Посевы культивируют в течение (48±2) ч при температуре (37±1) °С.</p>   | <p><b>ISO.</b> Допускается хранение сред с образцами после культивирования при температуре 5 °С в течение 72 ч.</p>  |
| <p><b>Пересев на чашки Петри</b></p> | <p>Пересев культуры на плотные питательные среды:</p> <p>а) первая среда - селективный агар по Оттавиани-Агости;</p> <p>б) вторая среда: должна иметь в составе другой субстрат или осуществлять другой принцип действия.</p> <p>Питательные среды, рекомендованные для выделения листерий, делятся на 3 группы:</p> <p>1) Агаровые среды, которые не дифференцируют род <i>Listeria</i>: селективная среда для листерий (Harlequin listeria medium),</p> | <p>Пересев со среды вторичного обогащения на плотные питательные среды:</p> <p>а) первая среда (обязательная): селективный агар по Оттавиани-Агости ALOA;</p> <p>б) вторая среда: одна из плотных селективных сред, на выбор лаборатории, такие как Оксфорд агар, Палкам агар или ПАЛ.</p> <p>Посевы на ALOA культивируют при температуре (37±1) °С и просматривают через (24±3) ч,</p> | <p><b>ГОСТ, ISO.</b> С посевным материалом, выращенным на среде первичного обогащения, повторяют процедуру пересева на агаризованные питательные среды.</p> <p><b>ISO.</b> Допускается хранение сред в чашках Петри с образцами после культивирования при температуре 5 °С в течение 3 дней.</p> |

|                             |  |   |   |
|-----------------------------|--|---|---|
|                             | <p>Оксфордский агар, селективная среда MOX, PALCAM агар;<br/> 2) Агаровые среды, которые дифференцируют листерий на основании реакции гемолиза: кровяной агар LMBA;<br/> 3) Агаровые среды дифференцирующие патогенные виды листерий: хромогенный агар на <i>Listeria monocytogenes</i> по Оттавиани-Агости.</p> <p>Инкубирование: при температуре (37±1) °С, в течение (22-48) ч.</p> | <p>а при необходимости еще через (24±3) ч, контролируя наличие роста характерных для колоний.</p> <p>Посевы на второй селективной среде культивируют при соответствующей температуре и просматривают на наличие роста колоний с характерным для бактерий рода <i>Listeria</i> ростом после определенного времени.</p> |   |
| <p><b>Подтверждение</b></p> | <p>Отобранные подозрительные колонии пересевают на неселективную агаризованную питательную среду или на кровяной агар.</p> <p>Инкубирование: при температуре (37±1) °С, в течение (24) ч.</p>  | <p>Отобранные колонии пересевают на поверхность подсушенного триптон-соевого агара с дрожжевым экстрактом или другого плотного питательного агара (трипказо-соевый агар (TSA), мясопептонный агар (МПА)) так, чтобы получить изолированные колонии.</p>   | <p><b>ГОСТ.</b> С каждой чашки плотной селективной средой отбирают по пять колоний с ростом, характерным для бактерий рода <i>Listeria</i> и вида <i>Listeria monocytogenes</i>.</p> <p><b>ISO.</b> Для подтверждения проводится отбор одной подозрительной колонии. Подтверждение одной выделенной колонии <i>Listeria monocytogenes</i> в образце является достаточным.</p> |

|                      |   |   |   |
|----------------------|---|---|---|
|                      |   | Посевы культивируют при температуре (37±1) °С в течение (24±3) ч до появления видимого роста.   | Если отобранная колония не относится к виду <i>L. monocytogenes</i> , исследуют 4 дополнительных колоний.   |
| <b>Идентификация</b> | <p>Проведение биохимических тестов.</p> <p>Подтверждающие исследования для рода <i>Listeria</i></p> <p>1) Обязательные:</p> <p>а) микроскопия мазков;</p> <p>б) реакция на каталазу.</p> <p>2) Дополнительные:</p> <p>а) реакция Фогеса-Проскауэра;</p> <p>б) подвижность при 25 °С.</p> <p>Подтверждающие исследования для вида <i>Listeria monocytogenes</i></p> <p>1) Обязательные:</p> <p>а) микроскопия мазков;</p> <p>б) β-гемолиз;</p> <p>в) ферментирование L-рамнозы;</p> <p>г) ферментирование D-ксилозы.</p> <p>2) Дополнительные:</p> <p>а) реакция на каталазу;</p> <p>б) подвижность при 25 °С;</p> <p>в) САМР тест (на белок синергидного гемолиза).</p> | <p>Постановка биохимических тестов.</p> <p>Подтверждение принадлежности выделенной культуры к бактериям рода <i>Listeria</i> проводят следующие тесты:</p> <p>1) реакция на каталазу;</p> <p>2) окраска по Граму;</p> <p>3) определение подвижности;</p> <p>Идентификация бактерий рода <i>Listeria</i> до вида:</p> <p>1) определение бета-гемолитической активности;</p> <p>2) определение лецитиназной активности;</p> <p>3) определение ферментативных свойств;</p> <p>4) постановка КАПМ теста</p> | <p><b>ГОСТ.</b> По эпидемиологическим показаниям штаммы, идентифицированные как <i>L. monocytogenes</i>, направляют в референс лаборатории для серотипирования и/или генотипирования.</p> |

В процессе анализа временной продолжительности бактериологического исследования пищевых продуктов по показателю содержания микроорганизмов вида *Listeria monocytogenes* согласно нормативно-техническим документам (ГОСТ 32031- 2012 и ISO 11290-1:2017) было отмечено, что испытания, проводимые согласно межгосударственному стандарту, занимают значительно большие временные ресурсы по сравнению с требованиями, предъявляемыми международным стандартом (рисунок 8 «Сравнительная характеристика операционных процедур микробиологического исследования микроорганизмов вида *Listeria monocytogenes* межгосударственного и международного стандартов»).

Главным образом, сокращение времени исследования при руководстве международным стандартом наблюдается на этапах вторичного обогащения и составляет 24 часа. Стадия пересевов на агаризованные питательные среды при следовании требованиям международного стандарта сокращается в среднем на 2 часа. Однако, этап первичного обогащения уменьшается при использовании межгосударственного стандарта, сокращение временного интервала составляет 1 час.

Следует отметить, что общую продолжительность исследования оптимизирует внедрение экспресс тест-систем на этапе подтверждения родовой и видовой принадлежности микроорганизма и идентификации полученных результатов.

Существенное влияние на общую продолжительность исследования оказывает использование экспресс тест-систем. Данные микробиологические системы, внедренные на стадии подтверждения и идентификации полученных микроорганизмов, уменьшают время исследования в среднем на 6 и 23 часа соответственно. За счет оптимизации рутинной процедуры биохимических исследований и учета постановленных реакций.

Временная продолжительность этапов подтверждения и идентификации, прописанных в нормативных стандартах продемонстрировала в среднем значение равное 24 часам для каждого этапа.

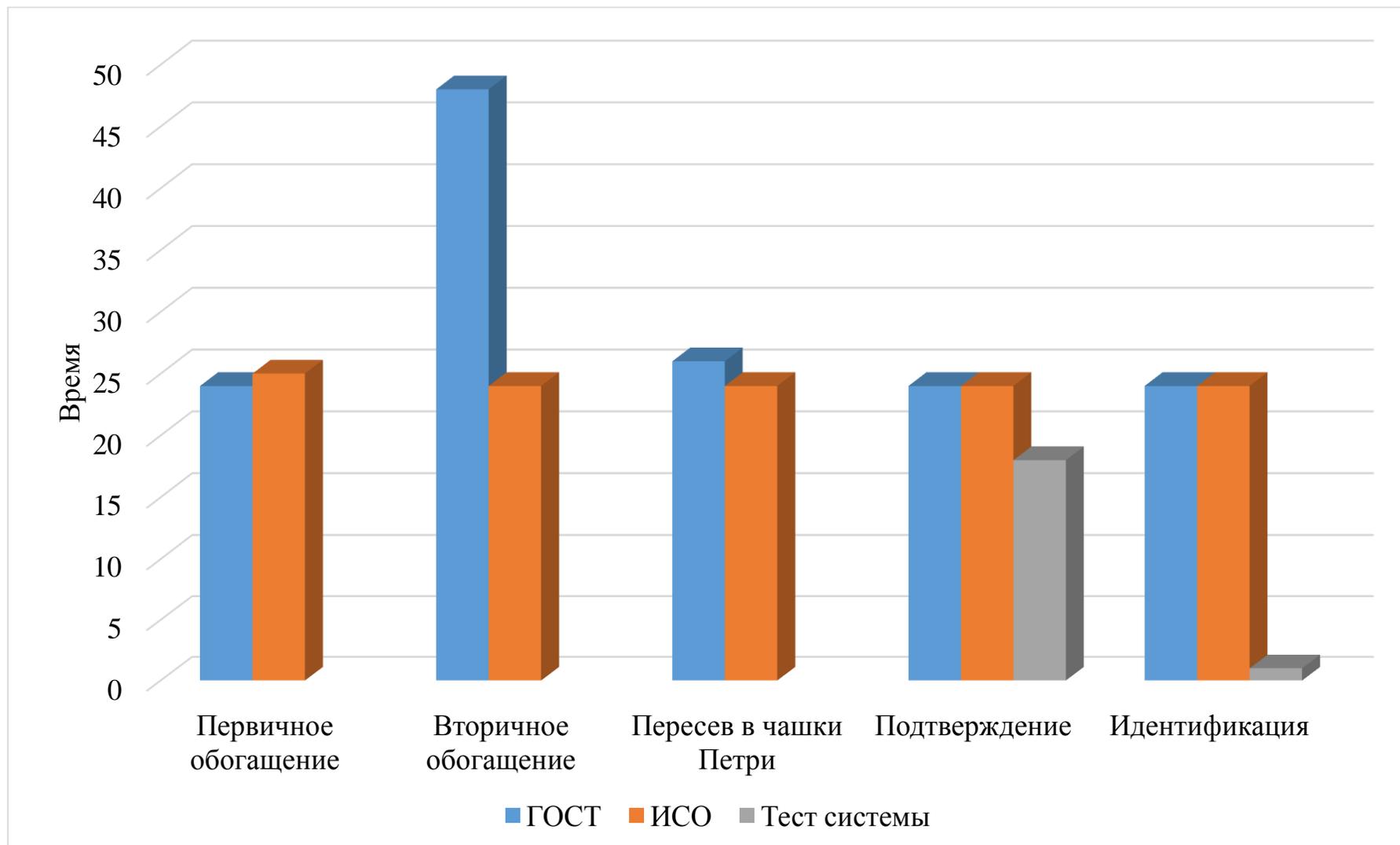


Рисунок 8 – Сравнительная характеристика операционных процедур микробиологического исследования микроорганизмов вида *Listeria monocytogenes* межгосударственного и международного стандартов

Изучение минимальных временных характеристик современной нормативно-правовой базы микробиологических исследований пищевых продуктов (рисунок 9 «Сравнительная характеристика минимальной временной продолжительности исследования микроорганизмов вида *Listeria monocytogenes*») позволяет установить предельные значения общей продолжительности исследования.

На этапе вторичного обогащения при следовании требованиям международного стандарта сокращение времени составило около 26 часов. При этом согласно требованиям межгосударственного стандарта стадия посева характеризовалась более коротким интервалом с разницей по отношению к международному документу равной 1 часу, а этап подтверждения продемонстрировал сокращение равное 3 часам. Этап идентификации составил около 24 часов и существенных различий временных параметров выявлено не было.

Экспресс тест-системы сокращают продолжительность исследования на этапе подтверждения на 20 часов, на стадии идентификации в среднем на 23 часа.

Оценка максимальной продолжительности микробиологических испытаний (рисунок 10 «Сравнительная характеристика максимальной временной продолжительности исследования микроорганизмов вида *Listeria monocytogenes*») показала существенные варьирования временной шкалы.

Продолжительность первичного обогащения при учете требований ИСО продемонстрировала сокращение равное 1 часу. На этапе вторичного обогащения разница между межгосударственным и международным стандартами составила 24 часа. Стадия посева характеризовалась сокращением времени в среднем на 21 час при руководстве межгосударственным стандартом.

Экспресс тест-системы оптимизировали время этапа идентификации более чем на 24 часа.

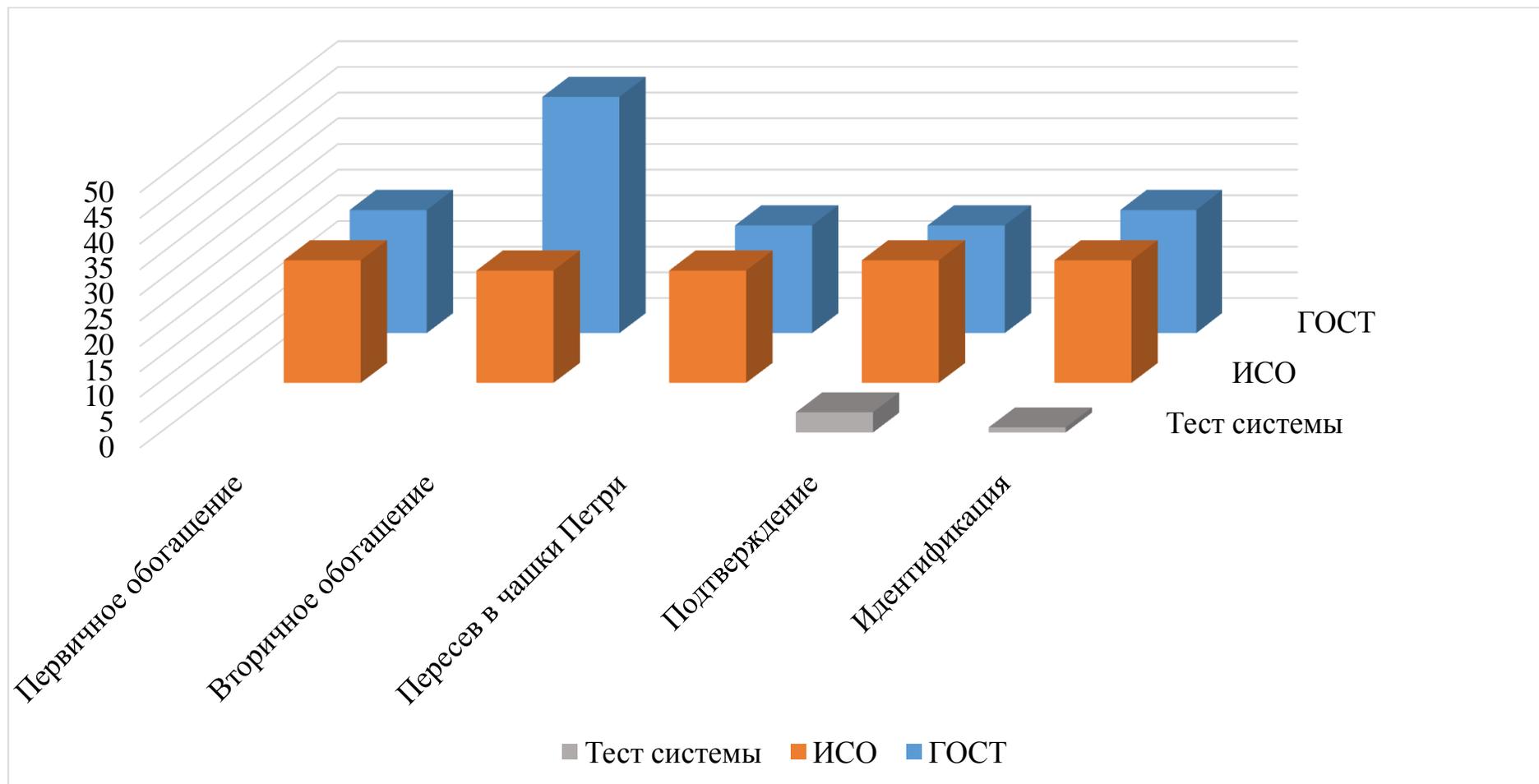


Рисунок 9 – Сравнительная характеристика минимальной временной продолжительности исследования микроорганизмов вида *Listeria monocytogenes*

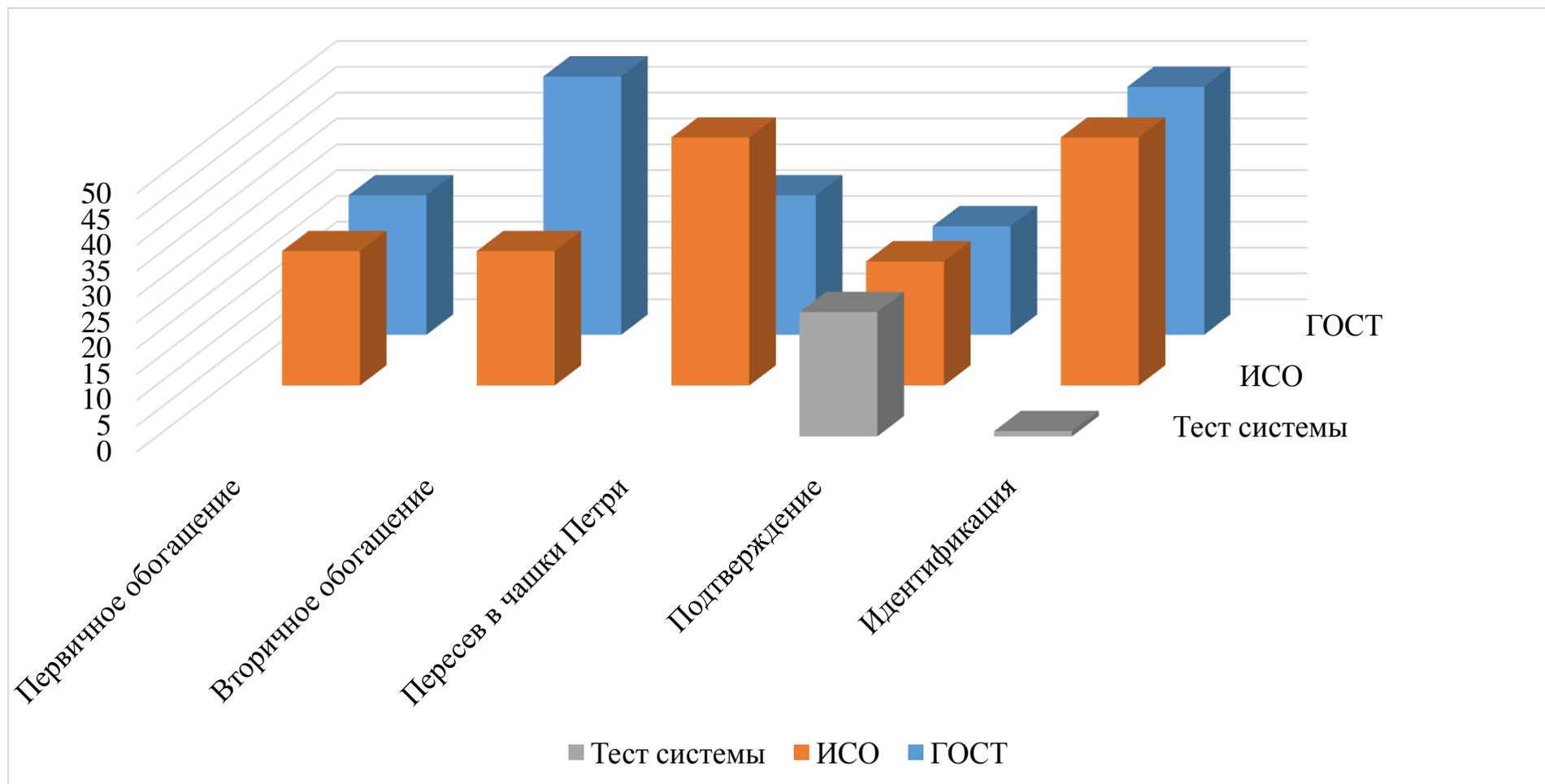


Рисунок 10 – Сравнительная характеристика максимальной временной продолжительности исследования микроорганизмов вида *Listeria monocytogenes*

Обнаружение и идентификация микроорганизмов рода *Listeria* с помощью микробиологических тестовых биохимических стрипов в условиях промышленного производства может быть внедрены в производственную систему НАССР, обеспечивая тем самым контроль микробиологической стабильности пищевого сырья и готовой продукции на всех этапах производства и хранения товаров.

Учитывая современную тенденцию к автоматизации и компьютеризации процессов производства данные экспресс тест-системы могут быть подвергнуты автоматическому учету результатов, избегая влияние преднамеренного или случайного человеческого фактора и способствуя оперативному реагированию на все вероятные риски и проявившиеся последствия, связанные с нарушением технологических режимов приема сырья, производства и хранения пищевой продукции, которые приводят к изменению микробиологического состава.

Тест-системы в зависимости от идентифицируемых микроорганизмов могут применяться не только в качестве определения микробиологической безопасности пищевых продуктов, но и в процессе определения качества сырья или готового продукта, производство которого связано с жизнедеятельностью определенных групп микроорганизмов.

