Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волгоградский государственный технический университет»

На правах рукописи

**ДАНИЛОВ ЮРИЙ ДМИТРИЕВИЧ**

# РАЗРАБОТКА ВАРЕНО-КОПЧЕНЫХ КОЛБАС С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭКСТРУДИРОВАННОЙ РАСТИТЕЛЬНОЙ СМЕСИ, ОБОГАЩЕННОЙ ЙОДОМ И СЕЛЕНОМ

05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель:
член-корреспондент РАН,
доктор биологических наук,
профессор Сложенкина М.И.

Волгоград – 2020

## ОГЛАВЛЕНИЕ

**ВВЕДЕНИЕ** ..... 4

**1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ** ..... 11

1.1 Современное состояние рынка мясной продукции ..... 11

1.2 Основные направления в создании функциональных и обогащенных пищевых продуктов ..... 16

1.3 Роль белка и микроэлементов йода и селена в питании человека ..... 20

1.4 Патентный и литературный обзор существующих технологий обогащенных варено-копченых колбас ..... 25

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО ОБЗОРУ ЛИТЕРАТУРЫ** ..... 31

**2 ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ** .. 34

2.1 Схема проведения экспериментальных исследований ..... 34

2.2 Организация эксперимента ..... 36

2.3 Объекты и методы исследований ..... 38

**3 АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ** ..... 43

3.1 Выбор растительного сырья и формы его использования в производстве обогащенных варено-копченых колбас ..... 43

3.2 Технология получения растительного ингредиента ..... 52

3.3 Разработка рецептур обогащенных варено-копченых колбас ..... 54

3.4 Определение эффективной дозы внесения изучаемого компонента ..... 57

**4 ТЕХНОЛОГИЯ ОБОГАЩЕННЫХ ВАРЕНО-КОПЧЕНЫХ КОЛБАС** ... 59

4.1 Технология варено-копченых колбас собственной разработки ..... 59

4.1.1 Посол мясного сырья ..... 59

4.1.2 Приготовление колбасного фарша ..... 61

4.1.3 Термическая обработка варено-копченых колбас ..... 61

**5 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ** ..... 63

5.1 Структурно-механические свойства колбасного фарша..... 63

5.2 Физико-химические исследования ..... 66

5.2.1 Определение концентрации водородных ионов и массовой доли влаги ... 66

5.2.2 Исследование содержания белка, жиров и углеводов..... 68

5.2.3 Содержание поваренной соли, нитритов и фосфатов в готовом продукте 72

5.2.4 Определение зольности продукта ..... 77

5.2.5 Содержание йода и селена ..... 77

5.2.6 Определение содержания витаминов..... 79

5.3 Установление аминокислотного состава исследуемых образцов..... 80

5.4 Исследование микроструктуры образцов продукта с добавлением растительного ингредиента ..... 87

5.5 Органолептические исследования..... 91

5.6 Содержание питательных компонентов в варено-копченой колбасе «Особенная» и «Необыкновенная» ..... 93

5.7 Сроки годности готового продукта..... 96

**РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ И ВЫВОДЫ**..... 102

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ** ..... 104

**ПРИЛОЖЕНИЯ** ..... 121

# ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность работы.** Необходимым условием реализации государственной политики в области здорового питания населения нашей страны является объединение усилий различных научно-исследовательских учреждений по созданию комплекса правовой, экономической и материальной баз, обеспечивающих производство качественного продовольственного сырья и продуктов питания, в том числе продукции направленного действия, обладающей профилактическими и лечебными свойствами.

В настоящее время многие отечественные потребители испытывают трудности в обеспечении своего рациона сбалансированными продуктами питания. В условиях интенсивного современного образа жизни наблюдается нехватка времени на приготовление домашней пищи, люди вынуждены питаться на ходу, что приводит к неправильному питанию и, как следствие, к различным заболеваниям. Актуальные проблемы в этой сфере – недостаток микроэлементов йода и селена, а также сбалансированного аминокислотного состава современных продуктов питания. В России потребление белковых продуктов значительно снижено и компенсируется за счет потребления углеводсодержащей пищи. Отчасти это можно объяснить низкой покупательской способностью населения. Поэтому создание качественных доступных продуктов со сбалансированным аминокислотным составом является важной задачей.

Известно, что микроэлемент селен является синергистом йода, поэтому недостаточное поступление селена в организм приводит к возникновению йододефицита. Йододефицит испытывает более 2 млрд людей на всех континентах. Среди них у 740 млн человек выявлен эндемический зоб, 43 млн человек страдает от умственной отсталости. Недостаточное поступление микроэлементов йода и селена приводит к специфическим нарушениям синтеза гормонов щитовидной железы. Поэтому еще одной важной задачей на пути решения проблемы адекватного и сбалансированного питания является профилактика йодной и селеновой недостаточности.

Как известно, мясные продукты пользуются стабильным спросом в условиях современного питания. Важную нишу занимают колбасные: пищевое производство выпускает большой ассортимент колбасных изделий, основные представители – вареные, полукопченые, варено-копченые, сырокопченые, кровяные, ливерные и другие. Каждый из этих видов колбас производится из фарша – системы, преимущественно содержащей в себе мясное и жировое сырье, измельченное в различной степени в зависимости от технологии. Именно на стадии составления фарша возможно внесение немясных пищевых компонентов, улучшающих структурные и качественные свойства готового продукта. Для решения вышеперечисленных проблем в данной работе рассматривается возможность создания и внедрения на отечественный рынок мясной продукции ассортимента варено-копченых колбасных изделий с использованием смеси нута и пшеницы, пророщенной на растворах йода и селена, затем прошедшей стадию экструдирования.

Одним из эффективных путей предварительной подготовки к внесению в мясной продукт семян различных культур является их проращивание. Благодаря активации физиологических и биохимических процессов в проращиваемых семенах увеличивается биологическая доступность макро- и микроэлементов.

Отечественными и зарубежными учеными (Л.В. Антипова, А.Н. Бабаков, А.И. Жаринов, Ю.А. Жарко, Н.К. Журавская, А.Н. Иванкин, Г.И. Касынов, А.И. Мглинец, А.Н. Петров, А.А. Покровский, А.А. Творогова, A. Amos, D. Karlesking и др.) рассмотрена актуальность производства обогащенных и функциональных пищевых продуктов с применением нетрадиционного сырья и биологически активных компонентов, приведены принципы оптимизации профилактических свойств продуктов питания, рассмотрены особенности управления физико-химическими и биологическими процессами, ответственными за формирование качественных готовых изделий.

Следовательно, разработка обогащенных варено-копченых колбасных изделий для профилактики и предотвращения риска образования йодо- и селе-

нодефицита, а также для решения проблем с поступлением в рацион питания сбалансированного белка является актуальной проблемой в сфере обеспечения населения нашей страны полезными продуктами питания.

**Целью диссертационной работы** явилось научное обоснование и разработка варено-копченых колбас с применением экструдированной растительной смеси, обогащенной йодом и селеном.

В соответствии с поставленной целью в работе решались следующие **задачи**:

– изучить патентные и литературные источники, затрагивающие производство функциональных и обогащенных варено-копченых колбасных изделий;

– обосновать выбор предложенного растительного ингредиента – смеси экструдированного нута и пшеницы, обогащенной йодом и селеном в процессе проращивания – в производстве варено-копченых колбас, подобрать оптимальное соотношение растительных компонентов, разработать рецептуру и представить технологическую схему производства обогащенных варено-копченых колбас, а также пошаговую методику подготовки растительного ингредиента и его внесения на стадии составления фарша;

– провести комплексное исследование показателей качества готовой продукции;

– определить оптимальную дозу внесения растительного компонента в рецептуры обогащенных варено-копченых колбас;

– оценить экономическую эффективность внедрения представленного ассортимента обогащенных варено-копченых колбас;

– разработать комплект нормативной и технической документации и провести опытно-промышленную апробацию ассортимента обогащенных варено-копченых колбас.

**Научная новизна.** Впервые изучена возможность применения экструдата из смеси нута и пшеницы, обогащенной йодом и селеном в процессе проращивания на растворах йодида калия и селенита натрия, в технологии варено-копченых колбасных изделий.

Предложены методы обогащения варено-копченых колбас с сокращенным циклом производства благодаря кратковременности посола мясного сырья и проведения термообработки в универсальных термокамерах.

Обоснована целесообразность использования муки из экструдата пророщенных семян нута и пшеницы отечественных сортов, произрастающих на территории Волгоградской области, с повышенным содержанием целевых микроэлементов и аминокислот, в производстве качественной мясной продукции с минимальным внесением пищевых добавок.

Выбраны оптимальные дозы внесения растительного ингредиента, обеспечивающие улучшение структурно-механических свойств фарша и повышающие выход готового продукта без ухудшения органолептических показателей, пищевой и биологической ценности обогащенных варено-копченых колбас.

Показана необходимость нормирования показателя *КМАФАнМ* в представленном ассортименте обогащенных варено-копченых колбас ввиду особенностей компонентного состава.

**Теоретическая значимость и прикладная ценность полученных результатов.** Разработана рецептура и представлена технология варено-копченых колбас с повышенным содержанием микроэлементов йода, селена и улучшенным аминокислотным составом. Разработаны технические условия и технологическая инструкция на их производство (ТУ 10.13.14.190-242-10514645-2019 «Колбасы варено-копченые. Технические условия» и ТИ 10.13.14.190-242-10514645-2019).

Представлен технологический процесс производства экструдата из пророщенных семян нута и пшеницы – нута в растворе йодида калия, пшеницы в растворе селенита натрия соответственно.

Проведена комплексная оценка качества варено-копченых колбасных изделий собственной разработки. Доказано выраженное положительное влияние добавления растительного ингредиента на пищевую ценность готовой продукции, улучшение структуры фарша. Технологическое решение

подтверждено патентом на изобретение RU2626730 «Способ производства обогащенной варено-копченой колбасы».

Доказана экономическая эффективность и сокращение затрат в сравнении с производством аналогичной продукции.

**Научные положения, выносимые на защиту:**

- технология получения растительного компонента и его подготовки к внесению на стадии составления фарша;
- рецептура и способ производства обогащенных варено-копченых колбас с добавлением растительного ингредиента, представляющего собой гидратированную муку, полученную из семян нута нового сорта «Волжанин 50», пророщенных на растворе йодида калия, и семян пшеницы регионального сорта «Камышанка-4», пророщенных на растворе селенита натрия, и затем прошедших стадии сушки, смешивания в рекомендуемой пропорции, экструзии и измельчения;
- влияние растительного ингредиента на показатели качества, в т.ч. пищевую и биологическую ценность готового продукта, органолептические характеристики, сроки годности.

**Личный вклад соискателя.** Формулирование цели и задач научного исследования, разработка схемы проведения эксперимента, участие в проведении исследований, анализ полученных данных и обработка результатов работы, составление, разработка и оформление документации на получение патента на изобретение RU2626730 «Способ производства обогащенной варено-копченой колбасы», участие в конференциях и смотрах-конкурсах, участие в проведении опытно-промышленной апробации предложенного технологического решения.

**Достоверность результатов** подтверждается трехкратной повторностью опытов, их воспроизводимостью, обработкой с использованием пакета Microsoft Office Excel, Statistica 10, а также апробацией технологического решения в производственных условиях. Качество обогащенных варено-копченых колбас и их соответствие требованиям ТР ТС 034 / 2013 «О безопасности мяса и

мясной продукции и разработанного комплекта нормативной и технической документации подтверждено исследованиями, проведенными в следующих лабораториях: аккредитованной комплексно-аналитической лаборатории Поволжского научно-исследовательского института производства и переработки мясомолочной продукции (КАЛаб ГНУ НИИММП), лаборатории кафедры технологии пищевых производств Волгоградского государственного технического университета (ВолгГТУ), аккредитованной лаборатории ООО «Микронутриенты».

**Апробация работы.** Основные разделы диссертационной работы доложены, обсуждены и одобрены на всероссийских и внутривузовских конференциях: Смотр-конкурс научно-технологических работ студентов ФТПП ВолгГТУ (Волгоград, 2014, диплом); Смотр-конкурс научно-технологических работ студентов ФТПП ВолгГТУ, (Волгоград, 2015); Международная научно-практическая конференция «Инновации в интенсификации производства и переработки сельскохозяйственной продукции» ВолгГТУ, (Волгоград, 2015, диплом и золотая медаль); II Международная научно-практическая конференция (заочная) «Наука и современное общество: взаимодействие и развитие» (Уфа, 2015, сертификат участника); Смотр-конкурс научных, конструкторских и технологических работ студентов Волгоградского государственного технического университета (Волгоград, 2016); Смотр-конкурс выставочного центра «Царицынская ярмарка» (Волгоград, 2016, диплом и золотая медаль), Российская агропромышленная выставка «Золотая Осень», номинация «За разработку инновационных технологий мясопродуктов функционального назначения» (Москва, ВДНХ, 2016, диплом и золотая медаль), Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Научные основы создания и реализации современных технологий здоровьесбережения» (Ростов-на-Дону 28-29 октября, 2016, диплом и золотая медаль); Всероссийский смотр-конкурс лучших пищевых продуктов, продовольственного сырья и инновационных разработок ВолгГТУ (Волгоград, 2014, 2016, 2017, 2018, 2019, диплом и золотая медаль).

Работа выполнена в рамках Госзадания ГНУ НИИММП, грантов Президента РФ для молодых ученых МК 3731.2018.11, и для поддержки ведущих научных школ НШ-2542.2020.11.

**Публикации.** По материалам диссертации опубликовано 30 научных работ, в т.ч. 6 статей – в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 4 статьи – в зарубежных журналах, индексируемых в международных базах данных Scopus и Web of Science, 2 монографии, 17 статей – в научных изданиях, индексируемых в базе данных РИНЦ, 1 патент РФ на изобретение.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, 5 глав, включающих патентный и литературный обзор, организацию эксперимента и методы исследований и глав, посвященных собственно экспериментальным исследованиям с анализом полученных данных, заключения, списка использованных источников, включающих труды отечественных и зарубежных авторов, и приложений. Работа изложена на 178 странице машинописного текста, содержит 57 страниц приложений, 28 таблиц и 18 рисунков.

# 1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

## 1.1 Современное состояние рынка мясной продукции

Рынок отечественного мяса в 2017 году пережил весьма сложный период. Ежегодно покупательская способность населения неуклонно снижается, данный факт негативно повлиял на производство всех основных видов мяса и мясной продукции. Также в свете сложившихся обстоятельств, связанных с введением санкций со стороны США и стран ЕС по отношению к России, а также контрсанкций с нашей стороны – продуктового эмбарго, отечественные производители были вынуждены пересмотреть приоритетные категории мясных продуктов, уменьшив производство деликатесной продукции и увеличив удельный вес более доступных для населения колбасной продукции и полуфабрикатов. Несмотря на это производство мяса в 2017 году превысило 10,2 млн. тонн, опередив 2016 год на 4,8% [113].

6 августа 2014 года президент Российской Федерации В.В. Путин подписал указ, запрещающий ввоз в Россию некоторых видов сельскохозяйственного сырья и продукции из стран, применивших антироссийские санкции: США, стран Европейского союза, Австралии, Норвегии и Канады. 20 июля 2018 года Правительство РФ оформило постановление о продлении продэмбарго до конца 2019 года. Поэтому в силу сложившихся обстоятельств отечественному рынку мяса и мясной продукции преимущественно стоит полагаться только на отечественного производителя [112].

На данный момент куриное мясо занимает ведущее положение среди основных видов мяса по темпам наращивания производства и удельной доле. Так, если средний объем курятины, произведенной в месяц в 2016 году, составлял 377 тыс. тонн, то в 2017 году этот показатель достиг отметки в 405 тыс. тонн. Такой стремительный рост производства курятины и продуктов на основе куриного мяса связано с ее относительно низкой себестоимостью. Перенасыщение данного рынка приводит к жесткой конкуренции, ведущей к снижению цены на куриное мясо. Многие потребители отдают предпочтение куриному

мясу и соответствующим мясным изделиям, что объясняется более доступными ценами по сравнению с традиционными мясными продуктами.

В период 2017-2018 гг. в нашей стране продолжался рост производства свинины. Отечественные сельскохозяйственные предприятия смогли увеличить данный показатель до 2,8 млн. тонн, что на 6% превышает значения за 2016 год. Данный сегмент рынка также претерпевал перенасыщение, особенно это было заметно осенью 2017 года, когда наблюдалась низкая покупательская активность. Еще одним фактором, влияющим на покупательскую активность населения, выступали вспышки африканской чумы свиней. По сравнению с 2016 годом, их число значительно снизилось (150 случаев в 2017 г. против 300). Вирусы отмечались в Белгородской, Тамбовской, Саратовской, Нижегородской, Омской, Иркутской, Челябинской и Тюменской областях, Красноярском крае и на других территориях. «Жесткие карантинные меры, вводимые в пострадавших регионах, вносили свои коррективы в устоявшиеся взаимоотношения между компаниями, также это оказывало влияние на формирование цен внутри инфицированных регионов» [3].