## **2.4 Физико-химические исследования измерения водородного показателя мяса различных видов технологической обработки**

Цель исследования: для выявления зависимости колебания уровня водородного показателя мяса (рН) от различных видов обработки, провели исследование по измерению водородного показателя мяса охлажденного, не подвергавшегося дополнительной обработке, и мяса, обработанного в посолочной смеси.

Принцип установления водородного показателя мясного сырья: при снижении рН существенно увеличивается стойкость мяса против гнилостной микрофлоры. В результате физических нагрузок на мышцы увеличивается запас мышечного гликогена. При убое животных пастбищного содержания получают мясо с более низкой конечной величиной рН, чем при убое животных стойлового содержания, таким образом, такое мясо более устойчиво при хранении. Установлено также, что высокая скорость послеубойных изменений водородного показателя играет основную роль в процессе послеубойного мягчения мяса и формирования конечной консистенции. При определении влагосвязывающей способности, окраски мяса и общих структурно-функциональных свойств важное значение имеет конечная величина рН.

Для проведения исследования были отобраны пробы мяса от свинины, охлажденной,  $t = -1,5 \dots +2$  °С и пробы от свинины в посолочной смеси (мясо для шашлыка)  $t = -1,5 \dots +2$  °С.

Методика исследования: мясо освободили от жира и соединительной ткани, затем приготовили навеску массой 25 г. После этого мясо измельчили и поместили в коническую колбу на 250 мл, к мясу добавили 100 мл дистиллированной воды, и экстрагировали в течение 15 мин, встряхивая через каждые 5 мин. Затем вытяжку пропускали через бумажный фильтр и фильтрат использовали для дальнейшего исследования (рисунок 11, 12, 13).

При исследовании мяса в посолочной смеси готовили две пробы: с поверхностного слоя (1 см) и из глубоких слоев – толщи продукта центральной части.



Рисунок 11 - Проба № 1. Рисунок 12 - Проба № 2. Рисунок 13 - Проба № 3.

Учет реакции и измерение проводили, используя лабораторный рН метр иономер лабораторный «Hanna instruments» серия рН 211 – микропроцессорный лабораторный рН-метр, предназначенный для измерения активности ионов водорода (рН), ЭДС электродных систем, окислительно-восстановительного потенциала (Eh) и температуры различных водных сред. Результаты исследования представлены в таблице 14 «Результаты измерений водородного показателя свинины, охлажденной, и обработанной посолочной смесью».

Каждая проба была подвергнута органолептическому исследованию. Все образцы по результатам органолептических испытаний были признаны доброкачественными, признаки порчи отсутствовали.

Таблица 12 – Результаты проведения органолептического исследования свинины охлажденной, и обработанной посолочной смесью

| Исследуемые образцы   | Внешний вид  | Запах        | Консистенция | Сочность     |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Проба №1.<br>Свинина охлажденная                              | $9 \pm 0,17$ | $7 \pm 0,15$ | $8 \pm 0,17$ | $8 \pm 0,15$ |
| Проба №2.<br>Свинина в посолочной смеси - поверхностная часть | $7 \pm 0,1$  | $6 \pm 0,16$ | $7 \pm 0,18$ | $7 \pm 0,1$  |
| Проба №3.<br>Свинина в посолочной смеси - глубокие слои       | $8 \pm 0,2$  | $5 \pm 0,12$ | $7 \pm 0,15$ | $6 \pm 0,15$ |

По результатам проведенного исследования, представленным в таблице 12, средняя оценка по каждой группе испытуемых образцов составила: Проба №1. Свирина охлажденная – 8 (очень хорошее), Проба №2. Свирина в посолочной смеси - поверхностная часть – 6,25 (выше среднего), Проба №3. Свирина в посолочной смеси - глубокие слои – 6,5 (выше среднего).

Таблица 13 – Результаты физико-химических исследований свирины охлажденной, и обработанной посолочной смесью

| Исследуемые образцы                    | Влажность, % | Интенсивность окраски | Пероксидазная проба | Проба с сернокислой медью |
|--|--------------|-----------------------|---------------------|---------------------------|
| Свирина на кости поверхностная часть   | 57,1 ± 0,2   | 54,1 ± 0,4            | +                   | -                         |
| Свирина на кости глубокие слои         | 57,4 ± 0,3   | 54,5 ± 0,3            | +                   | -                         |
| Свирина бескостная поверхностная часть | 58,3 ± 0,3   | 52,1 ± 0,3            | +                   | -                         |
| Свирина бескостная глубокие слои       | 59,2 ± 0,2   | 53,4 ± 0,4            | +                   | -                         |

Для всесторонней оценки качества и безопасности испытуемых образцов проводили физико-химические исследования (Таблица 13).

Для оценки физико-химических свойств образцов использовались показатели: влажность, интенсивность окраски, а также качественные реакции (пероксидазная проба, проба с сернокислой медью).

Все физико-химические показатели соответствовали установленным требованиям, предъявляемым к доброкачественному сырью животного происхождения.

Таблица 14 - Результаты измерений водородного показателя свинины, охлажденной, и обработанной посолочной смесью

| Вид мяса по степени обработки  | Водородный показатель (рН) | Температура |
|--|----------------------------|-------------|
| Проба №1.<br>Свинина охлажденная<br>(рисунок 14)                           | 5,78±0,001                 | 24,5        |
| Проба №2.<br>Свинина в посолочной смеси - поверхностная часть (рисунок 15) | 6,51±0,002                 | 24,4        |
| Проба №3.<br>Свинина в посолочной смеси - глубокие слои (рисунок 16)       | 6,49±0,018                 | 25,4        |



Рисунок 14 - Проба №1.



Рисунок 15 - Проба №2.



Рисунок 16 - Проба №3.

При анализе полученных результатов исследования было установлено, что рН свинины, охлажденной, отличается от водородного показателя свинины, обработанной посолочной смесью. Охлажденная свинина по

показателю водородных ионов  $pH=5,78\pm 0,001$  соответствовала требованиям нормативно-технических документов, в то время как свинина в посолочной смеси - поверхностная часть и глубокие слои, имели показали значительно выше требований нормы  $6,51\pm 0,002$  и  $6,49\pm 0,018$ , соответственно.

При этом водородный показатель проб солёного мяса, отобранных с поверхностных и из глубоких слоёв, имело незначительное варьирование - разница составила 0,02 (соответствует недостоверному отличию), что свидетельствует о равномерном распределении посолочной смеси и глубоких физико-химических процессах в исследуемом продукте. Учет разницы значения pH в этом случае сочли возможным не проводить, так как шкала прибора pH-метра непосредственно имеет точность  $\pm 0,05$  единицы pH. Данным значением разницы можно пренебречь.

По результатам проведенных измерений с целью подробного анализа колебаний pH был составлен рисунок 17 «Динамика изменения водородного показателя (pH) свинины в посолочной смеси», характеризующая зависимость изменения водородного показателя свинины в посолочной смеси от продолжительности хранения в условиях холодильника при температуре  $+2...+4$  °C.

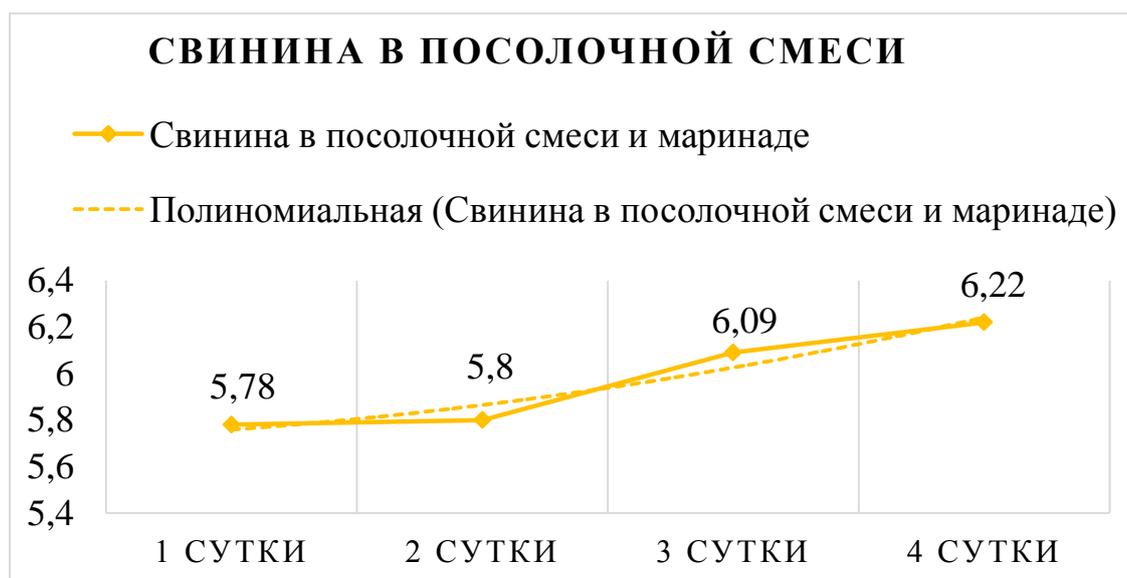


Рисунок 17 - Динамика изменения водородного показателя (pH) свинины в посолочной смеси

Мониторинг динамики колебания водородного показателя свинины в посолочной смеси проводился в течение четырех дней с ежедневным измерением величины рН потенциометрическим методом.

Анализ изменения значений водородного показателя:

- среднее значение водородного показателя в начале исследования составило 5,78 единиц. В течение первых двух дней колебания рН исследуемых образцов наблюдалось незначительное, около 0,02 единицы;

- на третьи сутки мониторинга уровень водородного показателя увеличился в среднем на 0,29 единицы по сравнению со вторым днем хранения мяса.

- на четвертые сутки величина водородного показателя образцов мяса возросла в среднем на 0,13 единицы в сравнении с третьим днем мониторинга.

В процессе хранения свинины в посолочной смеси отмечалось достаточно резкое повышение уровня водородного показателя на третьи сутки исследования (на четвертые сутки с момента производства) с сохранением постоянной динамики роста в течении всего периода мониторинга исследуемых образцов продукта.

По результатам проведенных измерений водородного показателя свинины в посолочной смеси и контроля динамики изменения рН было установлено отклонение исследуемого продукта от нормируемых значений водородного показателя. Данное отклонение может быть обусловлено специфичностью технологической обработки мясного продукта и воздействием составных компонентов посолочной смеси на составные структурные компоненты мяса.

Величина водородного показателя мяса является важным параметром с точки зрения качества вырабатываемого мясного полуфабриката или готового к употреблению мясного продукта, в том числе касающимся технологии его переработки и условий дальнейшего хранения.

От концентрации ионов водорода в мышечной ткани зависит влагосвязывающая способность мяса, влияющая на выход конечного готового продукта, потерю массы при хранении, а также устойчивость продукта в отношении развития гнилостной микрофлоры. Наряду с другими показателями величину рН используют для определения возможных целесообразных направлений переработки мяса.

Повышение водородного показателя свидетельствует о том, что продукт более подвержен нарушению микробиологической стабильности и изменению качественных характеристик.

Следует отметить, что отдельные компоненты посолочной смеси могут оказывать отрицательно воздействие на развитие нежелательной микрофлоры, но в целом увеличение уровня рН может привести к структурным изменениям в продукте и вызвать ухудшение его товарных и потребительских свойств.

В связи с данными результатами встает вопрос о разработке нормативных величин водородного показателя для данного вида продукта, подвергнутого технологической обработке в виде использования в процессе производства посолочной смеси.

В соответствии с данными нормативами должен определяться и срок хранения мясного продукта. В проведенном исследовании в процессе хранения отмечалось достаточно значительное возрастание величины водородного показателя, что свидетельствует о необходимости более строгого определения сроков реализации на основании качественных характеристик.

## **2.5 Физико-химические исследования водородного показателя свинины, упакованной в модифицированную газовую среду**

Физико-химические исследования водородного показателя свинины, упакованной в модифицированную газовую среду проводили с целью изучения возможного применения метода измерения водородного показателя для оценки качества обработанных мясных продуктов газовыми смесями.

Принцип применения газомодифицированной среды: активно развивающиеся технологии упаковки пищевых продуктов прежде всего направлены на сохранение товарного вида и продление сроков годности продукции, при этом необходимо учитывать возможное влияние вида упаковки непосредственно на качество самого продукта, а также на здоровье потребителя.

Маркировка продуктов, упакованных в газомодифицированную среду, не содержит информации о составе и количественном соотношении компонентов используемой газовой среды [89, 98].

В условиях активного применения газовых смесей в мясной промышленности нужна разработка эффективного, надёжного и экономически выгодного метода выявления и оценки качества обработанных таким способом продуктов.

Исследования по определению уровня водородного показателя мяса, упакованного в модифицированную газовую среду, проводили для оценки влияния химического состава газовой среды на качество и безопасность мясного продукта.

Измерение уровня рН мяса свинины, упакованного в модифицированную газовую среду, для оценки изменений водородного показателя проводили в поверхностных и глубоких частях мясного продукта.

Методика исследования: после вскрытия упаковки с модифицированной газовой средой для анализа сразу отбирали две пробы: с поверхностных и глубоких слоёв мяса. Выделяли навески мяса массой по 25г, мясо освобождали от соединительной и жировой ткани, тщательно

измельчали и помещали в коническую колбу объёмом 250 мл. Затем к мясному продукту добавили 100 мл дистиллированной воды, и экстрагировали в течение 15 мин, встряхивая через каждые 5 мин. После этого вытяжку пропускали через бумажный фильтр, полученный фильтрат использовали для дальнейшего исследования.

Учета реакции и регистрация результатов исследования проводили с использованием лабораторного рН метра иономера «Hanna instruments» серия рН 211 – микропроцессорный лабораторный рН-метр, предназначенный для измерения активности ионов водорода (рН), ЭДС электродных систем, окислительно-восстановительного потенциала (Eh) и температуры различных водных сред.

Результаты измерений показателя уровня активности водородных ионов мяса, упакованного в модифицированную газовую среду представлены в таблице 17 «Результаты измерений водородного показателя свинины, упакованной в газомодифицированную среду» и на рисунке 18 и 19.

Как свидетельствуют данные, представленные в таблице 18 и на рисунке 18 и 19 водородный показатель (рН) в пробах свинины на кости, упакованной в газомодифицированную среду, как с поверхностной части (проба №1), так и глубоких слоев – толщи продукта (проба №2), был значительно выше, требований нормируемых величин – на 0,58 и 0,66 соответственно.

Полученные данные свидетельствуют о глубоких физико-химических и морфологических изменениях мяса, а также влагосвязывающей способности и гидратации не только поверхностных, но и глубоких слоев.

Органолептические исследование проводили по каждому виду исследуемой продукции.

Полученные результаты органолептического исследования свинины, упакованной в газомодифицированную среду, представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Результаты проведения органолептического исследования свинины, упакованной в газомодифицированную среду

| Исследуемые образцы                                     | Внешний вид  | Запах        | Консистенция | Сочность     |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Проба №1.<br>Свинина на кости<br>поверхностная<br>часть | $7 \pm 0,2$  | $6 \pm 0,19$ | $6 \pm 0,2$  | $6 \pm 0,2$  |
| Проба №2.<br>Свинина на кости<br>глубокие слои          | $7 \pm 0,15$ | $7 \pm 0,15$ | $8 \pm 0,18$ | $7 \pm 0,15$ |

По результатам проведенного исследования, представленным в таблице 15, средняя оценка по каждой группе испытуемых образцов составила: Проба №1. Свинина на кости поверхностная часть – 6,25 (выше среднего), Проба №2. Свинина на кости глубокие слои – 7 (хорошее), мясо птицы – 7,25 (хорошее).

Таблица 16 – Результаты физико-химических исследований свинины, упакованной в газомодифицированную среду

| Исследуемые образцы                             | Влажность, %   | Интенсивность окраски | Пероксидазная проба | Проба с сернокислой медью |
|---|----------------|-----------------------|---------------------|---------------------------|
| Свинина на кости<br>поверхностная<br>часть      | $56,9 \pm 0,2$ | $54,1 \pm 0,4$        | +                   | -                         |
| Свинина на кости глубокие<br>слои               | $57,1 \pm 0,3$ | $53,2 \pm 0,3$        | +                   | -                         |
| Свинина<br>бескостная<br>поверхностная<br>часть | $58,1 \pm 0,3$ | $51,1 \pm 0,3$        | +                   | -                         |
| Свинина<br>бескостная<br>глубокие слои          | $59,1 \pm 0,2$ | $52,4 \pm 0,4$        | +                   | -                         |

Физико-химический анализ проводили на основании количественных и качественных реакций (Таблица 16). Отклонений в измерениях, характерных для недоброкачественного сырья обнаружено не было.

Однако, анализ водородного показателя характеризовался отклонением от соответствующих доброкачественному сырию пределов.

Таблица 17 - Результаты измерений водородного показателя свинины, упакованной в газомодифицированную среду

| Вид продукта   | Водородный показатель (pH) | Температура °С |
|--|----------------------------|----------------|
| Проба №1.<br>Свинина на кости<br>поверхностная часть<br>(рисунок 18) | 6,78±0,003                 | 21,0           |
| Проба №2.<br>Свинина на кости<br>глубокие слои<br>(рисунок 19)       | 6,86±0,017                 | 21,0           |



Рисунок 18 - Проба № 1.



Рисунок 19 - Проба № 2.

Отличия водородного показателя между поверхностными и глубокими частями мяса были незначительными –  $6,78\pm 0,003$  в поверхностном слое и  $6,86\pm 0,017$  в глубоких слоях, разница составила 0,08, что свидетельствует о достоверном отличии данного показателя.

Относительно близкие по значениям водородные показатели поверхностных и глубоких участков мясного продукта в свою очередь могут свидетельствовать о быстром проникновении газовой среды в толщу продукта и распределении компонентов смеси по всему объему пробы мяса.

Отклонения водородного показателя от установленных в нормативных документах предельных величин свидетельствует, что мясной продукт может быть подвержен риску ухудшения качественных характеристик, также развитию микроорганизмов порчи, что в свою очередь может привести к его непригодности в использовании в качестве пищевого продукта.

Газомодифицированные смеси создают условия, предотвращающие развитие микроорганизмов, влияющих на качество и безопасность мясного продукта, при этом как было установлено в эксперименте, оказывают влияние на физико-химические показатели упакованного в данную газовую атмосферу продукта.

При анализе полученных результатов возникла необходимость дальнейшего изучения варьирования водородного показателя исследуемых образцов, связанная с развитием возможных качественных изменений, возникающих в результате вскрытия упаковки и снижением ее влияния на структуру мясного продукта и его стабильность к изменению микробиологического состава.

## **2.6 Физико-химические исследования изменения показателя рН свинины, при хранении мяса после вскрытия упаковки с модифицированной газовой средой**

Цель исследования: для дальнейшего мониторинга изменения водородного показателя свинины были проведены измерения рН через два дня после вскрытия упаковки с модифицированной газовой средой.

Хранение мясного продукта проводилось в условиях холодильника при температуре  $2^{\circ}\text{C}$ . Мясо помещали в герметичный контейнер для предотвращения возможного контаминирования продукта.

По органолептическим характеристикам продукт был признан доброкачественным без признаков порчи.

Результаты измерений водородного показателя свинины, охлажденной, после хранения в течение двух дней после вскрытия газовой упаковки

представлены в таблице 20 «Результаты измерений водородного показателя свинины, упакованной в газомодифицированную среду, через 2 суток хранения после вскрытия упаковки».

Также при физико-химическом анализе было установлено, что интенсивность окраски коррелирует с показателем кислотности. При повышении уровня водородного показателя отмечалось увеличение интенсивности окрашивания мышечной ткани (таблица 18).

Таблица 18 – Результаты физико-химических исследований свинины, упакованной в газомодифицированную среду, через 2 суток хранения после вскрытия упаковки

| Исследуемые образцы                    | Влажность, %   | Интенсивность окраски | Пероксидазная проба | Проба с сернокислой медью |
|--|----------------|-----------------------|---------------------|---------------------------|
| Свинина на кости поверхностная часть   | $52,5 \pm 0,2$ | $54,2 \pm 0,2$        | +                   | -                         |
| Свинина на кости глубокие слои         | $54,1 \pm 0,3$ | $55,5 \pm 0,3$        | +                   | -                         |
| Свинина бескостная поверхностная часть | $52,8 \pm 0,3$ | $57,8 \pm 0,4$        | +                   | -                         |
| Свинина бескостная глубокие слои       | $53,3 \pm 0,1$ | $57,0 \pm 0,3$        | +                   | -                         |

Таблица 19 - Результаты измерений водородного показателя свинины, упакованной в газомодифицированную среду, через 2 суток хранения после вскрытия упаковки

| Вид продукта     | Водородный показатель (pH) | Температура                     |
|------------------|----------------------------|---------------------------------|
| Свинина на кости | $7,08 \pm 0,05$            | $20,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ |

При измерении показателя рН мяса, извлеченного из газомодифицированной среды и хранившегося в течение двух суток в условиях холодильника, было установлено смещение в щелочную сторону  $pH=7,08\pm 0,05$  при нормируемом  $pH=5,6\text{...}6,2$  (таблица 19) в соответствии с требованиями нормативно-технических документов (рисунок 20).