Что касается рынка говядины в нашей стране, то тут наблюдается противоположная картина: объем говядины несколько снизился по итогам 2017 года – на 1% – по сравнению с 2016 годом, в корпоративном секторе объем говядины превысил отметку в 500 тыс. тонн. Поголовье крупного рогатого скота в период 2017-2018 гг. не изменилось по отношению к 2016 году, как по стране, так и отдельно в сельскохозяйственных округах. В стране не наблюдается перенасыщение рынка мяса говядиной: так, перебои поставок говядины из Республики Беларусь, а также запрет на импорт говядины из Бразилии и других стран, подпавших под действие продэмбарго, стали причиной роста цен на кусковую говядину в стране. Поэтому дальнейшее развитие событий в данной области зависит от действий крупных отечественных производителей говядины и регулирования рынка мяса и мясной продукции.

Таким образом, высокий уровень насыщенности рынка мясом цыпленка-бройлера и свининой создает условия для жесткой конкурентной борьбы.

Средние и малые предприятия по производству данного мясного сырья неспособны конкурировать с крупными предприятиями и холдингами, поэтому вынуждены уходить с рынка. Однако в 2017 году замечен рост и развитие предприятий в крупных регионах страны по производству свинины и птицы: Курск, Белгород, Воронеж, Краснодар, Псков и др. Реализация отечественного мяса и мясных продуктов в период 2017-2018 гг. сравнительно увеличилась через розничные сети (гипермаркеты и супермаркеты занимают значительное место в сфере розничной сети), объем оптовых продаж сократился [3].

На данный момент можно выделить следующих отечественных производителей мясной продукции, в том числе колбасных изделий: «Микояновский мясокомбинат», ОАО «Брянский мясокомбинат», АПХ «Ариант», АПХ «ЦАРЬ-МЯСО», ОАО «Великолукский мясокомбинат», Компания «Генеральские колбасы» («Дым ДымычЪ»), Российский концерн «Дубки», «Черкизовский мясоперерабатывающий завод», ГК «Талина» («Атяшево»), Мясокомбинат «Нейма», «Каменский райпищекомбинат» и многие другие, выпускающие меньший объем продукции, которая реализуется в основном в том же районе, где расположено само производство. О явном лидерстве какого-то производителя невозможно утверждать, так как рынок колбасных продуктов слабо структурирован.

Согласно проведенному обзору рынка колбасных изделий компанией Global Reach Consulting «мясные продукты, в частности колбасные изделия, достаточно популярны у россиян. В потребительской корзине колбасная продукция из мяса занимают четвертое место после молочных продуктов, овощей, фруктов и хлебобулочных изделий. Считается, что чем больше потребляются колбасные изделия – тем выше уровень благосостояния нации. Основную нишу на российском продовольственном рынке занимает рынок мяса и мясных продуктов, за счет постоянно увеличивающихся объемов производства и потребления мясных продуктов. Доля колбасных изделий составляет 62% всего российского рынка мяса и мясных изделий. 33% рынка колбасной продукции приходится на долю колбасных изделий, 30% на долю сосисок, 20% – на деликатесы, 17% – на ветчину» [88].

В последние годы наблюдается рост потребления мясных продуктов. Тенденция увеличения динамики жизни и снижения свободного времени становится поводом для увеличения спроса на готовую мясную продукцию и полуфабрикаты.

Экономический кризис в 2009 году значительно повлиял на покупательскую способность населения нашей страны. Цены на колбасные изделия значительно возросли, как и цены на другие продукты питания, из-за чего потребители стали более бдительно подходить к вопросу выбора колбасных изделий. Покупатели ожидают от дорогих колбасных изделий более мясного вкуса и привычной плотности – это еще один из аспектов, по которым оценивается качество колбасных изделий. С другой стороны, некоторые потребители стали реже покупать мясные изделия или отказались от них вовсе, отдавая предпочтение обычному мясу и объясняя свой выбор тем, что за те же деньги, а порой и меньшие, они приобретают более качественный товар без добавления пищевых добавок [133]. Такую позицию потребителей можно объяснить сильным развитием телепередач на темы современных продуктов питания и их составе, вредности пищевых добавок и генномодифицированных ингредиентов. Также среди потребителей бытует мнение, что поначалу колбасные изделия новых торговых марок имеют хорошее качество, но со временем оно становится хуже.

Немаловажным этапом при проектировании нового продукта и повышении его конкурентоспособности является установление требований к их качеству с учетом предпочтений потребителей. С целью получения полноценной картины покупательских предпочтений был проведен социологический онлайн-опрос с использованием готовых форм на платформе Google.Формы. В опросе приняло участие более ста респондентов, возраст опрашиваемых варьировался от 16 до 40 лет. Тема опроса – «Потребление варено-копченых колбас и потребительское отношение к новым обогащенным продуктам». Основные вопросы: соответствие требованиям ГОСТ, органолептика (вкус, цвет, аромат, привлекательный вид упаковки), влияние рекламы, состав продукта, частота покупки, цена/качество, отношение к обогащенным и функциональным продуктам, сба-

лансированный аминокислотный состав продукта, обогащение витаминами и микроэлементами, в том числе йодом и селеном, использование растительного сырья как источника белка, клетчатки и микроэлементов.

В ходе проведенного опроса и обработки полученных данных получилась следующая совокупность потребительских требований по отношению к варено-копченым колбасам с традиционным составом и обогащенным продуктам:

– 52% респондентов покупают варено-копченые колбасы и другие колбасные изделия не менее одного раза в две недели, 17% приобретают данную продукцию чаще, остальные покупают раз в месяц или вовсе отказались в пользу обычного мяса. Большинство опрошенных в комментариях отметили, что покупали бы продукцию чаще, если бы она стоила дешевле и ее состав был бы более качественный. Данную ситуацию можно объяснить введением продуктового эмбарго, снижением покупательской способности населения и неуклонным ростом цен на готовую мясную продукцию;

– большинство опрошенных желает видеть на прилавках продукцию, изготовленную по требованиям ГОСТов и относятся с недоверием к продукции, изготовленной по требованиям ТУ и СТО;

– немаловажным фактором при покупке мясной продукции является цена. 95% респондентов желают видеть на прилавках варено-копченую колбасу по сниженной цене. За показатель «цена/качество» проголосовали 75% опрошенных. В данный показатель вошли органолептические показатели продукта – вкус (88%), цвет (68%), выраженный аромат мяса и специй (79%), консистенция (65%), а также состав продукта (76%);

– к маркетинговым показателям респонденты отнеслись скептически: внешний вид упаковки может стать импульсом для покупки только у 10% опрошенных, реклама может заинтересовать только 5% опрошенных, однако 27% покупателей отдаст предпочтение известной марке продукции;

– респонденты достаточно положительно отнеслись к предложению появления на прилавках обогащенных варено-копченых колбас. 65% опрошен-

ных желают видеть данную продукцию с улучшенным аминокислотным составом, но при условии сохранения цены. За увеличение содержания микроэлементов, в том числе йода и селена, проголосовало 63%, 58% опрошенных не против использования растительного сырья в варено-копченых колбасах в качестве источника клетчатки, белка и микроэлементов, но 42% придерживаются «традиционной» рецептуры.

На основе полученных данных можно предполагать, что потребители положительно отнесутся к обогащенным варено-копченым колбасам, имеющим улучшенный аминокислотный состав, больше натуральных ингредиентов, при одновременном сохранении или снижении стоимости такого продукта.

## 1.2 Основные направления в создании функциональных и обогащенных пищевых продуктов

Согласно распоряжению Правительства России №1873-р «за прошедшие 5-7 лет отмечены улучшения в состоянии питания населения за счет изменения структуры потребления пищевых продуктов: увеличения доли мясных и молочных продуктов, а также овощей и фруктов. Также внедрено более 1200 новых технологических процессов и новых пищевых продуктов, обогащенных микронутриентами и биологически активных добавок к пище. Это привело к снижению распространенности дефицита ряда витаминов, однако проблема адекватной обеспеченности населения микронутриентами все еще остается не решенной» [89].

Несмотря на позитивные тенденции в питании населения, показатель смертности в нашей стране по причине неадекватного питания по-прежнему остается на высоком уровне, чем в большинстве европейских стран [66]. Это свидетельствует о необходимости наращивания ассортимента качественных продуктов питания и развития оздоровительных программ как всего населения, так и групп риска, в том числе людей, страдающих йодной, селенной недостаточностью и недостаточным потреблением белка. С 2009 года был запущен проект «Здоровая Россия», направленный на профилактику заболеваемости пу-

тем популяризации здорового образа жизни, борьбы с вредными привычками и улучшения питания» [106].

Большая часть населения не имеет времени и условий для правильного питания в рабочее время, что неблагоприятно сказывается на здоровье рабочих. Кроме того, многие семьи имеют низкий уровень доходов, поэтому для них планируется внедрение системы целевой продовольственной помощи с целью профилактики имеющихся нарушений питания [89].

«Основной задачей государственной политики в области здорового питания является создание экономической, законодательной и материальной базы, которая в условиях поставленной задачи должна обеспечивать производство основных видов продовольственного сырья и пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям качества и безопасности, создающих продовольственную безопасность страны; развитие отечественного производства пищевых ингредиентов», развитие отечественного производства функциональных и обогащенных пищевых продуктов, диетических продуктов, а также биологически активных добавок к пище [89].

Поиск новых источников незаменимых компонентов пищи, использование в производстве нетрадиционных видов сырья с целью повышения пищевой и биологической ценности готового продукта является научной основой современной стратегии производства продуктов питания, в том числе колбасных изделий. За последнее десятилетие значительно увеличился ассортимент мясных продуктов, в составе которых имеются растительные компоненты. Использование альтернативного сырья решает проблему недостатка сырьевых ресурсов, позволяет обогащать продукты различными макро- и микронутриентами и получать сбалансированные продукты питания [5, 6].

Как утверждают в своих работах Л.А. Борисенко, В.А. Тутельян, Ж.З. Уразбаев, А.В. Устинова, О.С. Фоменко и др., производство комбинированных мясных продуктов должно осуществляться с учетом функционально-технологических свойств при взаимообогащении функциональными ингреди-

ентами, улучшении показателей качества готового продукта при условии сохранения или снижения себестоимости [123-125].

Российские и зарубежные авторы, работающие в данном направлении, подчеркивают перспективность использования в технологии мясных продуктов зерновых культур, которые снижают потери в процессе производства и стабилизируют показатели качества продукта.

Традиционно в колбасном производстве используют муку зерновых культур, крупы – пшено, рис и др. – для увеличения вязкости и влагоудерживающей способности фарша разных видов колбасных изделий. В основном зерно и крупы, взятые по отдельности, содержат несбалансированный аминокислотный состав; комбинирование растительных компонентов и их внесение в продукт будет способствовать повышению его биологической ценности.

Например, американскими специалистами были изучены свойства сосисок с пониженным содержание жира, в которые добавлялись овсяные отруби. В ходе термической обработки в таком продукте снижалось количество выделяемой влаги и повышалось усилие резания. Включение отрубей в колбасные изделия обогащает витаминами *B* и *PP*, а также минеральными веществами. Оптимальная доза внесения овсяных отрубей в сосиски была определена в количестве 2% от массы несоленого сырья при условии добавления не более 20% воды. Однако овсяная крупа содержит лимитирующие аминокислоты, ее внесение в малом количестве не ухудшает аминокислотный состав готового продукта, но и не способствует его обогащению данными компонентами [122].

При обогащении продукта витаминами рекомендуется использовать устойчивые к воздействию высоких температур группы: водорастворимые витамины – рибофлавин, пиридоксин, кобаламин, ниацин и биотин; жирорастворимые витамины – *A*, *D*, *E*, *K*. Также степень сохранности витаминов зависит от сопутствующих компонентов фарша – пищевых добавок, заменителей животного белка, которые оказывают различное влияние ввиду своей химической природы.

В настоящее время специалисты мясоперерабатывающей отрасли разрабатывают колбасные изделия и другие продукты из мяса, направленные на профилактику дефицита эссенциальных ингредиентов путем комбинирования мясного и растительного сырья, а также частичной заменой мясного сырья растительным. Многие авторы в своих работах (Т.Н. Гиро, И.Ф. Горлов, Т.Ю. Гребенщикова, А.И. Дуба, В.Г. Зонин, Л.С. Кудряшов, О.Н. Клюкина, Т.Ф. Чиркина и др.) отмечают, что использование растительного сырья с целью обогащения мясных продуктов, по сравнению с очищенными препаратами, предпочтительнее, так как наблюдается более выраженный эффект обогащения функциональными компонентами [21, 55, 73]. Таким образом, развитие производства функциональных и обогащенных пищевых продуктов является перспективным направлением, так как удовлетворяет концепции здорового питания и соответствующей государственной политике.

В результате реализации государственной политики в области здорового питания «к 2020 году предполагается улучшение основных социально-демографических показателей населения – ожидаемая продолжительность жизни в среднем до 75 лет. В области производства пищевых продуктов и продовольственного сырья намечаются следующие нормативы:

– увеличение производства отечественного мясного сырья и продуктов его переработки на 45-50%;

– обеспечение 80-95% ресурсов внутреннего рынка основных видов продовольственного сырья и пищевых продуктов за счет продуктов отечественного производства;

– обеспечение 80% рынка продуктов лечебного и профилактического назначения, за счет совершенствования отечественного производства и продуктов российского производства» [89].

Основные выводы:

– присутствует тенденция производства продуктов питания для групп риска, в том числе страдающим йодной и селенной недостаточностью;

– программа предусматривает выпуск качественной готовой продукции, в том числе продукции, имеющей сбалансированный аминокислотный состав;

– государственная политика в области здорового питания поощряет внедрение и выпуск обогащенной мясной продукции, а также компонентов, необходимых для их производства [126];

– большую долю рынка мясных продуктов занимают вареные, варено-копченые и полукопченые колбасы, следовательно, они пользуются большим спросом и при создании новых видов продукта нужно ориентироваться на данные виды колбасных изделий.

## 1.3 Роль белка и микроэлементов йода и селена в питании человека

Проблема несбалансированного питания является актуальной в современном обществе. Особое место в данном вопросе занимают недостаточное потребление белка, а также йода и селена. Недостаток этих компонентов приводит к повышению риска возникновения заболеваний.

Белки – высокомолекулярные азотсодержащие органические соединения, представляют собой полипептидные цепи, содержащие от 100 до 1000 и более аминокислотных звеньев, соединенных друг с другом пептидными связями. Белки являются важным компонентом в питании человека. Они должны поступать в организм человека в достаточном количестве и иметь сбалансированный состав. Обычно это достигается путем правильного рационального питания. В зависимости от возраста и характера трудовой деятельности человека оптимальное количество потребляемого белка варьируется в пределах 1,5-2,5 г на 1 кг веса тела в сутки. Этого количества вполне достаточно как для восполнения данного нутриента в целом, так и для удовлетворения потребностей в незаменимых аминокислотах, которые не синтезируются организмом человека.

Как утверждают в своих работах Литвицкий П.Ф. и Мальцева Л.Д., «недостаточное поступление белка в организм человека приводит к синдрому недостаточного питания. Основу этого синдрома составляет белково-энергетическая недостаточность, которая характеризуется системным измене-

нием основных метаболических процессов – нарушением гомеостаза, водно-электролитным дисбалансом, нарушением нервной регуляции, эндокринопатиями, иммунопатологическими состояниями, дисфункцией системы пищеварения, других органов и систем. Проявляется данный синдром ухудшением физического и нервно-психического состояния, у детей – задержкой в развитии» [76, 147]. К наиболее клинически значимым формам белково-энергетической недостаточности относят квашиоркор (вид тяжелой дистрофии на фоне недостатка белков в пищевом рационе) и алиментарный маразм.

Йод является структурообразующим элементом тироидных гормонов, которые участвуют в различных биологических процессах организма – рост и дифференциация тканей, процессах обмена веществ, теплопродукции. Несмотря на то, что суточная норма потребления этого микроэлемента достаточно мала, население постоянно испытывает в разной степени дефицит йода в зависимости от территориальных особенностей проживания. Важность йода подчеркивает производство обогащенных продуктов питания, пищевых добавок (йодированная соль) и биологически активных добавок (БАД).