По отношению к нормируемому уровню данное значение превышает стандартные показатели, то есть такой продукт не может считаться безопасным в ветеринарно-санитарном отношении, свежим и реализовываться без ограничений.



Рисунок 20 - Измерение уровня рН мясной вытяжки

Изменения водородного показателя исследуемого мяса характерны для продукта при длительном сроке его хранения. Также, можно предположить, что сдвиг рН в щелочную сторону мог быть вызван сохраняющимся действием газовых компонентов, входящих в состав и являющихся обязательными компонентами модифицированной газовой смеси для хранения свинины. Некоторые газовые компоненты способны сохранять своё действие на мясо в течение определенного промежутка времени после вскрытия упаковки с газовой смесью.

Для исследования изменения уровня водородного показателя мяса, упакованного в газомодифицированную атмосферу, после вскрытия упаковки в процессе хранения, был поставлен эксперимент по систематическому мониторингу данного значения.

Все испытываемые образцы были доброкачественными по органолептическим характеристикам и имели одинаковую дату выработки.

Пробы мяса в газовой атмосфере после вскрытия оболочки подвергались первичному измерению водородного показателя. Последующее

хранения проводилось в условиях холодильника при температуре 2 °С. Ежедневно осуществлялись контрольные измерения рН исследуемых проб.

В процессе измерения рН потенциометрическим методом за окончательный результат принимали среднеарифметическое значение трех единичных последовательных измерений, если удовлетворялись требования сходимости результатов.

По результатам мониторинга изменения водородного показателя свинины, упакованной в модифицированную газовую среду, была создана рисунок 21 «Динамика изменения рН свинины, упакованной в модифицированную газовую среду».

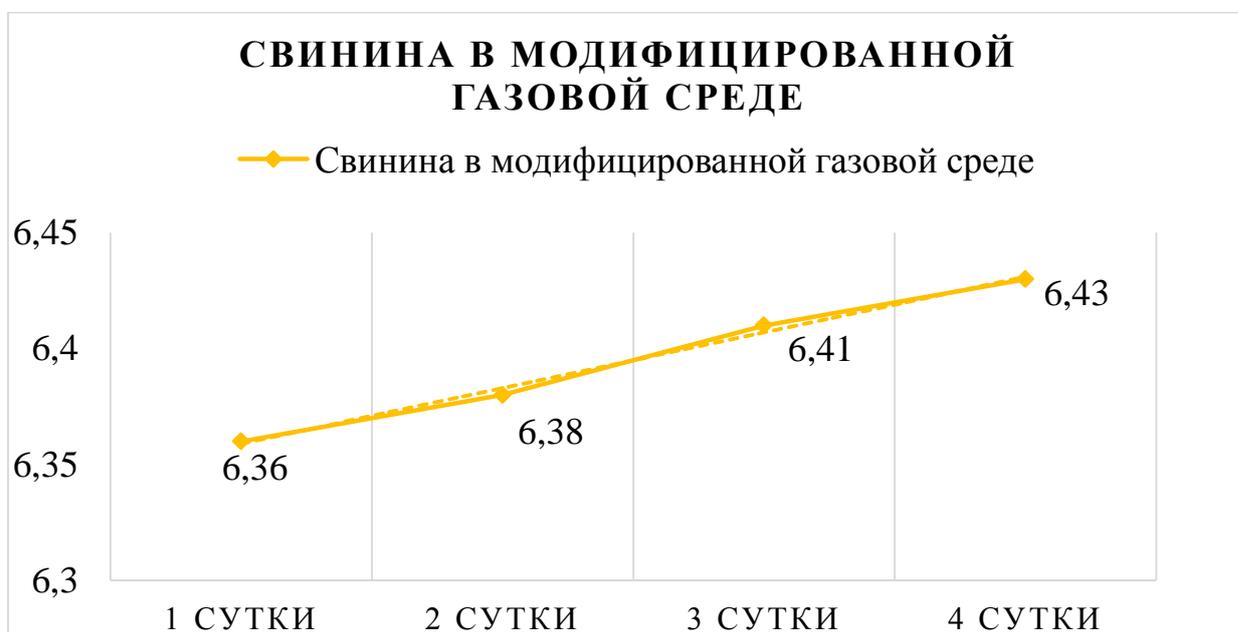


Рисунок 21 – Динамика изменения рН свинины, упакованной в модифицированную газовую среду

Уровень водородного показателя при первичном измерении был равен 6,36 единицам, что не соответствует нормируемым значениям водородного показателя, свойственного для свежего мяса. В процессе хранения наблюдалось дальнейшее постепенное повышение значения водородного показателя.

В первые сутки уровень рН повысился на 0,02 единицы. На вторые сутки повышение составило 0,03 единицы. Измерение водородного показателя на третьи сутки показало повышение исследуемого значения на

0,02 единицы. Общее увеличение рН в щелочную сторону в течение четырех суток хранения оказалось равным 0,07 единицы.

Варьирования в динамике изменения рН мяса охлажденного, упакованного газovou атмосферу в процессе хранения после нарушения целостности производственной оболочки может быть связано с технологией производства и составом газовой смеси, анализ которой невозможно провести по причине отсутствия необходимой информации.

Таким образом, при употреблении или переработке такого мясного сырья следует учитывать газовой состав и возможность пролонгированного действия различных компонентов модифицированной газовой среды на продукт. Однако информация о газовой составе и особенностях смеси отсутствует на маркировке, что исключает возможность информированности потребителей и переработчиков такого сырья. Следует отметить, что быстрое смещение водородного показателя в щелочную сторону способствует развитию нежелательной микрофлоры, в том числе гнилостной, и быстрой порче продукта.

Исходя из результатов исследования, можно сказать, что необходимо не только информирование потребителя о составе продукта и модифицированной газовой среды, но и строгое нормирование газовой состава смесей для хранения.

Основными факторами риска для продуктов, упакованных в модифицированную газovou атмосферу в зависимости от газовой состава являются:

1. Развитие анаэробных микроорганизмов (при максимальном удалении кислорода, за счет добавления азота). Например: рекомендованная газова смесь для сырой нежирной рыбы (цельная особь): 70% CO<sub>2</sub>, 30 % N<sub>2</sub>. В таких условиях отсутствия кислорода при учете сдвига рН продукта, упакованного в газovou атмосферу, в щелочную сторону создаются благоприятные условия для жизнедеятельности:

- *Clostridium perfringens* – пищевые продукты при контаминации данным микроорганизмом могут являться причиной пищевых токсикоинфекций и токсикозов;

- *Clostridium botulinum* - клостридии ботулизма продуцируют экзотоксин (нейротоксин) – наиболее сильный из всех микробных и химических ядов.

Употребление продуктов, при производстве которых были нарушены санитарные правила, может привести к тяжелым отравлениям и даже смертельным исходам при отсутствии своевременной медицинской помощи.

2. Развитие аэробных и микроаэрофильных микроорганизмов (в присутствии кислорода и высокого содержания углекислого газа). Например: рекомендованная газовая смесь для красного сырого мяса (свежее разделанное): 70-80 % O<sub>2</sub>, 20-30 % CO<sub>2</sub>; для сырой нежирной рыбы (свежая потрошенная или разделанная): 30 % O<sub>2</sub>, 40 % CO<sub>2</sub>, 30 % N<sub>2</sub>; для дичи и птицы (мясо свежее разделанное): 30 % CO<sub>2</sub>, 70 % O<sub>2</sub>.

Высокое содержание кислорода и щелочная реакция среды способствуют развитию микроорганизмов, вызывающих порчу продуктов:

- аэробные спорообразующие палочки (*Bacillus cereus*, *Bacillus mesentericus* и др.) - за счет протеолитической активности данные микроорганизмы вызывают расщепление питательных веществ продукта и выделение промежуточных продуктов распада (скатол, индол, меркаптан);

- факультативно-анаэробные микроорганизмы (*Proteus*, БГКП) вызывают изменение органолептических характеристик пищевого продукта и могут вызвать отравление при употреблении недоброкачественного продукта.

- кокковые микроорганизмы (стафилококки, стрептококки) – особенностью стрептококков является способность к активному росту и размножению в микроаэрофильных условиях (при высоких концентрациях углекислого газа в среде). Данные бактерии могут выделять и накапливать в продукте токсины.

В рекомендациях по использованию модифицированной газовой атмосферы, в зависимости от состава газовой смеси, указывается необходимость использования тщательно подготовленного продукта. Сроки хранения будут зависеть от вносимых добавок, используемых специй, степени содержания жира, степени естественного заражения.

В результате качество продукта, главным образом, определяется первоначальными характеристиками, обеспечивающими качество и безопасность при дальнейшей его обработке. Использование газовой атмосферы должно обеспечивать нормируемые характеристики продовольственного товара для предотвращения ухудшения его потребительских качеств.

В процессе исследований одного из важнейших физико-химических показателей – уровень рН было установлено отклонение от нормативов в щелочную сторону, что свидетельствует о необходимости более тщательного нормирования водородного показателя для данного вида продукта, исследования причины, связанной с особенностью технологии упаковки и состава газовой смеси, анализа сроков хранения относительно изменяющегося водородного показателя.

Метод измерения уровня водородного показателя может быть предложен в качестве экспресс методики установления доброкачественности продукта при отсутствии видимых признаков нарушения микробиологической стабильности с целью учета дальнейших условий и сроков хранения.

## **2.7 Анализ и структура системы менеджмента качества НАССР**

### **2.7.1 Нормативное регулирование и контроль качества сырья и готового продукта в соответствии с принципами системы НАССР**

Система оценки контроля опасных факторов продовольственного сырья, технологических процессов и готовой продукции является научно обоснованной и имеет системный подход к вопросу управления безопасностью пищевых продуктов. Система НАССР имеет ряд важнейших преимуществ в отношении регулирования всех производственных областей:

1. Контроль качества по системе НАССР на каждой производственной стадии способствует снижению зависимости от тестирования и проверки конечного продукта. Выявление несоответствий параметров на стадии сырья или промежуточного продукта обеспечивает своевременное принятие решений по идентификации и дальнейшему исключению причин и устраняет вероятность получения из данных материалов некачественного готового продукта

2. Оптимизирует процедуру составления ветеринарных сопроводительных документов, обеспечивая необходимую прослеживаемость и идентификацию продукта, своевременное получение информации о результатах исследований и качестве выработанного продукта.

3. Применение системы НАССР облегчает инспекции со стороны регулирующих органов. Разработка полноценной документации осуществления системы НАССР на предприятии позволяет получить доступ ко всей систематизированной информации об условиях производства, качестве сырья и готовой продукции, выявленных ранее нарушениях и методах их устранения. Разработка данной системы позволяет проводить взаимодействие между производителем и контролирующим органом на объективной и предметной основе.

4. Система НАССР обеспечивает эффективное использование ресурсов и сырья. Анализ производственной схемы с точки зрения данной системы

менеджмента качества может быть направлен на выявление нецелесообразного использования материальных ресурсов и трудовых затрат, что в свою очередь будет способствовать выработке производственного цикла с учетом всех входных параметров с целью достижения максимальной эффективности работы производственного предприятия.

5. Внедрение системы НАССР определяет организовывать своевременные реакции на возникающие проблемы, связанные с безопасностью пищевых продуктов. Знания и возможности, предоставляемые системой НАССР, позволяют предупреждать преднамеренный саботаж в отношении пищевых продуктов применительно ко всей пищевой цепи следования продовольственных товаров. В каждом сегменте пищевой промышленности следует тщательно изучить вопрос, касающийся усиления на предприятиях мер безопасности и усовершенствования планов аварийного реагирования. Поэтому для обеспечения безопасности готового продукта необходимо учитывать вероятные риски на каждом участке производственной пищевой цепи и реализовывать предупреждающие мероприятия.

6. Разработанная в соответствии с основными принципами и адаптированная к конкретным условиям производства система НАССР будет достаточно восприимчива к различным изменениям, связанным, например, с разработкой нового оборудования, появлением информации о новых источниках опасных факторов или рисков, влияющих на качество и безопасность произведенного готового продукта, возникновением сведений о новых методах и процедурах обработки или технологических усовершенствованиях оборудования.

Внедрение системы НАССР необходимо для повышения прозрачности политики продовольственной безопасности на всех уровнях организации, это будет способствовать выходу на международный уровень торговли и повышению доверия со стороны потребителей.

Предприниматели, осуществляющие деятельность по производству и обороту пищевых продуктов и кормов должны нести основную ответственность за обеспечение безопасности пищевых продуктов. Компетентные уполномоченные органы, осуществляющие мониторинг должны в свою очередь обеспечивать исполнение и проверку данной ответственности посредством использования систем национального надзора и контроля на всех этапах процессов производства, обработки и доставки продуктов.

Для успешного осуществления принципа прозрачности продовольственной политики необходимо обеспечивать полноценную систему отслеживаемости кормов и пищевых продуктов, и их ингредиентов. Это подразумевает ведение со стороны производителя надлежащего учета поставщиков сырья и ингредиентов для своевременного выявления причин и источников нарушений.

Система управления качеством НАССР на предприятиях пищевой промышленности является как эффективной системой внутренних проверок, так и профилактической системой контроля продуктов питания, направленной на обеспечение их безопасности.

Использование системы НАССР на предприятиях пищевой промышленности, прежде всего, начинается с рассмотрения и разработки нормативно-технической документации.

Механизм реализации новых документов в области регулирования пищевой безопасности включает:

- выработку современных технических регламентов;
- гармонизацию технических регламентов с международными требованиями;
- строгий механизм ответственности за несоблюдение законов (отзыв продукции с рынка, возмещение ущерба окружающей среде и здоровью потребителей), который должен быть соразмерным и разубеждающим.

В соответствии со статьей 10 Технического регламента Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011) при осуществлении процессов производства (изготовления) пищевой продукции, связанных с требованиями безопасности такой продукции, изготовитель должен разработать, внедрить и поддерживать процедуры, основанные на принципах ХАССП.

В Российской Федерации сертификат системы НАССР выдается только при соответствии продукции требованиям ГОСТ Р ИСО 22000-2007 «Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организациям, участвующим в цепи создания пищевой продукции». Данный стандарт объединяет все принципы, на которых основано функционирование системы анализа опасностей и установления критических контрольных точек (НАССП), и мероприятия по применению данной системы, разработанные Комиссией "Кодекс Алиментариус". Требования стандарта объединяют план ХАССП с программами обязательных предварительных мероприятий, выполнение которых может быть проверено аудитом. Анализ опасностей в соответствии со стандартом обеспечивает повышение результативности системы менеджмента безопасности пищевой продукции.

Таблица 20 – Основные принципы менеджмента качества системы НАССР

| Принцип                | Значение  |
|------------------------|---|
| Анализ и оценка рисков | <p>Анализ риска заключается в его оценке и управлении им на каждом анализируемом этапе, а также он направлен на оценку возможности передачи риска на последующие этапы технологической схемы производства.</p> <p>Все опасные риски делятся на:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>биологические риски (Salmonella, Escherichia coli);</li> <li>химические риски (свинец, мышьяк, кадмий, ртуть);</li> <li>физические риски (стекло, металл, пластик).</li> </ul> |

| Принцип                                 | Значение   |
|---|--|
| Выявление критических контрольных точек | Критические контрольные точки определяют путем анализа по каждому показателю или группе показателей определенного свойства, рассматривая последовательно все операции, которые включены в блок – схему технологического или производственного цикла.   |
| Установление критических пределов       | Определение критериев, разделяющих допустимые и недопустимые значения контролируемых величин, нормативы в пределах которых показатели продукта считаются доброкачественными.   |
| Разработка системы мониторинга          | Проведение систематических запланированных наблюдений и/или измерений параметров в критических контрольных точках с целью своевременного обнаружения их выхода за предельные значения и получения необходимой информации для выработки предупреждающих и корректирующих действий.  |
| Разработка корректирующих действий      | <p>Для каждой критической контрольной точки должны быть составлены, а также документированы корректирующие действия, предпринимаемые в случае нарушения критических пределов контролируемых величин.</p> <p>В число корректирующих действий входят:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение локализации продукта, не соответствующего требованиям;</li> <li>- возобновление контроля над критической контрольной точкой;</li> <li>- устранение причины несоответствия для предотвращения повторного нарушения (поверка средств измерений, оборудования).</li> </ul> |
| Документирование всех стадий и процедур | <p>Установление системы документации, представляющая комплект письменных документов, подтверждающих выполнение плана ХАССП на предприятии, а также обеспечивающих возможность отслеживания происхождения ингредиента, технологической операции или конечного продукта.</p> <p>Система документации должна включать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>информацию о продукте;</li> <li>информацию о технологии производственного процесса;</li> <li>рабочие листы ХАССП, отчеты о проведенном мониторинге.</li> </ul>  |

| Принцип   | Значение  |
|---|---|
| <p style="text-align: center;">Разработка процедур проверки разработанной системы</p> | <p>Проверка с целью контроля функционирования предприятия по системе НАССР. Работа системы по плану, и нет ли расхождения между процессами производства и документированием системы.</p> <p>Осуществляется проверка методами внутреннего и внешнего аудита по окончании работ по документированию и внедрению системы ХАССП на предприятии по прошествии определенного времени (оптимально 1 квартал), и затем с установленной периодичностью не реже одного раза в год или во внеплановом порядке при выявлении новых опасных факторов и рисков.</p> |

В промышленных предприятиях в соответствии с основными принципами НАССР (Таблица 20 – Основные принципы менеджмента качества системы НАССР) происходит разработка плана производственного контроля и учета качества и безопасности вырабатываемого продукта.

Проведение всестороннего анализа рисков и опасных факторов позволяет получить знания, требуемые для разработки эффективной комбинации мероприятий по управлению качеством готовой продукции.

Во время применения системы НАССР важно обеспечивать гибкость с учетом конкретного применения, а также характера всего производственного процесса.

## **2.7.2 Разработка плана НАССР для предприятий пищевой промышленности с учетом использования рН-метрии для установления критических пределов в критических контрольных точках**

Гигиенические условия производства продовольственных продуктов являются существенным фактором, определяющим безопасность и пригодность пищевых продуктов для последующего их применения.

Разработанная система НАССР направлена на выявление любых точек в деятельности производителя, где существует вероятность влияния на качество и безопасность конечного продукта.

Условия переработки, хранения и транспортировки должны в обязательном порядке предусматривать следующие области:

- а) сортировка поступившего сырья;
- б) гигиенически правильная утилизация забракованного сырья;
- в) защита пищевого сырья от загрязнения и постороннего вмешательства во время переработки, сортировки и транспортировки;
- г) защита от разложения и порчи путем соблюдения необходимых параметров температуры, влажности и др.;
- д) соблюдение параметров и норм хранения сырья и готовой продукции.

Контрольные и предотвращающие мероприятия, формируемые после определения критических контрольных точек, должны быть адекватными, своевременными и позволяющими получить всю необходимую информацию о состоянии подконтрольного объекта. Вопрос разработки и поиска методов исследования для критических контрольных точек является актуальным и требующим дальнейшего рассмотрения. Выбор метода исследования зависит целей его применения, анализируемого фактора риска и разрабатываемых корректирующих мероприятий.

В качестве ускоренного и надежного метода контроля можно предложить использование методики рН-метрии. Данный метод может быть реализован на любой стадии технологического процесса производства.

Контроль водородного показателя является информативным методом исследования, позволяющим оценивать качество сырья, полуфабриката или готового продукта напрямую с производственных стадий при одновременном отслеживании динамики изменения данного показателя.

Водородный показатель может служить индикатором развития биологических, физических и химических факторов рисков. рН-метрия в данном случае является комплексной методикой оценки качества и безопасности продукта.

Изменение рН при избыточном или недостаточном внесении химических растворов меняет функционально-технологические свойства мясного сырья, способность формировать продукт с определенными структурными и физиологическими свойствами – оценка химических факторов риска.

Физические опасные факторы (например, попадание термометров и других материалов) при попадании в сырье или готовый продукт могут менять его заданный состав и вызывать отклонения в значениях рН – оценка физических факторов риска.

Изменение кислотности продукта непосредственно влияет на жизнедеятельность микроорганизмов. Диапазон водородного показателя может определять развитие тех или иных микроорганизмов, приспособленных к конкретным значениям рН – оценка биологического фактора риска.

Изменение каких-либо из перечисленных качественных составляющих готового продукта приведет к потере потребительских свойств, и дополнительным экономическим издержкам. Система НАССР позволит рационально распределять финансовые затраты с максимальным сохранением доброкачественных характеристик выработанного продукта.

Таблица 21 – Анализ критических контрольных точек с учетом применения методики исследования водородного показателя (рН) для оценки рисков

| Производственный этап                          | Критическая контрольная точка                       | Критический фактор риска  | Метод контроля критического фактора риска  | Предупреждающие мероприятия   |
|--|---|---|--|---|
| Поступление сырья и вспомогательных материалов | Прием и проверка сырья и вспомогательного материала | Недоброкачественное сырье<br>Недоброкачественные вспомогательные материалы<br>Параметры окружающей среды<br>Загрязнение посторонними веществами | Документарный контроль<br>Физико-химический контроль – рН-метрия                                   | Предварительная оценка поставщика.<br>Подбор сырья и вспомогательных материалов в соответствии с производственными требованиями |
| Хранение сырья                                 | Соблюдение режимов хранения                         | Температурный режим<br>Влажностный режим<br>Освещенность<br>Санитарное состояние<br>Сроки хранения  | Инструментальный контроль<br>Микробиологический контроль<br>Физико-химический контроль – рН-метрия | Периодические санитарные обработки<br>Систематические контроль параметром хранения  |
| Хранение и подготовка вспомогательного сырья   | Условия хранения для каждого вида материала         | Температурно-влажностный режим<br>Уровень освещенности<br>Соблюдение товарного соседства  | Инструментальный контроль<br>Микробиологический контроль<br>Физико-химический контроль – рН-метрия | Систематические снятие показаний контролирующих режимы хранения приборов  |

| Производственный этап                            | Критическая контрольная точка   | Критический фактор риска   | Метод контроля критического фактора риска  | Предупреждающие мероприятия  |
|--|---|--|--|--|
| Хранение и подготовка вспомогательного сырья     | Механическая подготовка (просеивание, проведение через магнитные ловушки)<br>Физическая подготовка (приготовление растворов и смесей) | Наличие посторонних предметов и контаминирующих факторов<br>Наличие примесей и растворов посторонних ингредиентов<br>Обнаружение металлической стружки | Инструментальный контроль<br>Физико-химический контроль – рН-метрия                                | Контроль проведения процедуры механической обработки вспомогательных материалов<br>Соблюдение рецептуры приготовления растворов и смесей |
| Технологический процесс подготовки мясного сырья | Разделка и первичная обработка мясного сырья (обвалка, жиловка, разруб)   | Санитарное состояние условий технологического процесса<br>Температурный и влажностный режим помещения<br>Качественное состояние сырья                  | Инструментальный контроль<br>Микробиологический контроль<br>Физико-химический контроль – рН-метрия | Периодическая санитарная обработка помещения<br>Контроль качества и безопасности технологического сырья                                  |
|  | Температурная обработка (разморозка, охлаждение)  | Температурные режимы, соответствующие продукту<br>Санитарное состояние производственного помещения   | Инструментальный контроль<br>Физико-химический контроль – рН-метрия                                | Контроль температурного режима помещения<br>Контроль термического состояния сырья  |

| Производственный этап                                  | Критическая контрольная точка   | Критический фактор риска  | Метод контроля критического фактора риска  | Предупреждающие мероприятия   |
|--|---|---|--|---|
| Технологический процесс приготовления мясного продукта | Механическая обработка (измельчение)  | Физико-химические параметры сырья, подлежащего обработке  | Физико-химический контроль – рН-метрия   | Системная оценка доброкачественности сырья  |
|  | Приготовление смеси мясного сырья и вспомогательный ингредиентов (посол, приготовление фарша, подготовка начинки) | Технологические параметры сырья и вспомогательного материала<br>Производственные условия обработки<br>Технологическое и санитарное состояние оборудования | Инструментальный контроль<br>Микробиологический контроль<br>Физико-химический контроль – рН-метрия | Оценка работоспособности и технологического состояния оборудования<br>Квалификация персонала<br>Анализ параметров производственного цикла<br>Соблюдение рецептуры |
| Термическая обработка мясного продукта                 | Термическая обработка высокими температурами (варка, жарение, копчение, тушение)                                  | Соблюдение температурных границ<br>Соблюдение продолжительности температурной обработки<br>Состояние оборудования   | Инструментальный контроль<br>Физико-химический контроль – рН-метрия                                | Учет температурных показателей<br>Ведение документированного учета процедур   |

| Производственный этап                  | Критическая контрольная точка   | Критический фактор риска   | Метод контроля критического фактора риска  | Предупреждающие мероприятия   |
|--|---|--|--|---|
| Термическая обработка мясного продукта | Температурная обработка низкими температурами (охлаждение, заморозка)               | Режимы снижения температурных границ<br>Учет времени достижения заданного температурного параметра                           | Инструментальный контроль<br>Физико-химический контроль – рН-метрия  | Систематический контроль<br>Применение автоматизированных систем учета<br>Документирование  |
| Упаковывание выработанного продукта    | Выбор упаковочного материала<br>Метод упаковывания<br>Оборудование для упаковывания | Полимерные материалы (полипропилен, полиэтилен, полиолефин)<br>Газомодифицированная атмосфера: оборудование, газовый состав. | Документарный контроль<br>Физико-химический контроль – рН-метрия продукта<br>Документарный контроль<br>Оценка газовой смеси<br>Физико-химический контроль – рН-метрия продукта | Анализ использования выбранного упаковочного материала<br>Оценка технологического состояния используемого оборудования<br>Контроль влияния упаковочного материала на качество конечного продукта<br>Учет сроков хранения выработанной продукции |

| Производственный этап                        | Критическая контрольная точка                          | Критический фактор риска   | Метод контроля критического фактора риска  | Предупреждающие мероприятия   |
|--|--|--|--|---|
| Упаковывание выработанного продукта          |  | Термоусадочные упаковочные материалы: термическая обработка, плотность, вид                  | Документарный контроль<br>Термическая обработка<br>Физико-химический контроль – рН-метрия продукта | Анализ использования выбранного упаковочного материала<br>Оценка технологического состояния используемого оборудования<br>Контроль влияния упаковочного материала на качество конечного продукта<br>Учет сроков хранения выработанной продукции |
|  |  | Лотки из полимерных материалов: конструкция, вид материала                                   | Документарный контроль<br>Вид продукта<br>Физико-химический контроль – рН-метрия продукта          |   |
| Хранение и транспортировка готовой продукции | Состояние транспортного средства<br>Условия реализации | Температурно-влажностный режим<br>Сроки транспортировки и реализации<br>Утилизация продукции | Инструментальный контроль<br>Физико-химический контроль – рН-метрия                                | Документальный контроль параметров транспортировки и реализации   |

Разработка технологической схемы (Таблица 21 – Анализ критических контрольных точек с учетом применения методики исследования водородного показателя (рН) для оценки рисков) производственного процесса требует наличия эффективных и своевременных контролирующих методов и действий. рН-метрия позволяет строго определить контролируемый параметр и объем периодического контроля. Водородный показатель обеспечивает структурный подход к оценке вероятности появления опасного фактора (из четырех возможных вариантов) и анализу тяжести последствий использования продукта с опасным фактором.

Внедрение рН-метрии будет способствовать установлению строгих критических пределов, по значению которых на разных стадиях производственного цикла можно будет прогнозировать дальнейшую динамику, а также оценивать причинно-следственные связи в изменении физико-химических и микробиологических параметров продукта.

Исходя из зависимости значений водородного показателя от многочисленных параметров исследуемого объекта, контроль и предупреждение опасных факторов с помощью рН-метрии обеспечивают проведение оценки продукта с различных сторон технологического процесса.

Кроме того, рН-метрию можно применять не только для контроля качества и безопасности мясного сырья, но и для исследования вспомогательных материалов.

При анализе свойств мяса было доказано изменение уровня водородного показателя мясного продукта в зависимости от стадии созревания и биохимических процессов, протекающих под действием ферментативных систем.

В процессе экспериментальных исследований были получены данные, указывающие на зависимость водородного показателя от технологической обработки мясного сырья, что в свою очередь должно учитываться при установлении критических контрольных точек на производстве.

При изучении влияния упаковочного материала на качество и безопасность мясных продуктов была установлена корреляция между значением водородного показателя и видом упаковки продукта.

Исходя из значения и влияния характеристики водородного показателя на формирование структурных и качественных параметров конечного продукта метод рН-метрии может быть применен для оценки качества прохождения каждого технологического этапа производства (рисунок 22 – Пирамида контроля качества и безопасности продуктов на разных этапах производства с помощью метода рН-метрии).

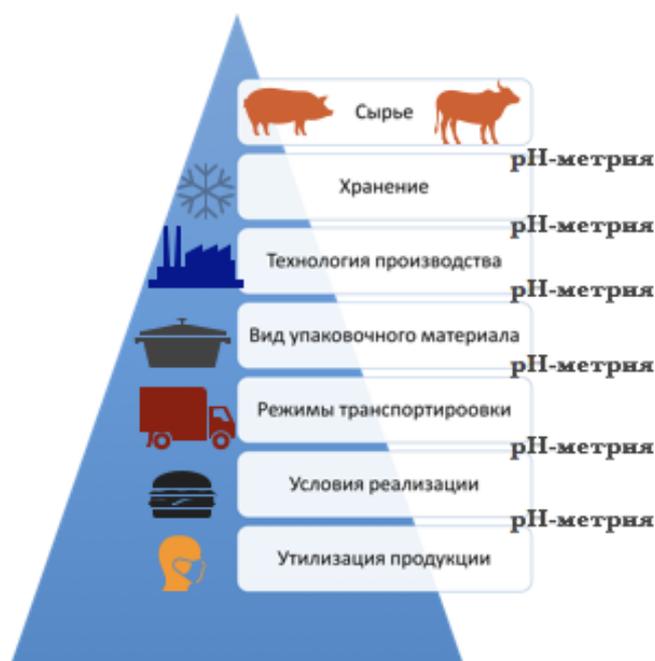


Рисунок 22 – Пирамида контроля качества и безопасности продуктов на разных этапах производства с помощью метода рН-метрии

Система мониторинга всего процесса производства с применением метода рН-метрии будет обеспечивать надлежащий контроль в критических контрольных точках с фиксацией точных регистрационных данных.

рН-метрия в качестве экспресс метода исследования качества сырья, технологического процесса и готового продукта позволит решать на производстве задачи, связанные с управлением качеством готовой продукции на предприятии, пониманием и управлением технологическими процессами в целом. Затраты и эксплуатационные расходы, связанные с внедрением

данного метода, окупаются достаточно быстро и зависят от требований производителей (технологические установки для рН-метрии, количество промежуточных измерений, вид обработки и систематизации данных). Производители могут использовать экспресс-методы на добровольной основе, что обеспечивает системный и более тщательный подход к выбору методики и ее внедрением в производственный процесс.

Технические требования:

1. Значительно сокращение времени исследований по сравнению с существующими методами анализа<sup>7</sup>
2. Увеличение чувствительности, точности и воспроизводимости результатов исследований.
3. Возможность обнаружения незначительных отклонений нормируемого показателя.
4. Возможность определения и идентификации широкого спектра параметром качества и безопасности исследуемого продукта.
5. Возможность автоматизировать исследования на базе оборудования с высокой производительностью.

Технологические требования;

1. Метод достаточно простой и доступный в использовании в различных условиях производства.
2. Затраты, связанные с внедрением новой методики, существенно не превышают текущих затрат и могут быть компенсированы за счет экономического эффекта от внедрения:
  - рН-метрия позволяет оперативно реагировать изменением технологических процессов;
  - осуществляется экономия средств за счет своевременного корректирования качества и безопасности продуктов;
  - улучшение качества выпускаемой продукции, в том числе, возможности оперативной оценки рецептуры;

- оптимизация затрат, связанных с поддержанием на должном уровне необходимых условий внешних факторов;

- снижение товарных остатков на складе с неаттестованной продукцией, надлежащий контроль качества с целью своевременного направления на утилизацию готовой продукции.

Измерение водородного показателя можно отнести к ускоренным методам оценки критических контрольных точек, который может быть совмещен с дополнительными более специфическими методами исследования.

### **2.7.3 Контроль биологической безопасности в системе менеджмента качества НАССР**

Предотвращение чрезвычайных ситуаций, связанных с безопасностью пищевых продуктов, напрямую связана с контролем биологических факторов риска, как наиболее распространенных опасных факторов производственного процесса.

Выбор микробиологических показателей для оценки качества конкретного пищевого продукта определяется следующими факторами:

- эпидемиологическая роль продукта при возникновении заболеваний, в том числе отравлений микробной этиологии;

- технологические режимы производства и хранения продуктов, способы подготовки к употреблению;

- эпидемиологическая уязвимость потребителя, для которого предназначен пищевой продукт.

Особенно важен строгий подход к нормативным показателям для готовых продуктов детского, лечебного и диетического питания, сырья и отдельных компонентов, использующихся для их изготовления.

При разработке микробиологических показателей для вырабатываемых пищевых продуктов обязательно следует учитывать результаты исследований остаточной микрофлоры готовых изделий, встречаемости

микроорганизмов в доброкачественных продуктах, возможности обеспечения нормативных показателей при существующих технологических режимах производства, скорости размножения микроорганизмов в продуктах в зависимости от доз заражения.

Основными условиями для составления нормативов является соблюдение санитарно-гигиенических норм, выполнение технологических режимов на производстве и обязательное соблюдение условий хранения, транспортирования и сроков реализации готового продукта. Утвержденные нормативы должны строго соблюдаться и документироваться согласно установленному плану НАССР.

При разработке нового продукта и оценке биологических факторов риска важно наличие эффективных способов контроля и мониторинга установленных характеристик. Данной требование направлено на гарантирование получения безопасного в ветеринарно-санитарном отношении готового продукта:

- контроль устранения или снижения нежелательных микроорганизмов или их токсинов до приемлемого уровня или эффективный учет их выживания и роста;

- установление критических пределов и системы мониторинга осуществления плана НАССР в производственных условиях;

- соблюдение условий внешней среды, необходимых для обеспечения безопасности и пригодности пищевых продуктов.

Контроль биологических опасных факторов включают ряд параметров:

- 1) контроль за температурно-временными условиями (надлежащий контроль заморозки и время хранения);

- 2) термическая обработка в течение адекватного времени и при адекватной температуре устраняет микроорганизмы или снижает их количество до приемлемого уровня;

- 3) охлаждение или заморозка;

4) ферментация и/или контроль рН (например, бактерии продуценты молочной кислоты ингибируют рост других микроорганизмов, не переносящих кислотных условий и не выдерживающих конкуренции);

5) добавление соли и других консервантов, которые при достаточном содержании могут сдерживать рост микроорганизмов;

6) сушка, при которой может использоваться достаточно тепла, чтобы инактивировать микроорганизмы или удалить достаточное количество воды из пищевого продукта, чтобы предотвратить рост определенных микроорганизмов, даже когда сушка проводится при низких температурах;

7) условия упаковки (вакуумная упаковка, например, может предотвратить рост аэробных микроорганизмов);

8) контроль сырья путем его приобретения у поставщиков, которые могут продемонстрировать соответствующий контроль качества ингредиентов;

9) очистка и санитарная обработка, которые могут снизить или полностью удалить микробное загрязнение;

10) гигиеническая практика может уменьшить уровень микробной контаминации.

При анализе перечисленных мероприятий, направленных на предупреждение распространения биологических факторов риска в условиях пищевого промышленного предприятий следует отметить важность определения благоприятных для размножения микроорганизмов условия и индикации конкретных бактерий. Для решения данных задач будут адекватными метод рН-метрии для оценки окружающих условий и использование микробиологических тест-систем с целью идентификации определенных видов микроорганизмов.

Таким образом, использовании рН-метрии в оценке факторов биологической опасности позволяет прогнозировать изменение микробиологической стабильности пищевых продуктов.

#### **2.7.4 IT – технологии и развитие автоматизированных программ в системе обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов**

Меркурий – это автоматизированная система, предназначенная для электронной сертификации поднадзорных госветнадзору грузов, отслеживания маршрута их перемещения по территории Российской Федерации. Система «Меркурий» зарегистрирована в качестве федеральной государственной информационной системы. Данная система разработана с целью создания единой информационной среды для ветеринарии, повышения биологической и пищевой безопасности страны. Система «Меркурий» реализована в виде веб-приложения. Работа осуществляется с помощью любого действующего браузера, например, Google Chrome, Mozilla Firefox, EDGE.

Система предназначена для использования сотрудниками:

- хозяйствующих субъектов (ХС);
- ветеринарных управлений субъектов РФ (ВУ);
- станций по борьбе с болезнями животных (СББЖ);
- центрального аппарата Россельхознадзора (ЦА);
- территориальных управлений Россельхознадзора (ТУ);
- складов временного хранения (СВХ);
- зон таможенного контроля (ЗТК).

Федеральная государственная информационная система «Меркурий» является одной из основных специализированных информационных систем, входящей в состав «Государственная информационная системы в сфере ветеринарии» Ветис.

Важное значение при использовании системы «Меркурий» имеет сбор и анализ данных о результатах контроля безопасности и качества. В таблице 22 «Сравнительный анализ использование системы «Меркурий» и информационной базы данных экспресс-методов исследования» представлен обзор особенностей функционирования системы «Меркурий» при создании информационной базы данных экспресс-методов исследования.

Таблица 22 – Сравнительный анализ использования системы «Меркурий» и информационной базы данных экспресс-методов исследования

| Система «Меркурий»   | Экспресс-методы исследования   |
|--|--|
| Сокращение времени на оформление ветеринарной сопроводительной документации за счет автоматизации данного процесса   | Сокращение времени на обработку и получение результатов исследования. Оптимизация проведения ветеринарно-санитарной оценки   |
| Автоматический учет поступившего и убывшего объема продукции   | Автоматический учет результатов. Контроль за изменением анализируемых параметров.  |
| Возможность отслеживания перемещения партии груза по территории Российской Федерации с учетом времени её дробления   | Возможность отслеживания результатов ветеринарно-санитарной экспертизы в процессе оборота продукции  |
| Снижение трудовых, материальных и финансовых затрат на оформление ВСД за счет замены защищенных бумажных бланков ВСД электронными версиями, минимизации человеческих ошибок, благодаря наличию готовых форм для ввода информации, а также проверки вводимых пользователем данных | Снижение материальных и трудовых затрат на дополнительные методы исследования и контроля. Разработка строгих диапазонов колебаний измеряемого показателя для конкретного продукта обеспечит целенаправленный контроль за качеством и безопасностью каждого поднадзорного товара. |
| Создание единой централизованной базы данных, чтобы все пользователи в любой момент времени имели доступ к актуальной информации для формирования отчетов, быстрого поиска и анализа информации  | Создание единой базы данных для сбора всей информации на каждом этапе оборота продукта с целью своевременного выявления причин отклонений, а также для получения необходимых сведений по технологическим и производственным требованиям  |

Между системами Ветис могут происходить интеграционные взаимодействия. Например, в результате интеграции системы «Меркурий» с действующими системами «Аргус» и «Веста» создается единая информационная среда в области ветеринарии и обеспечения пищевой безопасности.

Веста – это автоматизированная система, предназначенная для автоматизации процесса сбора, передачи и анализа информации, заключающейся в проведении лабораторного тестирования образцов поднадзорной госветнадзору продукции при исследованиях в области диагностики, пищевой безопасности, качества продовольственных товаров и кормов, качества и безопасности лекарственных препаратов для животных.

С помощью автоматизированной системы «Веста» осуществляется своевременный централизованный контроль за выполнением государственных программ, а также мониторинг безопасности пищевой продукции и эпизоотической ситуации.

Система предназначена для использования сотрудниками:

- ветеринарных лабораторий разных уровней;
- лабораторий ВСЭ;
- территориальных управлений;
- центрального аппарата Россельхознадзора;
- хозяйствующие субъекты.

К федеральной государственной информационной системе «Веста» подключены ветеринарные лаборатории различных форм собственности, из них, все федеральные государственные учреждения, подведомственные РСХН (ветеринарные лаборатории, референтные центры, научно-исследовательские институты); государственные ветеринарные лаборатории, подведомственные органам управления ветеринарией субъектов Российской Федерации; научно-исследовательские институты; ветеринарные лаборатории государственной ветеринарной службы других государств.

Внедрение экспресс-методов контроля позволит оптимизировать работу по исследовательской деятельности соответствующих учреждений. В таблице 23 «Сравнительный анализ использование системы «Веста» и информационной базы данных экспресс-методов исследования» представлены данные по анализу внедрения базы результатов экспресс-методов исследования в информационную систему «Веста».