Многие потребители считают, что употребление в ежедневном рационе йодированной соли позволяет исключить недостаток данного микроэлемента. Йодированная поваренная соль представляет собой смесь обычной поваренной соли с неорганическими соединениями йода. Основной недостаток йодированной соли кроется в индивидуальных привычках потребителей: кто-то любит малосоленую пищу, кто-то любит пересаливать. Кроме того, при производстве такой соли сложно проконтролировать равномерное распределение соединений йода в смеси. Йодат калия и йодид калия выступают в качестве вспомогательных источников йода.

Йоддефицитные заболевания (*ЙДЗ*) являются одними из наиболее распространенных заболеваний человека. Повышенный риск недостаточного потребления йода наблюдается у 1,5 млрд. жителей Земли, 600 млн. человек имеет увеличенную щитовидную железу (так называемый эндемический зоб).

По данным ООН, нехватка йода в организме является причиной выраженной умственной отсталости у 43 миллионов человек.

Основная причина широкого распространения йоддефицитных заболеваний состоит в недополучении человеком с пищей и водой количества йода, достаточного для нормального функционирования щитовидной железы. Суточная потребность йода составляет 100-200 мкг, а за всю жизнь человек потребляет всего 3-5 граммов йода, что эквивалентно содержимому одной чайной ложки. Особое биологическое значение йода заключается в том, что он является составной частью молекул гормонов щитовидной железы – гормона тироксина, содержащего 4 атома йода, и трийодтиронина, в составе которого 3 атома йода. В организме человека нет органа или системы, которые бы не нуждались в тироидных гормонах [83]. Тироидные гормоны управляют обменом белков, жиров и углеводов, регулируют деятельность нервной системы, половых и молочных желез, деятельность мозга, а также рост и развитие самого организма.

Зачастую люди даже не подозревают о наличии у них дефицита йода в той или иной мере. Дефицит проявляется по-разному: повышенная раздражительность, либо наоборот, подавленность, необходимость в длительном восстановлении сил, нарушение сна, быстрая утомляемость, высокая подверженность инфекционным заболеваниям, нарушение половых функций. В отличие от недостаточности основных компонентов питания (белков, жиров и углеводов), дефицит йода не имеет подчас внешне выраженного характера, за что получил название «скрытый голод».

В настоящее время практически все население России испытывает дефицит йода и селена. Большая часть нашей территории имеет недостаточное содержание этих элементов в почве, воде, продуктах питания, выращенных на этих почвах, это биогеохимические провинции, где проживает 4 / 5 населения страны. В настоящее время выделяют тридцать регионов нашей страны, в которых отмечается дефицит йода: Республика Тыва, Республика Саха-Якутия, Калмыкия, Архангельская, Воронежская, Тамбовская, Белгородская, Московская, Оренбургская, Волгоградская области, в крупных городах –

Москва, Санкт-Петербург, Красноярск и др. Остро стоит проблема йододефицитных заболеваний в регионах с повышенным уровнем радиационного фона [124].

Ниже приведен список некоторых болезней и нарушений, вызываемых недостатком микроэлементов йода в организме:

– зоб, нарушение функции щитовидной железы;
– нарушение обмена веществ;
– негативное влияние на деятельность сердечно-сосудистой системы и печени;
– нарушения нервной системы человека, деятельности мозга, половых и молочных желез;
– грудной и поясничный радикулит, слабость в суставах и мышечные боли, анемия;
– нарушения репродуктивной функции;
– риск развития у плода и новорожденного сердечнососудистой патологии, высокая смертность грудных детей, кретинизм, отставание в психическом и физическом развитии у детей [104].

Селен (*Se*) считают элементом-антиокислителем. «Функции селена в организме довольно разнообразны. Прежде всего, селен является сильным антиоксидантом, препятствуя развитию опухолевых процессов и старению организма» [83]. Селен является незаменимым компонентом большинства гормонов, ферментов и белков, усиливает иммунитет организма, стимулирует обмен веществ, нормализует работу эндокринной системы, стабилизирует работу нервной системы. Достаточное содержание данного микроэлемента в организме снижает риск возникновения сердечнососудистых заболеваний, защищает организм от воздействия тяжелых металлов, а также благотворно влияет на состояние кожных покровов, ногтей и волос.

Дефицит селена в организме становится причиной развития атеросклероза, миотонической дистрофии. Симптоматическая картина недостатка селена во многом схожа с дефицитом йода. Одним из актуальных вопросов в данной обла-

сти остается применение селена для профилактики и лечения различных заболеваний у детей и подростков.

Также проводятся исследования зависимости развития онкопатологии от наличия селена в организме человека. Например, в работе W.Q. Wei утверждает, что «без селена невозможен синтез эритроцитарной глутатионпероксидазы (*GPX*) – фермента, обладающего мощным антиоксидантным воздействием. Механизм синергического действия включает в себя захват токоферолами перекисных радикалов и их последующее разрушение *Se*-содержащей *GPX*» [84, 151].

Селен и йод – взаимосвязанные микроэлементы. Йод и селен используются в репродукции тиреотропных гормонов, которые стимулируют функции всех желез внутренней секреции. Одновременная недостаточность селена и йода приводит к значительному ухудшению состояния организма, особенно у пожилых, беременных, кормящих, детей и подростков. Следует отметить, что дефицит селена влечет за собой плохую усвояемость и дефицит йода и, следовательно, к нарушению гомеостаза *Ca* – главного неорганического мессенджера – со всеми вытекающими из этого последствиями. Поэтому важно отметить, что недостаток одного из этих микроэлементов неуклонно влечет за собой недостаток другого – выраженный синергизм йода и селена [90].

В организме человека содержится 14 мг *Se*, в основном в ядрах клеток. Суточная потребность в селене составляет 70 мкг для мужчин и 55 мкг / сут. для женщин. «Основным источником его служит пшеничная грубая необработанная мука» [84, 131, 132].

В связи с вышеизложенным можно отметить, что внедрение на рынок продуктов питания мясных изделий, в том числе варено-копченых колбас с растительной добавкой, обогащенных йодом и селеном, будет актуальным решением для снижения риска возникновения йодо- и селенодефицита, а также недостатка белков. На данный момент отечественный пищевой рынок располагает малым ассортиментом функциональных и обогащенных продуктов [2, 26]. Вводимый в продукт растительный компонент, состоящий из экструдированных

пшеницы и нута, обогащенный йодом и селеном, является хорошим источником белка и данных микроэлементов, а также некоторых витаминов и пищевых волокон, благоприятно воздействующих на пищеварение [77, 117, 122]. Употребление такого продукта в ежедневном питании будет способствовать повышению уровня здоровья и профилактике нежелательных процессов в организме человека, связанных с недостатком целевых микроэлементов [128, 137].

## 1.4 Патентный и литературный обзор существующих технологий обогащенных варено-копченых колбас

Для решения проблем недостатка йода, селена и белка в рационе населения нашей страны было решено создание ассортимента обогащенных варено-копченых колбас, включающий в себя четыре позиции:

1) колбаса варено-копченая с добавлением растительного компонента в количестве 10%, представляющей собой смесь экструдата нута и пшеницы в соотношении одна часть пшеницы на четыре части нута, обогащенные соответственно селеном и йодом;

2) колбаса варено-копченая с добавлением растительного компонента в количестве 10%, представляющей собой смесь экструдата пшеницы и нута, не обогащенная селеном и йодом, в соотношении одна часть пшеницы на четыре части нута;

3) колбаса варено-копченая с добавлением растительного компонента в количестве 15%, обогащенная йодом и селеном;

4) колбаса варено-копченая с добавлением растительного компонента в количестве 20% от массы несоленого сырья, обогащенная йодом и селеном.

В предыдущих исследованиях растительный компонент вносился в виде гидратированной муки из пшеницы, обогащенной йодом и селеном, в количестве 10% от массы несоленого сырья. Такое внесение не ухудшало показатели качества варено-копченых колбас, однако получаемый продукт не отличался улучшенным белковым составом. Выпуск данного ассортимента продукции, а также контрольного образца позволит определить оптимальное внесение рас-

тительного компонента, дающее необходимый результат с позиции обогащения готового продукта и не ухудшающий его органолептические свойства.