Таблица 23 – Сравнительный анализ использование системы «Веста» и информационной базы данных экспресс-методов исследования

| Система «Веста»  | Экспресс-методы исследования  |
|--|---|
| Создание информационно-аналитического комплекса, обслуживающего сеть ветеринарных лабораторий в Российской Федерации   | Создание информационного ресурса для анализа поступающих данных при ветеринарно-санитарной экспертизе подконтрольной продукции  |
| Создание единой централизованной базы данных результатов лабораторных исследований поднадзорной продукции с возможностью доступа в любой момент времени к актуальной информации для формирования отчетов, быстрого поиска и анализа информации | Интеграция информационных систем с анализирующими качество продуктов экспресс-методами позволит сформировать комплексный подход к ветеринарно-санитарной оценке груза компетентными специалистами |
| Сокращение времени на оформление лабораторной отчетности   | Сокращение продолжительности и перечня требуемых исследований   |
| Учет всех стадий проведения исследований   | Учет всех стадий переработки, транспортировки, хранения и реализации товара   |
| Сокращение трудовых, материальных и финансовых затрат на оформление документации, минимизации человеческих ошибок, благодаря наличию готовых форм для ввода информации, проверки вводимых пользователем данных                                 | Строгая упорядоченность процедуры исследования минимизирует появление ошибок, а также определяет правильную интерпретацию результатов испытаний   |

ГИС ЛВСЭ Санкт-Петербург – это автоматизированная система, предназначенная для учета и контроля деятельности лабораторий ветеринарно-санитарной экспертизы на продовольственных рынках Санкт-Петербурга, с целью обеспечения биологической безопасности и повышения качества реализуемых продовольственных товаров, а также своевременной регистрации поставщиков и предпринимателей, реализующих продовольственную продукцию. Функционирование системы отражено в таблице 24 «Сравнительный анализ системы ЛВСЭ Санкт-Петербург и информационной базы данных экспресс-методов исследования».

Система предназначена для использования сотрудниками:

- лабораторий ветеринарно-санитарной экспертизы на продовольственных рынках города Санкт-Петербурга (ЛВСЭ);
- контролирующих ветеринарных органов.

Таблица 24 – Сравнительный анализ системы ЛВСЭ Санкт-Петербург и информационной базы данных экспресс-методов исследования

| Система ЛВСЭ Санкт-Петербург   | Экспресс-методы исследования   |
|--|--|
| Создание единой базы данных о деятельности ветеринарных лабораторий на продовольственных рынках  | Создание системы анализа и контроля качества реализуемой продукции на продовольственном рынке  |
| Снижение трудовых, материальных и финансовых затрат на оформление документации, появление их электронных версий, снижение риска влияния человеческого фактора                              | Снижение трудовых и материальных расходов, связанных с применением дорогостоящей материальной и технической базы, а также с проведением дополнительных испытаний                             |
| Формирование единой информационной базы данных, содержащих всю актуальную информацию для составления отчетов, анализа информации о деятельности реализующих на рынке продукцию предприятий | Экспресс-методы позволяют осуществлять надлежащий контроль, а интеграция с информационной системой является оптимальным источником получения необходимых сведений для контролирующих органов |
| Своевременный учет всех этапов поступления, контроля, реализации и утилизации продукции  | Реализация экспресс-методов контроля может проводиться на каждом этапе оценки реализуемых продуктов и проверки поставщиков   |

Внедрение IT-технологий в ветеринарии и их согласование с мероприятиями по выращиванию сельскохозяйственных животных, операциями по переработке сырья животного происхождения, процедурами контроля качества и безопасности выработанной продукции и системой реализации продовольственных товаров обеспечит максимальную прослеживаемость и будет способствовать развитию импортозамещения и продовольственной независимости страны.

## ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Проведенные исследования и экспериментальные данные позволили провести оценку современных методов анализа качества и безопасности пищевых продуктов животного происхождения, а также способствовали изучению и разработке экспресс методов контроля с учетом требований информационных технологических систем.

Использование тест – систем в микробиологическом контроле пищевой продукции позволяет в кратчайшие сроки определить на основании результатов исследуемой пробы качество всей партии продукции и не допустить её дальнейшую реализацию в случае выявления патогенных микроорганизмов пищевых токсикоинфекций.

В процессе исследования установили, что отечественные тест – системы в лабораторных исследованиях пищевых продуктов не используются из-за более длительной и трудоемкой подготовки проб. Но по чувствительности и точности исследования отечественная тест – система «РАПИД-ЭНТЕРО – 200» не уступает зарубежным тест – системам [1, 2].

Проведенные исследования анализа зависимости выявления патогенных микроорганизмов – *Listeria monocytogenes*, от времени, затрачиваемого на исследование, степень достоверности исследования позволяют предложить удобный и доступный экспресс-метод микробиологического исследования пищевых продуктов в условиях мясоперерабатывающих предприятий в системе самоконтроля качества и безопасности пищевых продуктов на основе анализа рисков и критических контрольных точек - системы НАССР [90, 92].

Микробиологические тест-системы представлены широким диапазоном возможностей в зависимости от потребностей, связанных с условиями, методиками и параметрами контроля. Из отечественных тест-систем можно выделить:

- тест-система «РАПИД-ЭНТЕРО – 200» (НИИЭМ имени Пастера, г. Санкт-Петербург) – отечественная тест-система, предназначенная для

выделения и последующей идентификации микроорганизмов семейства Enterobacteriaceae;

- биохимическая тест-система для идентификации и дифференциации энтеробактерий «ДС-ДИФ-ЭНТЕРО-24» (НПО Диагностические Системы, Н. Новгород) предназначена для фенотипической идентификации микроорганизмов семейства Enterobacteriaceae в течение 24 часов по 24-м биохимическим признакам;

- микро тест-система для биохимической идентификации энтеробактерий («МТС-М-12Е») производства НПО «Питательные среды» (г. Махачкала).

Отечественные разработки по механизму действия и учета результата аналогичны зарубежным тест-системам, таким как:

- «API 20E» (bioMérieux, Франция). Набор «API 20E» предназначен для идентификации бактерий семейства Enterobacteriaceae и других нетребовательных к питательным веществам грамотрицательных палочек по 20 признакам;

- «API Listeria» тест-система биохимической идентификации для определения ферментативных свойств *Listeria monocytogenes*.

Тест-системы отечественного производства можно применять в различных условиях проведения анализа с учетом комплектации, подходящей для конкретного исследования каждой пробы, группы выделяемых микроорганизмов, а также требуемой степени точности получаемых результатов.

Анализ нормативной документации и актуализированных международных стандартов микробиологических исследований пищевых продуктов продемонстрировал возможность включения в систему лабораторных микробиологических исследований экспресс тест-системы, которые позволяют сократить длительность исследования каждой пробы пищевого продукта, повысить точность анализа за счет увеличенного спектра биохимических тестов и обеспечить объективный результат с помощью

специализированной базы данных, характерной для определенной тест-системы.

При исследованиях мясного сырья следует учитывать, что значительные изменения рН и автолиз – созревание, сложные биохимические процессы под влиянием ферментов самого мяса, которые происходят в остывшем и охлажденном мясе. Контроль за содержанием и динамикой рН охлажденного мяса имеет большое значение в ветеринарно-санитарной экспертизе безопасности и санитарной оценке, для технологической обработки и использовании мяса.

Поэтому одним из основных показателей качества мяса является рН, поскольку концентрация водородных ионов в мясе зависит от содержания гликогена в мышцах в момент убоя и, следовательно, является производной физиологического состояния животных перед убоем, а также отражает течение послеубойных процессов в тушах [201].

Содержание молочной кислоты и величина рН - важные показатели, характеризующие качество мяса, в значительной степени определяющие его свойства - стойкость при хранении и ряд физико-химических показателей, обуславливающих технологические и потребительские свойства продукта: способность к влагосвязыванию, уровень потерь воды при тепловой обработке, количество мясного сока, выделяющегося при размораживании, и др.

С рН мяса тесно связаны цвет, влагоудерживающая способность, нежность, сочность, потери при тепловой обработке, сохранность, бактериальная обсемененность и другие качественные показатели мяса.

В условиях современного промышленного производства свинины часто наблюдаются отклонения в качественном состоянии мяса [171, 175].

С повышенным значением рН мясо разлагается быстрее, поскольку он определяет состав микрофлоры. Повышенный уровень рН вызывает изменение вкуса и быстро приводит к появлению плохого запаха. Происходит разрушение морфологического строения мышечного волокна.

Проведенные исследования показали, что на изменения водородного показателя влияют различные виды обработки мясного сырья, такие как посол и упаковка в модифицированную газовую среду. Данные значения можно использовать для исследования продуктов с целью оценки безопасности и качества.

При исследовании водородного показателя мясного сырья, обработанного посолочной смесью, было выявлено значительное увеличение данного показателя относительно мяса, не подвергавшегося каким-либо видам технологической обработки, и превышение нормируемых значений. Данное отклонение характеризовалось смещением в щелочную сторону.

Оценка мясного сырья, подвергнутого технологической обработке, связанной с воздействием на продукт посолочной смеси, в условиях производства может осуществляться с помощью анализа водородного показателя. Данная методика может быть внедрена на любом этапе промышленного производства и способна обеспечивать своевременный контроль качества и безопасности вырабатываемой продукции. Анализ изменения водородного показателя мясного сырья продемонстрировал возможность использования данной характеристики для контроля качества продукции на производстве в процессе хранения с целью обеспечения требуемых значение уже готового продукта, так как использование сырья с ненадлежащими физико-химическими показателями приведет к выработке некачественного готового продукта.

Посол мясного сырья применяют широко используют для приготовления различных видов полуфабрикатов и готовых продуктов. Высокое значение исследуемого показателя может определяться стремлением производителя повысить рН с целью увеличение влагосвязывающей способности мясного сырья. На производстве для сдвига рН мяса на 0,2—0,4 во время измельчения только что посоленного мяса добавляют 0,2—0,3% бикарбоната натрия, благодаря чему в результате увеличивается набухание мяса, его адгезия и влагоудержание.

При анализе изменения водородного показателя мяса в посолочной смеси в процессе хранения отмечалось дальнейшее смещение рН в щелочную сторону, что означает создание более благоприятных условий, особенно с учетом высокого уровня содержания влаги, для развития микроорганизмов порчи.

Измерение водородного показателя в условиях производства является оптимальным методом учета степени технологической обработки и выявления продукции с показателями качества не соответствующими установленным параметрам.

Развитие производства упаковочных материалов создает необходимость проведения контроля, основанного на определении степени воздействия упаковки на продукт. Компоненты упаковочных материалов должны не столько сохранять заявленные производителем качества реализуемой продукции, но и не оказывать дополнительные нежелательного воздействия (накопления составных веществ упаковки в продукте, воздействие на организм и провоцирование отдаленных нежелательных последствий для потребителя).

В ходе проведенного исследования свинины, упакованной в модифицированную газовую среду, было выявлено, что водородный показатель мясного продукта оказался выше нормы, был смещен в щелочную сторону. Это может быть связано с воздействием компонентов газовой смеси упаковки. Отличия водородного показателя между поверхностными и глубокими частями мяса были незначительными, что может свидетельствовать о проникновении газовой среды в толщу продукта и относительно равномерном распределении компонентов смеси по всему объему пробы мяса.

В результате анализа зависимости обработки продукта газовой средой и значением водородного показателя было выявлено отклонение уровня рН в щелочную сторону, выше нормируемых показателей, при этом органолептические характеристики продукта были удовлетворительными и

не имели отклонений от нормируемых значений. Таким образом, можно предположить, что выявление в процессе исследования мясных продуктов со стандартными органолептическими показателями отклонений в щелочную сторону уровня рН может свидетельствовать о проведении дополнительной обработки сырья модифицированными газовыми средами. Изменению реакции в щелочную сторону в таких продуктах может быть, прежде всего, связаны с наличием в составе модифицированной газовой среды значительной доли углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ), который и приводит к смещению водородного показателя. Измерение данного показателя (рН) может являться экономически эффективным экспресс методом оценки безопасности и качества мясных продуктов.

Следует отметить, что чем ниже рН продукта, тем меньше газовая среда влияет на срок хранения. Это происходит из-за того, что уменьшение рН замедляет рост микробов. Считаем, что в этом случае, фактором, ограничивающим срок реализации, является не рост бактерий, а химические реакции, такие как окисление, изменение цвета продукта, поскольку упаковочная пленка соприкасается с влажной поверхностью продукта.

Наблюдаемое отклонение водородного показателя мясного продукта, упакованного в модифицированную газовую атмосферу, может способствовать при нарушении целостности или вскрытии защитной оболочки нарушению микробиологической стабильности и развитию неблагоприятных признаков, связанных с изменением органолептических свойств, микробиологических показателей, физико-химических показателей.

Мониторинг изменения рН в процессе хранения продукта после вскрытия газовой упаковки показал достаточно активное повышение уровня водородного показателя. Данное наблюдение свидетельствует о необходимости тщательного контроля сроков годности продукта после вскрытия газовой упаковки.

В качестве альтернативы применения модифицированных газовых смесей можно выделить технологию SSL инновационные пленочные

материалы (ТНМ-Р, ТНМ-Т), которые разработаны специально для использования в мясо-, птице- и рыбоперерабатывающих отраслях пищевой промышленности. Технология данных пленочных материалов основана на термоусадке и защите продукта в течение не только всего срока хранения, но термической обработки, предотвращая его потери в массе. Технология обеспечивает достаточное усилие обтягивания и создает эффект "второй кожи" продуктов.

Основные отличительные характеристики указанных инновационных пленочных материалов заключаются в следующем:

- высокая прочность - обеспечивают высокую прочность на прокол и снижение случаев протекания продуктов при применении для поверхностной пастеризации и продолжительной варки пищевых продуктов при низкой температуре (ниже 85 °С);

- возможность термической обработки продукта непосредственно в упаковочном материале;

- снижение потерь веса продукта при варке - применение пакетов ТНМ позволяет снизить до минимума потерю веса продукции в течение время варки при соблюдении необходимых условий;

- защита и презентация – пленочные термоусадочные материалы обеспечивают защиту продукции на протяжении всего процесса пастеризации или варки, хранения, транспортировки и реализации и при необходимости демонстрирует все ее качество потребителю;

- биобезопасность продукта - использование нового поколения материалов и технологий позволяет использовать меньший объем материалов, таким образом снижая количество упаковочных отходов. Пакеты ТНМ изготовлены из не содержащих хлор материалов.

Технология упаковки SSL позволяет в процессе производства достичь следующих качественных параметров:

- улучшить внешний вид изделия, поскольку упаковка остается плотной на протяжении всего срока хранения;

- уменьшить количество выделяемой жидкости, так как кровь и сок удерживаются в мясе;

- значительно увеличить сроки хранения продукции.

Методика определения показателя рН является доступной, простой, надежной, информативной о безопасности продукта и санитарной оценке технологической переработки, а главное экономически эффективной. Данный метод может быть внедрён в любые условия и легко встроен в технологических процесс на предприятии.

Следует отметить, критерии водородного показателя могут быть внедрены в информационные системы учета качества и прослеживаемости продукции.

Оптимизация процедуры оценки качества мяса и мясопродуктов, а также выявления обработанной продукции с помощью внедрения процедуры оценки рН по соответствующим критериям сделает работу по ветеринарно-санитарной экспертизе более экономически эффективной и позволит сохранять и контролировать качество как сырьевой, так и готовой продукции.

Внедрение отечественных экспресс тест-систем на этапе лабораторного контроля, включение метода оценки водородного показателя в условиях промышленного производства обеспечат объективный и качественный контроль сырьевой базы и готовой продукции, а также будут способствовать развитию отечественной конкурентно способной пищевой промышленности и системы контроля.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Поиск новых экономически эффективных методов исследования безопасности и качества пищевых продуктов для использования в животноводстве и птицеводстве, перерабатывающей промышленности является приоритетным направлением развития ветеринарной науки.

При производстве и контроле качества мясных продуктов следует учитывать критические контрольные точки, установленные на предприятии системой НАССР. Определяются различные критические контрольные точки: приемка продукции, замораживание, посол, упаковка, хранение сырья и готовой продукции и другие. Факторы, влияющие на качество сырья и готовой продукции, прежде всего воздействуют на изменение физико-химических и микробиологических показателей, от которых зависит дальнейшее изменение органолептических характеристик продукции.

Метод измерения водородного показателя и микробиологический контроль с помощью экспресс тест-систем можно отнести к экспресс методам контроля параметров критических контрольных точек.

По результатам исследования было установлено, что оценка рН является доступным и объективным способом контроля физико-химических параметров для последующего анализ причин выявленных несоответствий, который служит сигналом для анализа конкретного этапа производства, на котором установлено отклонение нормируемого диапазона показателя.

Одними из важнейших наиболее распространенных опасных факторов при производстве мясной продукции являются микробные контаминации, которые могут быть связаны с некачественным сырьем, персоналом, нарушением санитарных условий производства, хранения, транспортировки.

Проведенные исследования являются научным обоснованием использования исследования пищевого сырья и готовой продукции с помощью тест-систем. По результатам проведенных сравнительных экспериментов тест-системы могут считаться ускоренными экспресс методами контроля микробиологической загрязненности.

Развитие импортозамещения как в промышленном производстве продовольственных товаров, так и в методах контроля безопасности и качества пищевого сырья и готовой продукции позволит автономно обеспечивать продовольственную безопасность населения и выработку высококачественной отечественной продукции.

На основании проведенных комплексных исследований ветеринарно-санитарной экспертизы и современных методов контроля безопасности и качества пищевых продуктов были получены результаты, которые позволили сделать следующие выводы и предложения для практики.

### **ВЫВОДЫ**

1. Использование тест – систем: Rapid 20E, Api Listeria (Франция) и «РАПИД-ЭНТЕРО – 200» (Россия), в микробиологическом контроле пищевой продукции позволяет в кратчайшие сроки (2-3 часа) определить на основании результатов исследуемой пробы качество всей партии продукции и не допустить её дальнейшую реализацию в случае выявления патогенных микроорганизмов пищевых токсикоинфекций – *Listeria monocytogenes*, микробов семейства Enterobacteriaceae.

2. Отечественная тест – система «РАПИД-ЭНТЕРО – 200» по чувствительности и точности исследования в микробиологическом контроле пищевой продукции не уступает зарубежным тест - системам. Особенностью данной системы при микробиологическом исследовании является более тщательная подготовка колоний 1,5 час. (мясо и мясопродукты), 2,0 час. (рыба и рыбопродукты); исследование только грамотрицательные, оксидазонегативные, ферментирующие глюкозу бактерии.

3. Проведенные исследования анализа зависимости выявления патогенных микроорганизмов – *Listeria monocytogenes*, от времени, затрачиваемого на исследование: свинина и мясопродукты – 4 час., говядина и мясопродукты – 5 час., мясо птицы – 8 час., рыба и рыбопродукты – 15 час., степень достоверности исследования (99,5-100%), позволяют предложить удобный и доступный экспресс-метод микробиологического исследования

пищевых продуктов как в лабораторных, так и в условиях мясоперерабатывающих предприятий в системе самоконтроля качества и безопасности пищевых продуктов на основе анализа рисков и критических контрольных точек в системе НАССР.

4. Использование экспресс методики систем: «РАПИД-ЭНТЕРО - 200» (Россия), Rapid 20E, Api Listeria (Франция) позволяет получить результат через 18-24 часа без дополнительных пересевов бактериальных культур и использования вспомогательного оборудования и материалов - сокращают продолжительность исследования на этапе подтверждения на 20 часов, на стадии идентификации в среднем на 23 часа.

Данный анализ с использованием тест-систем может быть реализован как в лабораторной среде, так и в производственных условиях. Обнаружение и идентификация микроорганизмов рода *Listeria* с помощью микробиологических тестовых биохимических стрипов в условиях производства необходимо внедрять в производственную систему НАССР.

5. Изучение продолжительности исследования микроорганизмов рода *Salmonella* установило максимальную разницу на этапе пересевов и идентификации 21 и 24 часа соответственно; на этапе подтверждения выделенных колоний микроорганизмов на 17 часов, стадия идентификации характеризовалась уменьшением продолжительности исследования в среднем на 24 часа.

Применение тест-систем в 4 стадию микробиологического исследования – подтверждение выделенных колоний, способствует сокращению продолжительности исследования на этапе подтверждения выделенных колоний минимум на 3 часа, на этапе идентификации микроорганизмов более чем на 24 часа.

6. Методика определения показателя водородных ионов (рН) является доступной, простой, надежной, экономически эффективной для выявления мяса и мясных продуктов в посолочной смеси и обработанных газовыми (модифицированными) смесями. Данный метод может быть легко внедрён в

любые условия технологических процессов на мясоперерабатывающем предприятии, при хранении, транспортировании и реализации мяса и мясных продуктов.

- В процессе хранения свинины в посолочной смеси отмечалось повышение уровня водородного показателя на третьи сутки исследования (четвертые сутки с момента производства) с сохранением постоянной динамики роста в течении 4-х суток мониторинга исследуемых образцов продукта: среднее значение водородного показателя в начале исследования - 5,78 единиц, в течение первых двух дней колебания рН незначительное (0,02); на третьи сутки водородный показатель увеличился на 0,29; на четвертые сутки вырос на 0,13 единиц.

- водородный показатель (рН) в пробах свинины на кости, упакованной в газомодифицированную среду, как с поверхностной части, так и глубоких слоев (в толще продукта), был значительно выше, требований нормируемых величин – на 0,58 и 0,66 соответственно.

- рН мяса, извлеченного из газомодифицированной среды и хранившегося в течение двух суток в условиях холодильника, было смещено в щелочную сторону  $pH=7,08\pm 0,05$  при нормируемом  $pH=5,6...6,2$  в соответствии с требованиями нормативно-технических документов. В первые сутки уровень рН повысился на 0,02 единицы, на вторые сутки на 0,03, на третьи сутки на 0,02 единицы. Общее увеличение рН в щелочную сторону в течение четырех суток хранения составило 0,07 единицы.