Способ производства варено-копченой колбасы собственной разработки имеет общие для данного вида продукта стадии приготовления, включающие подготовку мясного сырья, его измельчение, составление фарша в мешалке, начиная с нежирного сырья, внесение добавок, и на заключительной стадии добавляя жирное сырье и льдоводяную смесь, наполнение оболочек и вязка батонов. Далее идет осадка, первичное копчение, варка, охлаждение, вторичное копчение, сушка. Данный способ отличается тем, что для усиления окраски вводят краситель красный рисовый, частично взамен мясного сырья – растительный ингредиент, состоящий из нута и пшеницы, подготовка которого включает очистку, мойку, проращивание пшеницы на растворе селенита натрия, а нута – на растворе йодида калия, промывание, высушивание, смешивание, экструдирование и измельчение пророщенного компонента, гидратирование и внесение на стадии составления фарша.

Известна колбаса варено-копченая деликатесная высшего сорта согласно ГОСТ 16290-86 и способ ее производства, предусматривающий использование мясного сырья: говядина жилованная высшего сорта, свинина жилованная полужирная, грудинка свиная или шпик свиной, предварительное измельчение и посол, приготовление фарша с добавлением пряностей, чеснока и нитрита натрия, формование батонов колбасы, их осадку, термическую обработку, сушку и охлаждение. Недостатками данного способа является длительность производственного процесса, а также использование при составлении фарша нитрита натрия, который запрещен к применению в виде раствора согласно разделу VIII ТР ТС 034 / 2013 [33, 120, 135].

В ходе обзора патентной документации было выяснено, что изобретения обогащенных и функциональных варено-копченых колбас практически отсутствуют в нашей стране. Наибольший упор среди разработок идет на уменьшение сроков технологического процесса, повышение качества готовой продукции и экономию производственных ресурсов [56, 57]. К примеру, был найден

действующий патент RU 2284115 «Способ производства варено-копченых колбас», который предусматривает внесение на стадии посола концентрата пропионовокислых бактерий в количестве 2-3 единицы активности на 100 кг основного сырья. Авторы отмечают сокращение времени посола и улучшение органолептических свойств готовой продукции. Однако получаемая мясная продукция ничем не обогащается [96].

Имеется действующий патент RU 2525260 «Колбаса варено-копченая с использованием мяса нутрии», в котором автор описывает технологию приготовления продукта с использованием пребиотика «Лактобэл-ЭД», многофункциональной добавки «Гелеон 179М» и альтернативного высокобелкового сырья – мяса нутрии (болотного бобра). Подчеркивается получение продукта с повышенным количеством белков, фосфора, железа, кальция, магния, калия, что подтверждается табличными данными в патенте. Недостаток данного способа состоит в недостаточном разведении данных грызунов, такая колбаса будет иметь повышенную стоимость из-за редкой встречаемости мяса нутрии на отечественном рынке. Получаемый продукт содержит повышенное содержание белка и микроэлементов несмотря на то, что автор не позиционирует свой продукт как функциональный или обогащенный [102].

Был также изучен патент RU 2423882 «Способ получения мясопродуктов функционального назначения», который может использоваться при производстве сырокопченых, полукопченых, вареных и варено-копченых колбас, а также других мясных продуктов. Данный способ предусматривает внесение на стадии приготовления фарша растительной добавки, представляющей собой порошок очищенных семян тыквы, в количестве 3-9% к массе фарша. Автор гарантирует «получение функционального продукта, сбалансированного одновременно по аминокислотному, жирнокислотному и минеральному составам» [17]. Однако, в отличие от собственной разработки, в данном патенте отсутствует четкое описание всех стадий технологии, порошок из семян тыквы не обогащен целенаправленно целевыми микроэлементами, а просто добавляется в измельченном виде. Кроме того, данный патент прекратил свое действие.

Следовательно, можно отметить, что данная разработка не предусматривает получение продукта, имеющего конкретную специализацию в области решения проблем йодо- и селенодефицита [99].

Довольно любопытная технология представлена в патенте RU 2632487 «Способ подготовки фарша для колбасных изделий и полуфабрикатов». Отличительная особенность заявленного способа – использование клейковины из зерна злаков, например, пшеницы, в охлажденном или подмороженном виде, и замена мясного сырья данным компонентом от 10 до 60%. Для сохранения естественного цвета колбас в клейковину добавляют краситель. В варено-копченых колбасах автор предлагает заменять мясное сырье клейковиной в количестве 40%. Такой продукт имеет меньшую себестоимость, увеличенный выход, фарш имеет наиболее качественные функционально-технологические свойства [103]. Тем не менее, ставятся под сомнение показатели качества такого продукта, прежде всего органолептические показатели. Возможно, добавление красителя в клейковину способствует сохранению привычного цвета для варено-копченой колбасы, но показатели вкуса могут заметно ухудшиться. Кроме того, в рецептуре присутствует соевый белок, который старательно «обходят стороной» современные потребители; большой удельный вес нетрадиционных компонентов в колбасе неминуемо приведет к потере мясного вкуса. Добавление комплекса специй в таком случае не сможет исправить общую картину органолептики. И, наконец, чрезмерно большое количество добавляемой клейковины: для варено-копченых колбас – до 40% взамен мясного сырья. Несомненно, это будет способствовать повышению структурно-механических свойств фарша, но чрезмерное повышение данных параметров приводит к перегреву фарша в процессе составления фарша и его шприцевания в колбасные оболочки, что будет приводить к дополнительной потере цвета готовых колбас и ухудшению качества готовых изделий.

Наиболее близким по техническому решению является колбаса варено-копченая сервелат и способ ее приготовления, описанная в патенте RU 2212164, на данный момент прекративший свое действие. Получаемый продукт, соглас-

но описанию, имеет стабильные органолептические характеристики [93]. Недостатками данной разработки является использование дорогого сырья, многократность измельчения мясного сырья, а также длительная выдержка в посоле, в результате чего повышается длительность процесса производства. Кроме того, при составлении фарша используется нитрит натрия, который запрещен к применению в виде раствора.

Были рассмотрены также патенты среди других категорий мясных продуктов, такие как вареная колбаса, сосиски и рубленые полуфабрикаты [98]. В патенте RU 2189156 авторы рассматривают внесение на стадии приготовления фарша картофеля в количестве 2-3% к массе фарша и коллагенового полуфабриката в количестве 5-25%, полученного из отходов жиловки говядины или отходов кишечного сырья, обработанных ферментными препаратами. Повышается биологическая ценность продуктов (аминокислотный состав) и расширяются функциональные возможности малоценного коллагенсодержащего сырья, повышение безотходности производства. В качестве примеров приводят использование данной технологии в приготовлении вареных колбас, мясных хлебов и рубленых полуфабрикатов. Авторы подчеркивают возможность использования данной технологии при производстве других видов фаршевых колбас. На данный момент патент прекратил свое действие [91].

В действующем патенте RU 2239336 рассматривается производство колбасных изделий – вареных колбас и сосисок – функционального назначения. Особенность изобретения состоит в добавлении в состав фарша пивной дробины в виде муки, обогащающей продукты полиненасыщенными жирными кислотами. Солодовая пивная дробина образуется после отделения жидкой фазы – пивного сусла. Изобретение обеспечивает создание нового ассортимента колбасных изделий для геродиетического, профилактического и специального питания [94].

В патенте RU 2192150 рассматривается использование *БАД* к пище, содержащей йод, и производство широкого спектра продуктов питания с представленным БАДом. Наиболее близким для собственной разработки бу-

дет пример №11 данного патента. Здесь авторами рассматривается обогащение мясных продуктов соединениями с ковалентно связанным йодом путем добавления в фарши йодированного соевого белка. Отмечается высокая термическая стойкость синтетического йодированного белка: температура разложения достигает 199-201°С. Несмотря на это, данный пример нацелен на производство вареных колбас [92].

В ходе проведения обзора патентных и литературных источников были выделены следующие ключевые моменты:

1. Государственная политика в области здорового питания поощряет тенденцию разработки и внедрения в производство обогащенных и функциональных продуктов питания;

2. Одним из актуальных направлений в производстве обогащенных продуктов является производство продуктов питания для групп риска, в т.ч. страдающих йодной и селенной недостаточностью;

3. В ходе обзора патентной документации было выяснено, что изобретения варено-копченых колбасных изделий с повышенным содержанием белка, йода и селена практически отсутствуют в нашей стране, основное направление большинства патентов – снижение длительности производственного цикла и себестоимости продукции;

4. Имеется патент RU 2423882, предусматривающий внесение в варено-копченые колбасы и другие мясные продукты растительной добавки в виде порошка очищенных семян тыквы; однако в данном патенте нет подробного описания технологии и, кроме того, он прекратил свое действие;

5. Наиболее близким по техническому решению к собственной разработке может считаться патент RU 2212164, который не предусматривает производство обогащенных колбас, однако тип используемого мясного сырья и особенности проведения основных стадий технологии во многом схожи с производством варено-копченых колбас собственной разработки;

6. Наиболее близко по смыслу к собственной разработке по форме введения растительного компонента и типа используемого сырья описывается тех-

нология в патенте RU 2632487, в котором мясное сырье заменяется клейковиной в количестве от 10 до 60%. В варено-копченые колбасы патентообладатель рекомендует добавлять 40% клейковины. Было поставлено под сомнение сохранение показателей качества готового продукта при такой доле замены традиционного мясного сырья. Внесение вкусоароматических добавок и красителя в клейковину не будет способствовать полному сохранению органолептических параметров на должном уровне, при шприцевании такого фарша в колбасные оболочки вполне вероятен его перегрев;

7. Введение растительной ингредиента в продукцию собственной разработки должно быть рациональным, чтобы обеспечить получение необходимых свойств без изменения показателей качества и себестоимости производства.

Задачей собственной разработки является получение продукта высокого качества с минимальным введением пищевых добавок, обогащенного за счет внесения частично взамен мясного сырья растительного компонента с йодом и селеном, удешевление производства благодаря использованию растительного сырья, повышение экономичности производственного процесса.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО ОБЗОРУ ЛИТЕРАТУРЫ

Анализ современного состояния рынка мясной продукции показал высокий уровень насыщенности рынка свининой и мясом цыплят-бройлеров при незначительном снижении производства говядины. Вследствие введения продовольственного эмбарго в нашу страну стало ввозиться меньше мясного сырья, что привело к росту цен на мясо и мясную продукцию, поиску альтернативных поставщиков и налаживанию отечественного производства на общем фоне ужесточившейся конкуренции. Снижение покупательской способности привело к отказу многих слоев населения от мясной продукции в пользу обычного мяса, которое, по их мнению, не содержит пищевых добавок. Отечественные производители были вынуждены пересмотреть приоритетные категории мясных продуктов, уменьшив производство деликатесной продукции и увеличив удельный вес более доступных для населения колбасной продукции и полуфабрикатов.

Государственная политика в области здорового питания предусматривает развитие производства качественной готовой продукции, в том числе продукции со сбалансированным составом, и поощряет внедрение и выпуск функциональной и обогащенной мясной продукции. Мясные продукты, в частности колбасные изделия, достаточно популярны в нашей стране. Результаты проведенного опроса среди населения по потреблению варено-копченых колбас показали, что большинство опрошенных покупают данный продукт раз в две недели или чаще, и покупали бы еще больше, если бы ее стоимость была ниже. За критерий цена/качество проголосовало 75% респондентов, это является ключевым показателем для производства любой продукции. И наконец, на предложение появления в магазинах обогащенных варено-копченых колбас больше половины опрошенных откликнулись положительно, они желают видеть продукцию с улучшенным аминокислотным составом, не против увеличения содержания микроэлементов, но при условии сохранения прежней цены и даже ее уменьшения.

Поиск новых источников незаменимых компонентов пищи, использование в производстве нетрадиционных видов сырья с целью повышения пищевой и биологической ценности готового продукта является научной основой современной стратегии производства продуктов питания, в том числе колбасных изделий. Во многих регионах нашей страны наблюдается дефицит сбалансированного белка, микроэлементов йода и селена в питании людей. Проблема несбалансированного питания является актуальной в современном обществе. Внедрение на рынок продуктов питания варено-копченых колбас с растительной добавкой, обогащенных йодом и селеном, будет актуальным решением для снижения риска возникновения йодо- и селенодефицита, а также недостатка белка в современном рационе питания.

Анализ патентных и литературных источников существующих технологий функциональных и обогащенных варено-копченых колбас выявил недостаточное развитие данного направления, большая часть изобретений направлена на ускорение производственного цикла и получение продукции со сниженной

себестоимостью. Наиболее близкой по смыслу к собственной разработке была найдена технология, описанная в патенте RU 2632487, в которой мясное сырье заменяется клейковиной в количестве от 10 до 60%. Было поставлено под сомнение сохранение показателей качества готового продукта при такой доле замены традиционного мясного сырья. Введение растительных добавок должно быть рациональным, без снижения качества готового продукта – органолептических показателей, хранимоспособности, пищевой и биологической ценности.

На основе литературного анализа были сформулированы цель и задачи настоящей диссертационной работы (см. раздел «Введение»).

# 2 ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

## 2.1 Схема проведения экспериментальных исследований

В соответствии с поставленными задачами исследовательской работы, необходимо было разработать схему проведения исследований. Обобщенная схема исследований, включающая их подготовку и проведение, анализ полученных результатов, а также реализацию приведена на рисунке 1.

Определяемые показатели в схеме: 1 – общий химический состав семян исследуемых сортов нута и пшеницы; 2 – микроэлементный состав семян нута и пшеницы; 3 – микробиологические показатели: количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (*КМАФАнМ*), бактерии группы кишечной палочки (*БГКП*), S.aureus, L.monocytogenes, патогенные, в т.ч. Salmonella, сульфитредуцирующие клостридии; 4 – органолептические показатели; 5 – процент потерь при термообработке, выход продукта; 6 – влагосвязывающая способность (*ВСС*) фарша; 7 – пластичность и предельное напряжение сдвига фарша; 8 – водородный показатель *pH*; 9-15 – массовые доли влаги, белка, жира, углеводов, поваренной соли, нитритов и фосфатов; 16 – содержание микроэлементов йода и селена; 17 – содержание витаминов; 18 – определение зольности продукта; 19 – аминокислотный состав продукта; 20 – расчет показателей аминокислотной сбалансированности; 21 – микроструктурный анализ готовых изделий; 22 – энергетическая ценность; 23 – характер роста микроорганизмов в процессе холодильного хранения продукта.

Первым этапом был проведен патентный и литературный обзор современного состояния рынка мясной продукции, основных направлений создания функциональных и обогащенных пищевых продуктов, наличия технологий обогащенных варено-копченых колбас. На основании полученных сведений были сформулированы цель и задачи диссертационной работы.