При повышении уровня водородного показателя мяса, извлеченного из газомодифицированной среды, отмечалось увеличение интенсивности окрашивания мышечной ткани - прямая корреляция с показателем кислотности, при этом органолептических и физико-химических показателей, характерных для недоброкачественного сырья обнаружено не было.

Оптимизация процедуры оценки качества мяса и мясопродуктов, а также выявления обработанной продукции с помощью внедрения процедуры оценки рН по соответствующим критериям делает работу по ветеринарно-

санитарной экспертизе более экономически эффективной и позволяет сохранять и контролировать безопасность и качество продуктов.

### **ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПРАКТИКИ**

1. При проведении ветеринарно-санитарной экспертизы для контроля микробиологической безопасности пищевых продуктов, рекомендовано внедрять экспресс тест-систем «РАПИД-ЭНТЕРО – 200» (Россия), Rapid 20E, Api Listeria (Франция), используя методические рекомендации «Основы организации и устройства микробиологической лаборатории» (утв. Методическим Советом СПбГАВМ 16.12.2016 г., протокол №12).

2. Учебно-методическое пособие: «Ветеринарно-санитарная экспертиза и современные методы контроля безопасности и качества пищевых продуктов» (утв. Методическим Советом СПбГАВМ 01.06.2017 г., протокол №7) внедрены и используются в учебном процессе для студентов факультетов ветеринарной медицины и ветеринарно-санитарной экспертизы, на факультете повышения квалификации и переподготовке ветеринарных врачей ФГОУ ВО СПбГАВМ, а также в производственных лабораториях мясоперерабатывающих предприятий, ГЛВСЭ на продовольственных рынках Санкт-Петербурга, Санкт-Петербургской государственной ветеринарной лаборатории при проведении контрольно-надзорных функций безопасности и качества мяса и мясопродуктов, рыбы и рыбопродуктов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреенков, В. А. Современные технологии мясных изделий/ В. А. Андреенков, Л. В. Алехина, Е. В. Мансветова //Мясная индустрия.-2014.-№9.- С.12-16.
2. Антипов, С.Т. Инновационное развитие техники пищевых технологий / С.Т. Антипов. – М.: «Лань», 2016. – 660 с.
3. Антипова, Л. В. Методы исследования мяса и мясных продуктов/Л. В. Антипова, И. А. Глотова, И. А. Рогов. - М.: Колос, 2001. – 376 с.
4. Артемьева, С. А. Микробиологический контроль мяса животных, птицы, яиц и продуктов их переработки/ С. А.Артемьева, А. И. Дмитриев, В. В. Дорутина. – М.: Колос, 2006. – 65 с.
5. Базарбаев, С. Б. Сравнительная оценка методов выявления бактерий группы кишечных палочек и *E. coli* в мясе птицы/ С. Б. Базарбаев, Г. В. Ляпохов, В. И. Белоусов//Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. –2016.- №1.-С. 23-28.
6. Батаева, Д. С. Идентификация микробиологических рисков контаминации туш крупного рогатого скота и свиней патогенными микроорганизмами при убойе и переработке/ Д. С. Батаева, Ю. К. Юшина, Е. В. Зайко // Все о мясе.-2016.- №2.-С.34-41.
7. Батаева, Д.С. Практическое применение научных разработок для контроля безопасности мяса и мясной продукции/ Д.С. Батаева, Ю.К. Юшина, О.В. Соколова, Е.В. Зайко //Все о мясе.-2017.-№3.-С.3-5.
8. Белова, А.А. Вторичная упаковка/ А.А. Белова //Мясная индустрия.-2014.- №5.-С.43-45.
9. Белозеров, Г.А. Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств/ Г.А. Белозеров //Актуальные проблемы современной науки. -2012. - № 2.- С. 193-200.
10. Белоусова, Е.В. Перспективы развития стандартизации в мясной промышленности/ Е.В. Белоусова, З.А. Юрчак, Т.Н. Лисина //Все о мясе.-2015.- №5.-С.8-11.
11. Белоусова, Е.В. Стандартизация методов исследований в мясной отрасли/ Е.В. Белоусова, З.А. Юрчак, Н.В. Маслова, Т.В. Терещенко //Мясная индустрия.- 2016.-№11.-С.18-21.
12. Блэкберн, К. де В. Микробиологическая порча пищевых продуктов/К. де В. Блэкберн. - СПб.: Профессия, 2008. - 781 с.
13. Богатырева, Т.Г. Технологии пищевых продуктов с длительными сроками хранения/Т.Г. Богатырева, Н.В. Лабутина. - СПб.: ИД "Профессия", 2013. - 176 с.
14. Боровков, М.Ф. Ветеринарно-санитарная экспертиза с основами технологии стандартизации продуктов животноводства / М.Ф. Боровков В.П., Фролов, С. А. Серко. – СПб.: Лань, 2010. – 480с.
15. Бочкарева, К.П. Ветеринарно-санитарная экспертиза мяса в условиях ЛВСЭ рынка/ К.П. Бочкарева // Молодежь и наука.- 2017.- № 4.1.- С.23.
16. Брезе, О.Э. Проектирование новой мясной продукции высокого качества в соответствии с потребительскими предпочтениями/ О.Э. Брезе, О.М. Мышалова,

О.А. Дорогайкина, В.В. Киреев //Техника и технология пищевых производств.- 2014.-№4.-С.133-140.

17. Булдаков, А.С. Пищевые добавки. Справочник/А.С. Булдаков. - М.: ДеЛи принт, 2003. - 436 с.

18. Бутко, М. П. Научные исследования и практические предложения по обеспечению ветеринарно-санитарного благополучия на госгранице, транспорте и мясоперерабатывающих предприятиях/ М. П. Бутко //Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. –2015.-№1(13).-С.39-48.

19. Бутко, М.П. Руководство по ветеринарно-санитарной экспертизе и гигиене производства мяса и мясных продуктов/ М.П. Бутко, Ю.Г.Костенко. – М.: РИФ Антиква, 1994. - 609 с.

20. Быков, Г. Т. Результаты государственного мониторинга безопасности продуктов животного происхождения и кормов за 2015 г/ Г. Т. Быков, В. И. Белоусов, М. В. Оськина, С. Б. Базарбаев //Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. –2016.-№2.-С. 11-23.

21. Васильева М. А. Современные методы контроля безопасности и качества пищевых продуктов / В.Г. Урбан, М.А. Васильева // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. - 2015. - № 4. - С. 133-135.

22. Васильева М. А. Специи как причина микробной обсемененности мясных изделий / М. А. Васильева //Материалы международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны». – 2014. – СПб.: СПбГАВМ. – С.17-18.

23. Васильева М.А. Инновационные подходы при оценке биологической безопасности пищевых продуктов / В.Г. Урбан, М.А. Васильева // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. - 2019. - № 1. - С. 229-232.

24. Васильева М.А. Инновационные подходы при оценке биологической безопасности пищевых продуктов / В.Г. Урбан, М.А. Васильева // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. - 2019. - № 1. - С. 229-232.

25. Васильева М.А. Основы организации и устройства микробиологической лаборатории / М.А. Васильева // СПб: СПбГАВМ. - 2016. - 24 с.

26. Васильева М.А. Современные методы контроля безопасности и качества пищевых продуктов / В.Г. Урбан, М.А. Васильева // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. - 2015. - № 3. - С. 133-135.

27. Винникова, Л.Г. Технология мяса и мясных продуктов/ Л.Г. Винникова. – Киев: Фирма «ИНКОС», 2006. – 600 с.

28. Витол, И. С. Безопасность продовольственного сырья и продуктов питания / И. С. Витол, А. В. Коваленок, А. П. Нечаев. - М.: ДеЛи, 2010. - 352с.

29. Гамаюрова, В. С. Пищевая химия. Липиды/ В. С. Гамаюрова. – Казань: Издательство: КГТУ, 2010.-140 с.

30. Годова, Г.В. Основы санитарной микробиологии пищевых продуктов. Учебное пособие / Годова Г. В. – М.: Издательство РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2012. – 51 с.

31. Горбунова, Н.А. Влияние способов и условий упаковки мяса на его качество и длительность хранения/ Н.А. Горбунова //Все о мясе.-2012.-№5.-С.56-58.
32. Горбунова, Н.А. Влияние холодильной обработки на качество и безопасность сырья/ Н.А. Горбунова //Все о мясе.-2013.-№3.-С.44-46.
33. Горбунова, Н.А. Мировые инновационные тенденции снижения содержания поваренной соли в мясных продуктах. (Обзор по материалам иностранных научно-исследовательских работ)/ Н.А. Горбунова, Е.К. Туниева //Все о мясе.-2014.-№5.-С.40-46.
34. Горбунова, Н.А. Технологии сохранения свежего мяса/ Н.А. Горбунова //Все о мясе.-2012.-№2.-С.44-46.
35. Горошко, Г.П. Рекомендации по оценке стабильности и адекватности свойств, изготовленных мясопродуктов/ Г.П. Горошко//Все о мясе.-2012.-№2.-С.22-24.
36. Госманов, Р. Г. Санитарная микробиология пищевых продуктов: Учебное пособие/Р. Г. Госманов, Н. М. Кольчев, Г. Ф. Кабиров, А. К. Галлиулин. – СПб. : Лань, 2015. – 560 с.
37. ГОСТ 31470-2012. Мясо птицы, субпродукты и полуфабрикаты из мяса птицы. Методы органолептических и физико-химических исследований.
38. ГОСТ 7269-79 Мясо. Методы отбора образцов и органолептические методы определения свежести.
39. ГОСТ Р 51447-99 (ИСО 3100-1-91) Мясо и мясные продукты. Методы отбора проб – для мяса птицы.
40. ГОСТ Р 51447-99 Мясо и мясные продукты. Методы отбора проб.
41. ГОСТ Р 51478-99 (ИСО 2917-74) Мясо и мясные продукты. Контрольный метод определения концентрации водородных ионов (рН).
42. Гринь, С.А. Эволюция микроорганизмов/ С.А. Гринь //Ветеринария и кормление.-2017.-№3.-С.33.
43. Гуненкова, Н.К. Научные разработки методов контроля качества и безопасности продуктов животного происхождения, сырья и кормов/ Н.К. Гуненкова, М.П. Бутко //Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. –2012.-№1(7).-С. 107-109.
44. Данкверт, С. А. Ветеринарный надзор и обеспечение продовольственной и пищевой безопасности России/ С. А. Данкверт //Ветеринария. – 2008. – № 6. – С. 3–8.
45. Денисова, Е.А. Система ХАССП как одно из приоритетных направлений в обеспечении безопасности продукции животного происхождения/ Е.А. Денисова, Г.Г. Ганович, В.В. Светличкин //Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. –2013.-№2(10).-С. 8-12.
46. Денисова, Е. А. Ускоренные методы контроля токсичных и вредных веществ в сырье и продуктах животного происхождения / Е. А. Денисова, В. С. Бабунова, В. В. Светличкин // Ветеринария и кормление. - 2014. - № 3. - С. 26-27.
47. Долгов, В. А. Биотестовая оценка качества и безопасности продуктов, кормов и объектов окружающей среды/ В. А. Долгов, С. А. Лавина, Т. С. Арно

//Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2015. – № 2 (14). – С. 20–27.

48. Долгов, В. А. Достижения и основные научные направления деятельности лаборатории ветеринарно-санитарной экспертизы мяса, рыбы и других пищевых продуктов/ В. А. Долгов //Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. –2015.-№1(13).-С.16-23.

49. Долгов, В. А. Методологические аспекты ветеринарно-санитарной экспертизы продовольственного сырья и пищевой продукции/ В. А. Долгов, С. А. Лавина // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. –2016.-№3(19).- С.11-20.

50. Донченко, Л.В. Безопасность пищевой продукции/ Л.В. Донченко, В.Д. Надыкша – М.: Пищепромиздат, 2001. — 525 с.

51. Доценко, В.А. Практическое руководство по санитарному надзору за предприятиями пищевой и перерабатывающей промышленности, общественного питания и торговли / В.А. Доценко. – СПб.: Профессия, 2011. – 832 с.

52. Дроздова, Н.А. Влияние различных пищевых добавок и ингредиентов на технологические характеристики животных белков/ Н.А. Дроздова, В.В. Насонова // Все о мясе.-2016.-№3.-С.48-56.

53. Евелева, В.В. К вопросу об антимикробной обработке натуральных оболочек для колбасных изделий/ В.В. Евелева, Т.М. Черпалова // Пищевая промышленность. –2016.-№8.-С.40-42.

54. Еделев, Д. А. Безопасность и качество продуктов питания: Учебник/Д. А. Еделев, В. М. Кантере, В. А. Матисон. - М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени Тимирязева, 2010. - 295 с.

55. Еделев, Д.А. Методы анализа рисков в жизненном цикле продуктов питания/Д.А. Еделев, В.М. Кантере, В.А. Матисон//Пищевая промышленность. - 2011. - № 8. - С. 40-43.

56. Еделев, Д.А. Технологии обеспечения безопасности и качества продуктов питания: проблемы, стратегические цели, перспективы развития/Д.А. Еделев, В.М. Кантере, В.А. Матисон // Пищевая промышленность. - 2010. - № 10. - С. 36 - 39.

57. Ежкова, М.С. Ветеринарно-санитарная экспертиза. Ч. 2. Биологическая безопасность сырья и продуктов животного происхождения: учеб. пособие / В.О. Ежков, А.М. Ежкова. — Казань : КНИТУ, 2013. — 188 с.

58. Ежкова, М.С. Ветеринарно-санитарная экспертиза. Часть 1. Санитария и гигиена промышленного производства продуктов животного происхождения/ М.С. Ежкова, В.О. Ежков, А.М. Ежкова. –Казань: КНИТУ, 2013. – 136 с.

59. Елемесов, К.Е. Ветеринарно-санитарная экспертиза, стандартизация и сертификация продуктов / К. Е Елемесова, Н. Ф. Шуклина. - Алматы: Кредо, 2002. – 435 с.

60. Ефимочкина, Н.Р. Микробиология пищевых продуктов и современные методы детекции патогенов/ Н.Р. Ефимочкина. – М.: Издательство РАМН, 2013.- 518 с.

61. Жаринов, А. И. Принципы рационального питания: медико-биологическая значимость мяса и мясопродуктов/ А. И. Жаринов, А. А. Кочеткова //Мясная индустрия.-2016.-№1.-С.12-16.
62. Жаринов, А.И. Определение свежести и безопасности мясного сырья/ А. И. Жаринов, И.Г. Серегин, А.В. Резвых //Мясная индустрия.-2013.-№2.-С.12-16.
63. Житенко, П. В. Ветеринарно-санитарная экспертиза продуктов животноводства: Справочник /П.В. Житенко. – М.: Агропромиздат, 2000. - 335с.
64. Житенко, П.В. Ветеринарно-санитарная экспертиза продуктов животноводства: Справочник / П.В. Житенко. – М.: Колос, 2000. – 235 с.
65. Зайцева, Ю. А. Виды посола и его применение в мясоперерабатывающей промышленности/ Ю. А. Зайцева, Е. Г. Горина, А. В. Пономаренко // Молодой ученый. — 2014. — №4. — С. 164-167.
66. Запорожский, А.А. К вопросу о системе менеджмента качества и безопасности пищевых продуктов/ А.А. Запорожский, Г.И. Касьянов, Э.Ю. Мишкевич // Пищевая промышленность.-2013.-№4.-С.17-22.
67. Захаров, А.Н. Мясные продукты/ А.Н. Захаров, М.В. Трифонов, М.Д. Асхабова, С.М. Оплачко //Все о мясе.-2013.-№1.-С.32-35.
68. Захаров, А.Н. Оценка термического состояния мяса по электропроводности/ А.Н. Захаров, Е.Б. Сусь //Все о мясе.-2013.-№4.-С.26-27.
69. Зинина, О.В. Современные методы и средства упаковывания полуфабрикатов/ О.В. Зинина, Я.М. Ребезов, К.С. Рязанова, Е.В. Фролова, Ф.Х. Смольникова // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 6.- С. 232-241.
70. Зобкова, З.С. Пищевые добавки и функциональные ингредиенты/ З.С. Зобкова// Молочная промышленность. - 2007. - № 10. - С. 6 - 10.
71. Золотухин, С.Н. Методы общей бактериологии. Учебно-методическое пособие/ С.Н. Золотухин, А.А. Щербаков, Д.А. Васильев, Л.В. Карпунина. – Ульяновск: Издательство: Ульяновская ГСХ, 2008. - 130 с.
72. Ибраев, А. М. Холодильная технология пищевой промышленности/А. М. Ибраев.- Казань: КГТУ, 2010. - 125 с.
73. Ивчина, Е.Ю. Совершенствование законодательства Российской Федерации в области учета животных и продукции животного происхождения/ Е.Ю. Ивчина //Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. –2011.- №2(6).-С. 11-13.
74. Изотова, А.В. К вопросу технического регулирования в сфере пищевых ингредиентов/ А.В. Изотова //Пищевые ингредиенты: сырье и добавки.-2013.- №2.-С.51-53.
75. Карпова, Т. И. Новые методы идентификации *Listeria monocytogenes*/ Т. И. Карпова, С. А. Ермолаева, И. В. Лопырев, Н. С. Бродина, И. С. Тартаковский, Х. А. Васкес – Боланд // Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия – 2001. – № 3 – С. 266 – 268.
76. Кецелашвили, Д.В. Технология мяса и мясных продуктов. Часть 1: Учебное пособие в 3-х частях/Д.В. Кецелашвили. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2004. – 130 с.

77. Климанов, А. Упаковка: новые технологии/ А. Климанов //Все о мясе.-2012.-№3.-С.30-31.
78. Княжев, В.А. Микроорганизмы и пища. Риск и польза / В.А. Княжев, В.А. Тутельян // Вестник Российской академии медицинских наук. - 2000. - № 12. - С. 3-6.
79. Коган, М.Б. Физико-химический и бактериологический контроль в мясной промышленности: Справочное руководство / М.Б. Коган. – М.: Пищевая промышленность, 1971. – 462с.
80. Козырев, И.В. Критерии и показатели, характеризующие высококачественную говядину/ И.В. Козырев, Т.М. Мильштейн // Пищевая промышленность. –2016.-№4.-С.56-58.
81. Кокарева, Л. А. Микробиология пищевых продуктов: лабораторный практикум / Л. А. Кокарева. - Екатеринбург: Издательство УрГЭУ, 2006. - 86с.
82. Кононенко, А. Б. Основные научные направления и результаты деятельности лаборатории санитарной микробиологии/ А. Б. Кононенко //Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. –2015.-№1(13).-С.59-62.
83. Кононенко, А.Б. Методические подходы к определению устойчивости патогенных энтеробактерий к антимикробным средствам/ А.Б. Кононенко, С.В. Бритова, Д.А. Банникова, О.В. Светличкин, Е.П. Савинова, А.А. Стрелков //Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. –2013.-№2(10).-С.52-56.
84. Копеин, В.В. К вопросу продовольственной и экономической безопасности России в современных условиях/ В.В. Копеин, Е.А. Филимонова //Техника и технология пищевых производств.-2015.-№4.-С.162-169.
85. Копеин, В.В. Современные проблемы мониторинга продовольственной безопасности/ В.В. Копеин //Техника и технология пищевых производств.-2014.-№4.-С.158-164.
86. Корешков, В.Н. Соблюдение техники безопасности на пищевых производствах / В.Н. Корешков, В.А. Лапшин // Все о мясе. – 2007. - № 2. – С.25-28.
87. Корж, А.П. Инновационные упаковочные решения для мясной продукции/ А.П. Корж //Все о мясе.-2015.-№5.-С.42-45.
88. Костенко, Ю. Г. «Руководство по санитарно-микробиологическим основам и предупреждению рисков при производстве и хранении продукции»/ Ю. Г. Костенко //Мясная индустрия.-2014.-№11.-С.48-52.
89. Костенко, Ю.Г. Проблема пищевого сальмонеллеза в России: объективный взгляд и пути решения/ Ю.Г. Костенко, М.В. Храмов, А.Д. Давлеев //Все о мясе.-2012.-№1.-С.28-31.
90. Костенко, Ю.Г. Ветеринарно-санитарный осмотр продуктов убоя животных: Ветеринарные методические указания /Ю.Г. Костенко. – М.: Гном и Д, 2003.- 108с.
91. Крылова, В.Б., О маркировке мясных и мясорастительных консервов/ В.Б. Крылова, Т.В. Густова //Мясная индустрия.-2016.-№11.- С.24-28.

92. Кудряшева, А.А. Экология, качество и безопасность пищевой продукции/ А.А. Кудряшева. - М.: Пищепромиздат, 2007. - 472 с.
93. Кудряшов, Л. С. Биохимические изменения в мясе после убоя животного/ Л. С. Кудряшов, О. А. Кудряшова //Мясная индустрия.-2014.-№11.-С.12-16.
94. Кузнецова О.А., Юрчак З.А., Гируцкая А.Е. Системы управления качеством и обеспечения безопасности, основанные на принципах ХАССП//Все о мясе.-2014.-№1.-С.11-13.
95. Кузнецова, О. А. Контроль качества безопасных мясных продуктов с позиции анализа рисков/ О. А. Кузнецова, И. М. Чернуха //Мясная индустрия.-2016.-№1.-С.6-40.
96. Кузнецова, О.А. Применение анализа рисков для оценки безопасности продукции животного происхождения/О. А. Кузнецова//Мясная индустрия.-2016.-№3.-С.4-7.
97. Кузнецова, О.А. Проблема нормирования характеристик качества мясной продукции, отражаемых в маркировке/ О.А. Кузнецова, З.А. Юрчак, Д.А. Устьянов // Все о мясе.-2016.-№4.-С.8-10.
98. Кузнецова, О.А. Разработка системы обеспечения качества и безопасности: принципы ХАССП/О. А. Кузнецова, З.А. Юрчак, К.О. Мельник //Мясная индустрия.-2015.-№12.-С.30-33.
99. Кузнецова, О.А. Техническое регулирование мясной отрасли/О. А. Кузнецова //Мясная индустрия.-2014.-№1.-С.10-14.
100. Кузнецова, О.А. ХАССП-мясо: универсальные принципы находят новое применение/ О. А. Кузнецова //Все о мясе.-2013.-№5.-С.38.
101. Кунаков, А.А. Судебная ветеринарная экспертиза. Учебное пособие / А.А. Кунаков. – М.: ООО Квадрат С., 1999. – 309 с.
102. Лабинская, А.С. Общая и санитарная микробиология с техникой микробиологических исследований/ А.С. Лабинская, Л.П. Блинковская, А.С. Ещина. – М.: Медицина, 2004. – 576 с.
103. Лакиза, Н. В. Анализ пищевых продуктов/ М.Ю. Лакиза. – Екатеринбург:Издательство: УрФУ, 2015. – 188 с.
104. Лакиза, Н. В. Пищевая химия/ Н. В. Лакиза. – М.:Издательство Юрайт, 2016.-185 с.
105. Лисицын, А. Б. Химический состав мяса: Справочные таблицы общего химического, аминокислотного, жирнокислотного, витаминного, макро- и микроэлементного составов и пищевой (энергетической и биологической) ценности мяса / А. Б. Лисицын. - М.: ВНИИМП, 2011. - 104 с.
106. Лисицын, А.Б. Изучение фракционного состава белков мяса в процессе длительного холодильного хранения/ А.Б. Лисицын, А.Н. Иванкин, Н.Л. Вострикова, И.А. Становова //Все о мясе.-2014.-№2.-С.36-40.
107. Лисицын, А.Б. Моделирование качества мясной продукции/ А.Б. Лисицын, М.А. Никитина, А.Н. Захаров, Е.Б. Сусь, В.В. Насонова // Пищевая промышленность. –2016.-№10.-С.50-54.

108. Лисицын, А.Б. Непрерывность холодильной цепи-залог качества и безопасности мясопродуктов/ А.Б. Лисицын, В.С. Барабанщикова//Все о мясе.-2012.-№3.-С.24-25.
109. Лисицын, А.Б. Особенности производства и оценки высококачественной говядины/ А.Б. Лисицын, И.В. Козырев, Т.М. Миттельштейн //Все о мясе.-2015.-№3.-С.22-25.
110. Лисицын, А.Б. Современные методы сенсорной оценки мясной продукции/ А.Б. Лисицын, Т.Г. Кузнецова, А.А. Лазарев, И.Г. Анисимова //Все о мясе.-2015.-№3.-С.26-30.
111. Любешкина, Е. Г. Полимерные материалы для упаковки пищевых продуктов: требования и принципы выбора/ Е. Г. Любешкина //Полимерные материалы. - 2009. - № 4. – С.4-10.
112. Майоров, А.А. Анализ параметров существования и размножения микроорганизмов/ А.А. Майоров //Техника и технология пищевых производств.-2012.-№ 3.-С.57-61.
113. Макаров, В.А. Ветеринарно-санитарная экспертиза с основами технологии и стандартизации продуктов животноводства/В.А. Макарова, В.П. Фролов, Н.Ф. Шуклин. — Москва: Агропромиздат, 1991. — 463 с.
114. Макарец, В. И. Технологические основы производства и переработки продукции животноводства: Учебное пособие / А.Г. Макарец. - М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. - 808 с.
115. Маловастый, К.С. Технология первичной переработки продуктов животноводства/К. С. Маловастый. – Брянск. Издательство Брянской ГСХА, 2013. — 66 с.
116. Мармузова, Л. В. Основы микробиологии, санитарии и гигиены в пищевой промышленности/ Л. В. Мармузова. –М.: Издательский центр «Академия», 2004.-136 с.
117. Матвеева, И.В. Ферментные препараты: безопасность, инновационные применения, защита окружающей среды/ И.В. Матвеева, В.Ю. Мартынов //Пищевые ингредиенты: сырье и добавки.-2010.-№2.-С.24-30.
118. Матисон, В. А. Органолептический анализ продуктов питания: Учебник/В. А. Матисон. - М.: Издательство РГАУ - МСХА им. Тимирязева, 2010. - 294 с.
119. Матисон, В.А. Контроль качества сырья, материалов и готовой продукции в пищевом производстве/ В.А. Матисон // Пищевая промышленность. –2016.-№7.-С.8-11.
120. Мачихин, С. А. Об одном из аспектов продовольственной безопасности России/С. А. Мачихин, А. Н. Стрелюхина // Пищевая промышленность. - 2005. - № 11. - С. 10-11.
121. Мезенцев, С.В. Листерии в продукции перерабатывающих предприятий *Listeria in the production of processing enterprises*/ С.В. Мезенцев, А.В. Щербинин //Ветеринария и кормления.-2015.-№1.-С.11-14.
122. Минаев, М.Ю. Объективные методы контроля санитарной обработки в мясной промышленности/ М.Ю. Минаев, Г.И. Солодовникова, Т.Д. Фомина //Все о мясе. – 2011.-№6.-С.29-31.

123. Мурашев, С.В. Влияние обработки охлажденного мяса на корреляцию между рНи красным цветом/ С.В. Мурашев, С.А. Воробьев, М.Е. Жемчужникова //Все о мясе.-2012.-№3.-С.38-41.
124. Насонова, В.В. Антимикробная активность коллагеновых пленок с СО<sub>2</sub>-экстрактами пряностей/ В.В. Насонова // Пищевая промышленность.-2013.-№6.-С.8-9.
125. Небурчилова, Н. Ф. Современное состояние мирового мяса/ Н. Ф. Небурчилова, И. В. Петрунина //Мясная индустрия.-2017.-№4.-С.21-26.
126. Небурчилова, Н. Ф. Тенденции производства, потребление и динамики импорта мяса и мясной продукции/ Н. Ф. Небурчилова, И. П. Волынская, И. В. Петрунина, А. С. Чернова //Мясная индустрия.-2014.-№10.-С.6-13.
127. Небурчилова, Н.Ф. Проблемы экономики мясной отрасли АПК/ Н.Ф. Небурчилова, И.В. Петрунина //Все о мясе.-2015.-№6.-С.16-17.
128. Нечаев, А.П. Пищевая химия / А.П. Нечаев. – СПб.: ГИОРД, 2001. – 592 с.
129. Нечаева, А. П. Пищевая химия/А. П. Нечаева. – СПб.: Издательство ГИОРД, 2003. – 640 с.
130. Никитин, И.Н. Организация государственного ветеринарного надзора/ И.Н. Никитин. – М.: Зоомедлит, 2010. — 263 с.
131. Никитина, М.А. Многофакторное планирование экспериментов при разработке новых мясных продуктов/ М.А. Никитина, В.Б. Крылова, А.Н. Захаров, О.Н. Новикова //Все о мясе.-2017.-№4.-С.54-58.
132. Никифорова, Т.А. Введение в технологии производства продуктов питания. Ч. 1 : конспект лекций / Т.А. Никифорова .— Оренбург : ОГУ, 2015.— 136 с.
133. Николаева, М.А. Идентификация и фальсификация пищевых продуктов / М.А. Николаева, Д.С. Лыченков, А.Н. Неверов. – М.: Экономика, 1996. – 378с.
134. Нитяга, И. М. Контаминация листериями мясных продуктов и их ускоренная идентификация с применением методов на основе ПЦР/ И. М. Нитяга //Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. –2016.-№1.-С. 17-23.
135. Нуралиев, С.У. Особенности обеспечения продовольственной безопасности в условиях глобализации и задач торговли/ С.У. Нуралиев // Пищевая промышленность. – 2016.-№11.-С.17-19.
136. Огвоздин, В. Ю. Управление качеством. Основы теории и практики: учеб. пособие / В.Ю. Огвоздин. - М.: Изд-во "Дело и Сервис", 2009. - 304 с.
137. Онищенко, Д.А. Новые экспрессные методы обнаружения антимикробных веществ в продуктах животного происхождения/ Д.А. Онищенко //Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. –2011.-№2(6).-С. 22-25.
138. Оттавей, П.Б. Обогащение пищевых продуктов и биологически активные добавки / П. Б. Оттавей. - СПб.: Профессия, 2010. - 350 с.
139. Очирова, Л.А. Организация ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и продуктов убоя крупного рогатого скота на убойных пунктах, площадках и продовольственных рынках. Руководство/ Л.А. Очирова, А.Б. Будаева, В.Ц. Цыдыпов. – Улан-Удэ: БГСХА им. В. Р. Филиппова, 2010. – 96с.

140. Павлова, Е.В. Выявление бактерий рода *Salmonella* при ветеринарно-санитарной экспертизе мяса крупного рогатого скота промышленной выработки/ Е.В. Павлова, В.Б. Ястреб, О.И. Кальницкая //Материалы XVIII Международной научно-практической конференции. Научно-информационный издательский центр "Институт стратегических исследований". – 2014. – С.419-421.
141. Павлова, И. Б. Исследование формирования биопленок патогенными бактериями / И. Б. Павлова, А. Н. Антонова, Е. М. Ленченко // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2016. – № 2(18). – С. 63–40.
142. Павлович, С.А. Микробиология с микробиологическими исследованиями. Учебное пособие / С. А. Павлович. – Минск: Высшая школа, 2009. – 504 с.
143. Панин, А. Н. Предотвращение контаминации сальмонеллами продукции птицеводства — глобальная проблема/ А. Н. Панин, А. В. Куликовский, А. Д. Давлеев, П. П. Сорокин // Птица и птицепродукты. – 2010. – № 5. – С. 62–65.
144. Панфилов, В.А. Развитие технологий АПК и методология научного поиска/ В.А. Панфилов //Техника и технология пищевых производств.-2017.-№1.-С.159-163.
145. Патракова, И.С. Изучение функциональных свойств мяса в зависимости от состава посолочной смеси / И.С. Патракова // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1.- С.13-15.
146. Патракова, И.С. Новая посолочная смесь с пониженным содержанием натрия/ И.С. Патракова, Г.В. Гуринович, О.Я. Алексеевна, Л.С. Кудряшов //Мясная индустрия.-2014.-№1.-С.36-41.
147. Персиянов, В.В. Учет фактора риска на мясоперерабатывающих предприятиях/ В.В. Персиянов, Л.Л. Никифоров //Мясная индустрия.-2014.-№12.-С.40-44.
148. Пилипенко, И.В. Ускоренный метод определения санитарной безопасности пищевых продуктов/ И.В. Пилипенко // Пищевая промышленность. –2015.-№9.-С.8-12.
149. Поздняковский, В.П. Экспертиза мяса и мясопродуктов / В.П. Поздняковский. – Новосибирск: Издательство Новосибирского университета, 2001. – 524 с.
150. Поздняковский, В.М. Гигиенические основы питания, безопасность и экспертиза продовольственных товаров. – 3-е изд. испр. и доп/ В.М. Поздняковский. – Новосибирск: Издательство Новосибирского университета, 2002. – 556 с.
151. Поздняковский, В.М. Экспертиза мяса и мясопродуктов / В.М. Поздняковский. - Новосибирск: Издательство Новосибирского университета, 2001. - 526 с.
152. Поздняковский, В.М., Куракин М.С. Ветеринарно-санитарная экспертиза/ В.М. Поздняковский. -Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2005. - 84 с.
153. Поляк, М. С. Питательные среды для медицинской и санитарной микробиологии/ М.С Поляк, В.И. Сухаревич, М.Э. Сухаревич. – СПб.: Издательство: ЭЛБИ-СПб, 2008. – 350 с.

154. Приходько Е. И., Смирнова Л. И., Васильева М. А. Показатели качества пастеризованного молока при хранении / Е. И. Приходько, Л. И. Смирнов, М. А. Васильева //Материалы II Международного Ветеринарного Конгресса VETistambul Group-2015. - СПб.: СПбГАВМ. – С.337-338.
155. Проселков, В. Г. Российская система ХАССП: внедрение и сертификация/В. Г. Проселков // Пищевая промышленность. - 2004. - № 5.-С.80-81.
156. Пчелкина, В.А. Возможности применения системы анализа изображения при исследовании мясного сырья и продуктов/ В.А. Пчелкина //Техника и технология пищевых производств.-2016.-№4.-С.70-76.
157. Рашитова, С. Мясные полуфабрикаты: неизменная польза модифицированной атмосферы/ С. Рашитова//Все о мясе.-2012.-№2.-С.34-35.
158. Ребезов, М. Б. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов: учебное пособие / М.Б. Ребезов, Е.П. Мирошникова, О.В. Богатова. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – 133 с.
159. Рогов, И. А. Технология мяса и мясных продуктов: Учебник/И. А. Рогов, А. Г. Забашта, Г. П. Казюлин. – М. : КолосС, 2009. – 565 с.
160. Рогов, И.А. Безопасность продовольственного сырья и пищевых продуктов. Учебное пособие / И.А. Рогов. – Новосибирск: Издательство: Сибирское университетское издательство, 2007. – 227с.
161. Розалёнок, Т.А. Исследование и разработка антимикробной композиции для пищевых упаковок/ Т.А. Розалёнок, Ю.Ю. Сидорин //Техника и технология пищевых производств.-2014.-№2.-С.130-135.
162. Chopra I. Bacterial resistance to disinfectants, antiseptics and toxic metal ions / I. Chopra // Soc. Appl. Bacteriol. Tech. Ser. – 1991. – № 27. – P. 158–160.
163. Сагдуллаева, Б.О. Теоретические и практические основы санитарной микробиологии/ Б.О. Сагдуллаева, С.Ю. Курбанова, Н.А. Нуралиев //Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 6 (часть 1) – С. 101-103.
164. Сбойчаков, В. Б. Санитарная микробиология : учебное пособие для студентов медицинских вузов / В. Б. Сбойчаков. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2007. - 191с.
165. Селевцов, Л. И. Автоматизация технологических процессов/Л. И. Селевцов, А. Л. Селевцов. - М.: Академия, 2014. - 352 с.
166. Семенова, А.А. Влияние газовых сред на качество и безопасность мясной продукции/ А.А. Семенова, В.В. Насонова, Ф.В. Адылов //Все о мясе.-2017.-№4.-С.40-43.
167. Сенченко, Г.С. Ветеринарно-санитарная экспертиза продуктов животного и растительного происхождения/ Г.С. Сенченко. – Ростов-на-Дону: Издательство «МарТ», 2001. - 703 с.
168. Серегин, И. Г. Ветеринарно-санитарный надзор на мясокомбинатах, перерабатывающих предприятиях, фермах и рынках: учеб. Пособие/ И. Г. Серегин, В. Е. Никитченко, Д. В. Никитченко.— М. : РУДН, 2011. — 165 с.

169. Серегин, И.Г. Ветеринарно-санитарная экспертиза пищевых продуктов на продовольственных рынках: Учебное пособие/И.Г.Серегин.- СПб.: ГИОРД, 2005.-472с.
170. Серегин, И.Г. Ветсанэкспертиза убоя животных и птицы/ И.Г. Серегин, В.Е. Никитченко, Д.В. Никитченко. – М.: РУДН, 2010. — 381 с.
171. Серегин, И.Г. Лабораторные методы в ветеринарно-санитарной экспертизе пищевого сырья и готовых продуктов. Учебное пособие. /И.Г. Серегин. – М.: РАПП, 2008. – 408 с.
172. Сироткин, И.В. Использование микробиологических тест-подложек для ускоренного исследования мясного сырья/ И.В. Сироткин //Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. –2013.-№2(10).-С.16-19.
173. Скурихина, И. М. Химический состав пищевых продуктов. Кн. 2. Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов/ И. М. Скурихина. - М.: ВО "Агропром-издат", 1987. - 360 с.
174. Скурихина, И.М. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник/ И.М. Скурихина. - М.: ДеЛи принт, 2002. - 236 с.
175. Смирнов, А. В. Разделка мяса в России и странах Европейского союза/А. В. Смирнов, Г. В. Куляков, Н. Н. Калишина. - СПб.: ГИОРД, 2014. - 136 с.
176. Смирнов, А. М. Современные методы и тест-системы для контроля токсичных веществ в объектах ветеринарного надзора/ А. М. Смирнов, В. И. Дорожкин, Г. П. Кононенко, В. С. Бабунова, Е. А. Денисова, В. В. Светличкин //Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. –2015.-№2(14).-С. 78-82.
177. Смирнов, А.В. Ветеринарно-санитарная экспертиза с основами молока и молочных продуктов: Учебное пособие /А.В. Смирнов. – СПб.: ГИОРД, 2009. – 112 с.
178. Смирнов, Е.В. Требования к маркировке пищевых добавок, ароматизаторов, технологических вспомогательных средств и пищевой продукции с их использованием/ Е.В. Смирнов // Ветеринария и кормление. – 2015.-№9.-С.47-50.
179. Смирнова, Н. А. Современные системы управления качеством и безопасностью пищевых продуктов/Н. А. Смирнова, А. А. Смирнов // Пищевая промышленность. - 2015.- № 11. – С.12-14.
180. Снежко, А.Г. Многоплёночные гибкие полимерные упаковочные материалы/А.Г. Снежко, М.И. Губанова, О.А. Жарненкова//Молочная промышленность. - 2012. - № 1. - С. 14-18.
181. Снежко, А.Г. Эффективные составы для антимикробной обработки колбас / А.Г. Снежко, М.И. Губанова // Мясная индустрия. – 2013. – № 2. – С. 37–41.
182. Соколенко, Г. Г. Микробиология пищевых производств/ Г. Г. Соколенко. – Воронеж: Издательство: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2014. – 410 с.

183. Соколенко, Г. Г. Санитария и гигиена пищевых производств/ Г. Г. Соколенко. – Воронеж: Издательство: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I. – 2011. – 149 с.
184. Соторов, П.П. Справочное пособие по ветеринарно-санитарной экспертизе мясных, рыбных, молочных и растительных продуктов/П.П. Соторов. – Ростов на Дону: Новый Дом, 2001. — 68 с.
185. Степанов, В.М. Молекулярная биология. Структура и функции белков / В.М. Степанов. - М.: Высшая школа, 1996. - 335 с.
186. Стефановский, В. М. Исследование перемещения влаги при подмораживании говяжьего фарша/ В. М. Стефановский, И. А. Поляков, Петров В. В.// Все о мясе.-2016.-№4.-С.43-50.
187. Сухарева, Л.А., Яковлев В.С. Биотехнология защитных полимерных и неорганических покрытий/ Л.А. Сухарева. – М.: Пищевая промышленность, 2001. – С.328.
188. Сысоева, М.М. Оценка качества дезинфекции экспресс-методами/ М.М. Сысоева, Н.И. Попов //Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. –2011.-№2(6).-С. 42-44.
189. Сычева, М.В. Руководство к практическим занятиям по санитарной микробиологии / М.В. Сычева, О.Л. Карташова. - Оренбург: Издательский центр ОГАУ. – 2015. – 70 с.
190. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности мяса и мясной продукции» от 9 октября 2013 г. №880 (ТР ТС - 034 - 2013)
191. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» от 9 декабря 2011 г. №880 (ТР ТС - 021 - 2011). – 242 с.
192. Тимофеева, В.А. Товароведение продовольственных товаров: Учебник/ В.А. Тимофеева. — Ростов-на-Дону.: Феникс, 2005. – 416 с.
193. Тихонова, О. Ю. Методы оценки показателей качества маркировки пищевых продуктов/ О. Ю. Тихонова, И.Ю. Резниченко //Техника и технология пищевых производств.-2015.-№1.-С.118-127.
194. Трифонов, М.В. Защита изобретений мясной отрасли/ М.В. Трифонов //Все о мясе.-2014.-№4.-С.16-19.
195. Туниева, Е. К. Альтернативные методы технологической обработки для снижения содержания соли в мясных продуктах/ Е. К. Туниева //Все о мясе.-2017.-№1.-С.37-46.
196. Урбан В. Г., Васильева М. А. Экспресс методы контроля безопасности и качества пищевых продуктов / В. Г. Урбан, М. А. Васильева // Материалы 100-й Международной научно-практической конференции студентов и магистрантов «Молодежь-науке и практике АПК». – 2015. - Витебск. – С. 113-114.
197. Урбан В.Г. Сборник нормативно-правовых документов по ветеринарно-санитарной экспертизе мяса и мясопродуктов//СПб.: Лань. – 2010. – 384 с.
198. Урбан В.Г., Васильева М.А. Ветеринарно-санитарная экспертиза и современные методы контроля безопасности и качества пищевых продуктов / В. Г. Урбан, М. А. Васильева // СПб: СПбГАВМ. - 2017. - 38 с.

199. Федосеева, У.С. Методология оценки поставщиков в системе менеджмента безопасности пищевой продукции/ У.С. Федосеева, Л.И. Полякова //Техника и технология пищевых производств.-2015.-№2.- С.125-131.
200. Фомушкин, В.И. Интеллектуальная экспертная автоматизированная система контроля рисков микробиологической порчи мясного сырья/ В.И. Фомушкин, М.М. Благовещенская, С.М. Носенко, И.Г. Благовещенский // Пищевая промышленность. –2015.-№6.-С.14-17.
201. Хвыля, С.И. Оценка качества мясной продукции микроструктурными методами/ С.И. Хвыля //Мясная индустрия.-2013.-№11.-С.38-42.
202. Хвыля, С.И. Стандартизованные гистологические методы оценки качества мяса и мясных продуктов / С.И. Хвыля, В.А. Пчелкина, С.С. Бурлакова // Все о мясе. - 2011. - № 6. - С. 32-35.
203. Хорина, Е.А.Упаковка мяса и мясных продуктов с использованием газомодифицированной среды/ Е.А. Хорина, И.М.Тюгай //Сборник материалов конференций в 15 частях. Часть XII: Общеуниверситетская научная конференция молодых ученых и специалистов День науки.-М.: ИК МГУПП, 2015. — 230 с.
204. Храменков, В.А. Обеспечение ветеринарно-санитарного благополучия и охраны окружающей среды/ В.А. Храменков //Ветеринария и кормления.-2017.-№4.-С.4-6.
205. Цуканов, М. Ф.Методология обеспечения питания человека. Учебное пособие/ М. Ф. Цуканов.- СПб.: Издательство: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2015.-189 с.
206. Чистяков, Ю. Ф. Эволюция продовольственного импорта России и вступление страны в ВТО/ Ю. Ф. Чистяков // Аграрный вестник Урала – 2013. – №12. – С. 102 – 105.
207. Шабров, А.В. Биохимические основы действия микрокомпонентов пищи/А.В. Шабров, В.А. Дадали, В.Г. Макаров. - М.: Авваллон, 2003. - 184 с.
208. Шелякин, И. Д. Инструментальные методы исследования в ветеринарно-санитарной экспертизе/ И. Д. Шелякин. – Воронеж: Издательство: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2013.- 24 с.
209. Шидловская, В.П. Органолептические свойства мясных и молочных продуктов/ В.П. Шидловская. - М.: Колос, 2000. – 279 с.
210. Шуклин, Н.Ф. Ветеринарно-санитарная экспертиза, стандартизация и сертификация продуктов /Н.Ф. Шуклин. – Казань: Академкнига, 2005.-520 с.
211. Юлдашев, Р. С. Особенности холодильной обработки и хранения мяса/Р. С. Юлдашев // Мясные технологии. - 2010. - № 5. - С. 42-45.
212. Юнусов, Э.Ш. Современные методы анализа мяса и мясопродуктов: учебное пособие/Э. Ш. Юнусов. – Казань: Издательство КНИТУ, 2013. – 156 с.
213. Юрчак, З.А. Обзор стандартов на мясную продукцию/ З.А. Юрчак, Т.Н. Лисина, Н.А. Строкова, Д. Старчикова //Мясная индустрия.-2016.-№11.-С.15-18.
214. Adegoke G. O. Quality of meat / G. O. Adegoke // Food, Agriculture and Environment (JFAE) – 2004 - №7.- P. 87-90.

215. Agapi I. Doulgeraki Spoilage microbiota associated to the storage of raw meat in different conditions/ Agapi I. Doulgeraki // *Int J Food Microbiol.* – 2012.-№2.- P. 130-141.
216. Alessandra F. Effects of modified atmosphere, associated with masterpack transport packaging, and refrigerated storage time on the quality characteristics of pork loin cuts/ F. Alessandra // *International Journal of Food Studies.*- 2013.-№10.- P. 167–179.
217. Barrie Pittock Sustainable atmospheric management/ Barrie Pittock, G. Dale Hess // *Book Series: Advances in Public Interest Accounting.*- 2009.- P.193 – 224.
218. Baskar Balakrishnan A rapid and highly specific immunofluorescence method to detect *Escherichia coli* O157:H7 in infected meat samples/ Baskar Balakrishnan, Syed Barizuddin, Tumen Wuliji, Majed El-Dweik // *Int J Food Microbiol.* –2016.-№16.- P. 54-62.
219. Ben L.M. Characterisation of bacteria by matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass-spectrometry/ L.M. Ben, van Baar // *FEMS Microbiol. Rev.* – 2016.-№12.-P.101-107.
220. Bertol T.M. Effects of genotype and dietary oil supplementation on performance, carcass traits, pork quality and fatty acid composition of backfat and intramuscular fat/ T.M. Bertol // *Meat Science.*- 2013.-№3.- P. 507–516.
221. Bhanu Malhotra Antimicrobial food packaging: potential and pitfalls/ Bhanu Malhotra // *Front Microbiol.*- 2015.-№ 6.- P. 611.
222. Bob Hart Technology and food production/ Bob Hart // *Nutrition & Food Science.*- 1997.- P. 53 – 57.
223. Carolina E. Active and intelligent packaging systems for a modern society/ E. Carolina // *Meat Science.*- 2014.-№11.- P. 404–419.
224. Catalina Perez The pork industry: a supply chain perspective/ Catalina Perez // *British Food Journal.*-2009.-№3.-P.257 – 274.
225. Coleen Leygonie Impact of freezing and thawing on the quality of meat: Review/ Coleen Leygonie // *Meat Science.*- 2012.-№6.- P. 93–98.
226. Cynthia Gardner Meat Research/ Cynthia Gardner // *Nutrition & Food Science.*- 1972.-№9.- P.20–22.
227. Danilo Ercolini Monitoring of Microbial Metabolites and Bacterial Diversity in Beef Stored under Different Packaging Conditions / Danilo Ercolini, Ilario Ferrocino, Antonella Nasi, Maurice Ndagijimana, Pamela Vernocchi, Antonietta La Stora, Luca Laghi, Gianluigi Mauriello, M. Elisabetta Guerzoni, Francesco Villani // *Appl Environ Microbiol.*- 2011.-№10.- P. 72–81.
228. Day J.B. Real-time PCR detection of *Listeria monocytogenes* in infant formula and lettuce following macrophage-based isolation and enrichment/ J.B. Day, U. Basavanna // *J Appl Microbiol.* – 2015.- P. 233–244.
229. Dohlena S. Effect of different packaging materials containing poly-[2-(tert-butylamino) methylstyrene] on the growth of spoilage and pathogenic bacteria on fresh meat/ S. Dohlena, C. Brauna, F. Brodtkorb, B. Fischerb, Y. Ilga, K. Kalbfleischb, R. Lorenzb, M. Kreyenschmidt, J. Kreyenschmidt // *Int J Food Microbiol.* – 2017.- № 18. - P. 91-100.

230. Emerald Group Publishing Limited Sensor for pH determination/ Emerald Group // *Sensor Review*.- 2000.- №1.-P. 41-61.
231. Ermolaeva S. A simple method for the rapid identification of *Listeria monocytogenes* based on the induction of lecithinase activity by charcoal / S. Ermolaeva, T. Karpova, S. Novella // *Food Microbiology*. – 2003. – №3 – P. 87–94.
232. Farber J. M. Incidence and behavior of *Listeria monocytogenes* in meat products/ J. M. Farber, P. I. Peterkin // *Listeria, Listeriosis and Food Safety* / Eds E. T. Ryser, E. H. Marth. – N.Y.: Marcel Dekker, 1999. – P. 505–542.
233. Farber J.M. Microbiological aspects of modified atmosphere packaging technology/ J.M. Farber // *Journal of Food Protection*.-1991.-№ 54.-P. 58-70.
234. Fatima A. Influence of pH, type of acid and recovery media on the thermal inactivation of *Listeria innocua*/ A. Fatima // *Int J Food Microbiol*. –2009.-№7.- P. 121-128.
235. Frederic Leroy Elements of innovation and tradition in meat fermentation: Conflicts and synergies/ Frederic Leroy // *Int J Food Microbiol*. –2015.-№6.- P. 2-8.
236. G. Vlaemynck Improvement of the detection of *Listeria monocytogenes* by the application of ALOA, a diagnostic, chromogenic isolation medium/ G. Vlaemynck, V. Lafarge, S. Scotter // *J Appl Microbiol*. – 2001.- №12.-P. 430–441.
237. Gill C.O. Packaging Meat for Prolonged Chilled Storage: The CAPTECH Process/ C.O. Gill // *British Food Journal*.- 1989.- №16.-P.11 – 15.
238. Giovannacci, S. Tracing of *Salmonella* spp. in two pork slaughter and cutting plants using serotyping and macrorestriction genotyping/ S. Giovannacci, Queguiner, C. Ragimbeau, G. Salvat, J. L. Vendevre, V. Carlier, G. Ermel // *J Appl Microbiol*.-2001.-№10.- P.131–147.
239. Gloria L Tetteh Survival, growth, and inactivation of acid-stressed *Shigella flexneri* as affected by pH and temperature/ Gloria L Tetteh, Larry R Beuchat // *Int J Food Microbiol*. –2003.-№10.- P. 131-138.
240. Jimenez-Colmenero J. Healthier meat and meat products: their role as functional foods/F. Jimenez-Colmenero, J. Carballo, S. Cofrades// *Meat Science*.-2001.-№9.-P.5-13.
241. Joo S.T. Control of fresh meat quality through manipulation of muscle fiber characteristics/ S.T. Joo // *Meat Science*.- 2013.-№12.-P. 828–836.
242. Joseph G. Fresh Meat Packaging: Consumer Acceptance of Modified Atmosphere Packaging including Carbon Monoxide/ G. Joseph // *Journal of Food Protection*.- 2013.-№1.-P. 4-183, P. 99-107.
243. Lalchamlani Lalchamlani Effects of curing ingredients and nisin on product characteristics of Vawksa rep (smoked pork product) / Lalchamlani Lalchamlani, Pragati Hazarika, Tarun Pal Singh, Suman Talukder // *Nutrition & Food Science*.-2015.-№7.- P.634-645.
244. Louise Marie Sørensen Mycobiota in the processing areas of two different meat products/ Louise Marie Sørensen, Tomas Jacobsen, Per Væggemose Nielsen, Jens Christian Frisvad, Anette Granly Koch // *Int J Food Microbiol*. –2008.-№10.- P. 58-64.
245. Martin Skrlep Comparison of entire male and immunocastrated pigs for dry-cured ham production under two salting regimes / Martin Skrlep // *Meat Science*.-2016.-№1.-P. 27–37.

246. Mataragas M. Risk profiles of pork and poultry meat and risk ratings of various pathogen/product combinations/ M. Mataragas, P.N. Skandamis, E.H. Drosinos // *Int J Food Microbiol.* –2008.- №15.- P. 1-12.
247. Matthew Walters Quorum sensing in *Escherichia coli* and *Salmonella*/ Matthew Walters, Vanessa Sperandio // *Journal of Medical Microbiology.* – 2006.-№4.- P. 125-131.
248. Michael Hensel Evolution of pathogenicity islands of *Salmonella enterica*/ Michael Hensel // *Journal of Medical Microbiology.* – 2004.-№9.- P. 95-102.
249. Monica A. Winstanley The colour of meat/ A. Monica // *Nutrition & Food Science.*- 1979.-№1.- P.5 – 8.
250. Monica Winstanley The ageing of meat / Monica Winstanley // *Nutrition & Food Science.*-1979.-№1.-P.8 – 10.
251. Nuria Magrinya Influence of fat addition on the antimicrobial activity of sodium lactate, lauric arginate and methylparaben in minced meat/ Nuria Magrinya // *Int J Food Microbiol.* –2015.-№23.- P. 86-94.
252. Park S.H. Development of multiplex PCR assay for simultaneous detection of *Salmonella* genus, *Salmonella* subspecies I, *Salm. Enteritidis*, *Salm. Heidelberg* and *Salm. Typhimurium*/ S.H. Park, S.C. Ricke // *J Appl Microbiol.* – 2015.- P. 152–160.
253. Pascale Cossart Molecular and cellular basis of the infection by *Listeria monocytogenes*: an overview/ Pascale Cossart // *Journal of Medical Microbiology.* – 2001.-№7.- P. 401-409.
254. Renato H. *Listeria monocytogenes* lineages: Genomics, evolution, ecology, and phenotypic characteristics/ H. Renato // *Journal of Medical Microbiology.* – 2011.-№2.- P. 79-96.
255. Shigenobu Koseki pH and solute concentration of suspension media affect the outcome of high hydrostatic pressure treatment of *Listeria monocytogenes*/ Shigenobu Koseki, Kazutaka Yamamoto // *Int J Food Microbiol.* –2006.-№9.- P. 175-179.
256. Simen Akkermans Introducing a novel interaction model structure for the combined effect of temperature and pH on the microbial growth rate/ Simen Akkermans, Estefanía Noriega Fernandez, Filip Logist, Jan F. Van Impe // *Int J Food Microbiol.* –2017.-№2.- P. 85-96.
257. Tefera G. The utility of the ENTERORapid 24 kit for the identification of *P. multocida* and *M. haemolytica* / G. Tefera, J. Smola // *Vet. Med.* –2002.-№ 4.-P. 99–103.
258. Torsten Hain Pathogenomics of *Listeria* spp./ Torsten Hain // *Journal of Medical Microbiology.* – 2007.-№11.- P. 541-557.
259. Vijay K. Juneja Development of a predictive model for *Salmonella* spp. reduction in meat jerky product with temperature, potassium sorbate, pH, and water activity as controlling factors/ Vijay K. Juneja // *Int J Food Microbiol.* –2016.-№7.- P. 1-8.
260. Volkhard A.J. Rapid detection and identification of pathogens in blood cultures by fluorescence in situ hybridization and flow cytometry/ A.J. Volkhard // *Journal of Medical Microbiology.* – 2005.-№3.- P. 47-55.
261. Willis C., Baalham T., Greenwood M., Presland F. Evaluation of a new chromogenic agar for the detection of *Listeria* in food/ C. Willis, T. Baalham, M. Greenwood, F. Presland // *J Appl Microbiol.* – 2006.- №9 P. 711–717.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ**



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**



**ФГБОУ ВО СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**



# **ДИПЛОМ V степени**

**победителя III этапа Всероссийского конкурса  
на лучшую научную работу среди студентов,  
аспирантов и молодых ученых  
высших учебных заведений  
Министерства сельского хозяйства  
Российской Федерации  
в номинации «ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ»**

**Васильева Мария Анатольевна**

**Санкт-Петербургская государственная академия  
ветеринарной медицины**

Ректор Ставропольского  
государственного  
аграрного университета,  
Академик РАН, профессор,  
Заслуженный деятель науки РФ



*В. И. Трухачев* В. И. ТРУХАЧЕВ

**Ставрополь,  
29-30 мая 2018 года**

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



# СЕРТИФИКАТ

участника III этапа Всероссийского конкурса  
на лучшую научную работу среди студентов,  
аспирантов и молодых ученых  
высших учебных заведений  
Министерства сельского хозяйства  
Российской Федерации

в номинации  
“ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ”

**Васильева Мария Анатольевна**  
Санкт-Петербургская государственная  
академия ветеринарной медицины

Проректор по научной  
и инновационной работе  
ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ  
кандидат ветеринарных наук, профессор



В.Ю. МОРОЗОВ

Ставрополь,  
29-30 мая 2018 года



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

# СЕРТИФИКАТ

Настоящий сертификат подтверждает что

**ВАСИЛЬЕВА Мария Анатольевна,**

приняла участие в 3 этапе

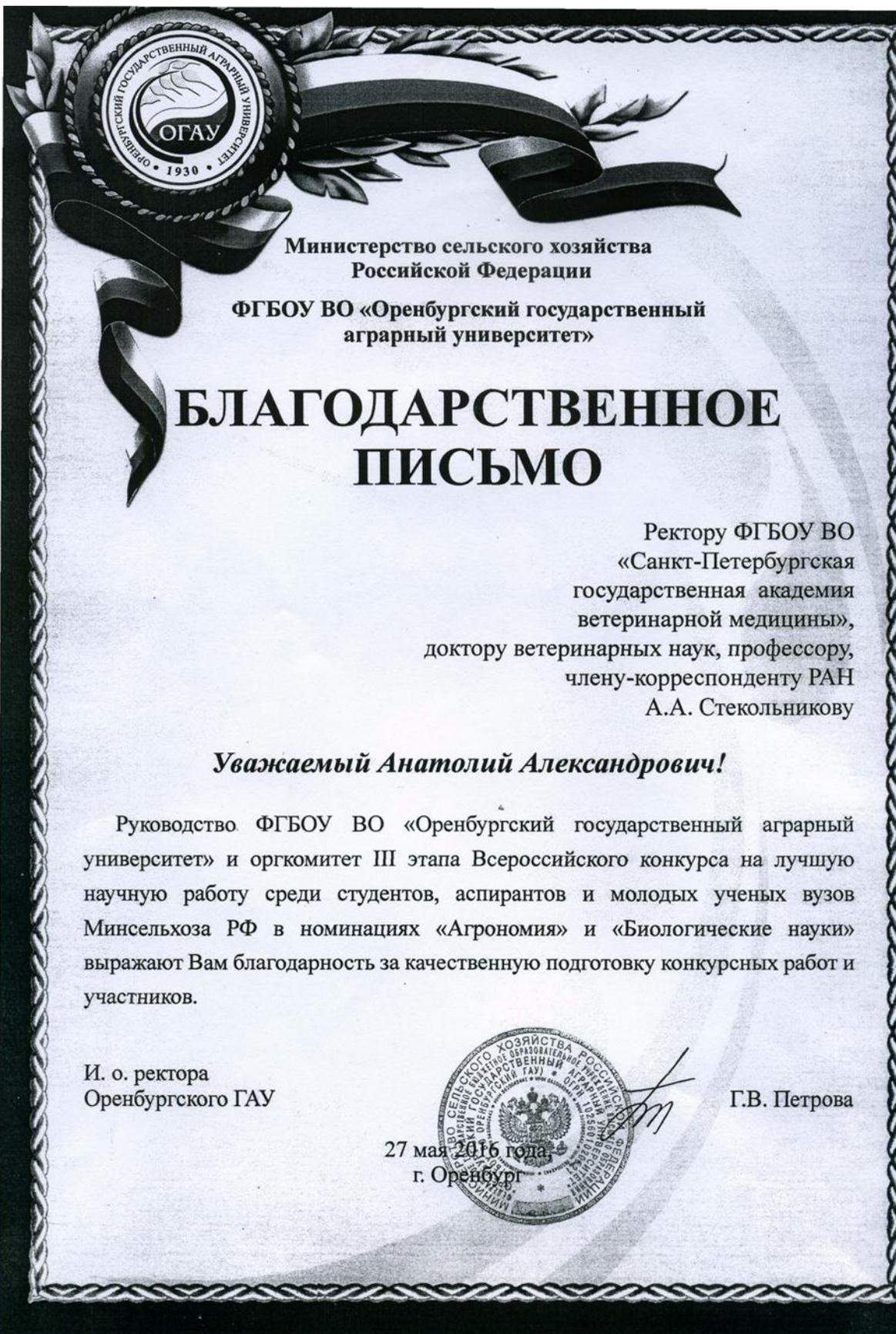
Всероссийского конкурса на лучшую научную работу среди студентов,  
аспирантов и молодых ученых ВУЗов, подведомственных Минсельхозу РФ  
(номинация «Биологические науки»)

И.о. ректора  
профессор

г. Оренбург, 27 мая 2016 г.



Г.В. Петрова



Министерство сельского хозяйства  
Российской Федерации

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный  
аграрный университет»

# БЛАГОДАРСТВЕННОЕ ПИСЬМО

Ректору ФГБОУ ВО  
«Санкт-Петербургская  
государственная академия  
ветеринарной медицины»,  
доктору ветеринарных наук, профессору,  
члену-корреспонденту РАН  
А.А. Стекольникову

*Уважаемый Анатолий Александрович!*

Руководство ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет» и оргкомитет III этапа Всероссийского конкурса на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых вузов Минсельхоза РФ в номинациях «Агрономия» и «Биологические науки» выражают Вам благодарность за качественную подготовку конкурсных работ и участников.

И. о. ректора  
Оренбургского ГАУ

27 мая 2016 года  
г. Оренбург



Г.В. Петрова