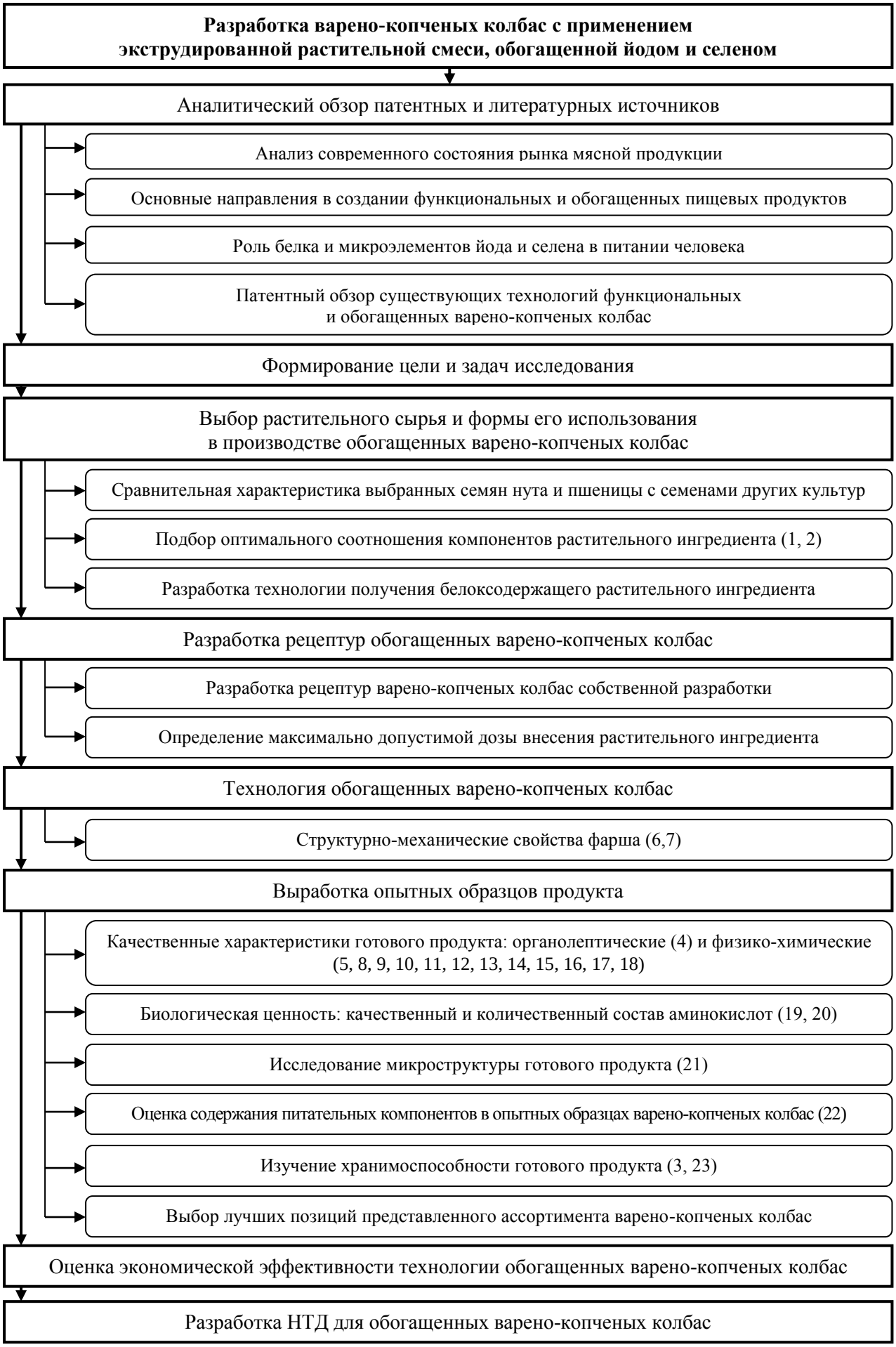


**Рис. 1. Схема проведения эксперимента**

На втором этапе определялись объекты исследований, проводилось описание выбранного состава растительного ингредиента – представленных сортов нута и пшеницы, выращиваемых на территории Волгоградской области, – и подбор оптимального соотношения компонентов получаемого ингредиента. Представлена технология получения нового пищевого ингредиента.

Третий этап посвящен разработке рецептур варено-копченых колбас с улучшенными характеристиками, приведена технологическая схема производства варено-копченых колбас с частичной заменой мясного сырья добавкой, состоящей из гидратированного экструдата нута и пшеницы, предварительно пророщенных соответственно на растворах йодида калия и селенита натрия. Представлен ассортимент продукции с варьируемой дозой внесения растительного ингредиента, указаны особенности его внесения на стадии составления фарша.

Четвертый этап самый емкий и содержит в себе комплексную оценку показателей качества готовых варено-копченых колбасных изделий: определение структурно-механических свойств фарша, физико-химических и органолептических свойств готового продукта, микроструктурные исследования образцов, биологическая ценность белка и количественный состав аминокислот, оценка содержания питательных компонентов, изучение хранимоспособности готовой продукции, анализ полученных результатов. Повторность большинства представленных исследований – трехкратная. Полученные экспериментальные данные обрабатывались с использованием пакета «Microsoft Office Excel».

На заключительных этапах представлен расчет экономической эффективности от внедрения ассортимента обогащенных варено-копченых колбас на действующее производство (Приложение В), разработан и утвержден комплект нормативной и технической документации (Приложения А, Б).

## 2.2 Организация эксперимента

Исследования опытных образцов варено-копченых колбас проводились в лабораторных условиях кафедры технологии пищевых производств ФГБОУ ВО ВолгГТУ и комплексной аналитической лаборатории ГНУ НИИММП.

В соответствии с целью исследования необходимо было представить ассортимент обогащенных варено-копченых колбасных изделий и методику подготовки растительной смеси, провести комплексное исследование показателей качества готового продукта и на основе полученных результатов подобрать оптимальный уровень внесения растительного ингредиента.

В основу создания функциональных и комбинированных продуктов питания положена методология, предложенная академиком Роговым И.А. и профессором Липатовым Н.Н., в которой предусматривается «проектирование продуктов питания с требуемым комплексом показателей пищевой ценности» [4, 107, 109, 148].

В лаборатории кафедры технологии пищевых производств ВолгГТУ имеется все необходимое оборудование и вспомогательные материалы для определения некоторых показателей качества и потребительских свойств готового продукта, таких как органолептические показатели и показатели свежести продукта, влагосвязывающая способность, массовая доля белка, жира, влаги, поваренной соли, нитритов. Комплексно-аналитическая лаборатория ГНУ НИИММП оснащена более широким ассортиментом оборудования и располагает достаточным количеством вспомогательных материалов и реактивов для определения зольности продукта, содержания в готовой продукции и сырье микроэлементов, аминокислотного состава, массовой доли углеводов, концентрации водородных ионов (*pH*), содержания витаминов, микробиологических показателей, сроков годности продукции, а также определения структурно-механических свойств фарша.

Выработка экспериментальных образцов варено-копченых колбасных изделий производилась на базе КЦ УНЦ «Технолог» Факультета технологии пищевых производств и Научно-внедренческого центра ООО «Новые биотехнологии». Фарш и растительный ингредиент также производились в лабораторных условиях для отдельных исследований. В цехе имеется необходимое оборудование, тара и вспомогательные материалы, необходимые для проведения технологического процесса производства варено-копченых колбас. Микроэле-

ментный состав растительных компонентов смеси был проведен в лаборатории ООО «Микронутриенты», г. Москва.

## 2.3 Объекты и методы исследований

При создании собственного ассортимента варено-копченых колбас, в том числе и контрольного образца, был использован состав рецептуры колбасы варено-копченой «Русская» высшего сорта (ГОСТ Р 55455-2013) по основным компонентам – говядина, свинина, шпик, специи. Для сравнительной характеристики потребительских свойств с контрольным образцом варено-копченой колбасы был произведен следующий ассортимент разработанной продукции:

– колбаса варено-копченая «Особенная» с добавлением гидратированного растительного ингредиента в количестве 10% от массы несоленого сырья, представляющей собой смесь экструдата пшеницы и нута в соотношении 1 : 4, обогащенная селеном и йодом;

– колбаса варено-копченая «Вкусная» с добавлением гидратированного растительного ингредиента в количестве 10%, представляющей собой смесь экструдата пшеницы и нута, не обогащенная йодом и селеном, в том же самом соотношении;

– колбаса варено-копченая «Необыкновенная» с добавлением гидратированного растительного ингредиента в количестве 15%, обогащенного йодом и селеном;

– колбаса варено-копченая «Монолитная» с добавлением гидратированного растительного ингредиента в количестве 20%, обогащенного йодом и селеном.

Выбор такого ассортимента исследуемой продукции обусловлен решением одной из поставленных задач работы – подбор оптимального соотношения растительных компонентов. Сравнение показателей качества с контрольным образцом необходим, так как новая продукция должна соответствовать качеству стандарта и даже превосходить его [59].

Качество сырья, ингредиентов и вспомогательных материалов должно удовлетворять требованиям следующей нормативной и технической документации: ТР ТС 021/2011, ТР ТС 034/2013, СанПиН 2.3.2.1078-01, СанПиН 2.3.2.1293-03 [114, 115, 118, 120].

Объекты исследований оценивали по необходимой совокупности органолептических, микробиологических, физико-химических, микробиологических исследований. Для выполнения поставленных задач и достижения цели научного исследования необходимо было выполнить следующие этапы:

а) Адаптация технологии.

Для экспериментальной выработки образцов варено-копченых колбас с растительным компонентом и контрольного образца переработана технология с учетом лабораторных условий. Производился фарш контрольного и исследуемого образцов. Отбор проб готовых образцов проводился согласно ГОСТ 31904-2012 [46].

б) Определение структурно-механических свойств фарша.

Выполнялось для определения влияния вносимого растительного компонента на структурно-механические свойства фарша при помощи пенетрометра ручного ППМ-4. Испытания проводились по требованиям ГОСТ Р 50814-95 [49, 64]. Объем фарша для анализа – 10-20 г.

в) Производство образца.

Вырабатывались контрольный и исследуемый образец варено-копченых колбасных изделий. Определялся процент потери при термообработке. Масса колбасных батонов до термообработки в среднем составляла 500 г, после термообработки – 400-450 г.

г) Влагосвязывающая способность.

Данный параметр определялся в экспериментальных образцах по методике Р. Грау и Р. Хама в модификации В. Воловинского и А Кельман.

д) Органолептические показатели.

Оценивалась органолептика образцов согласно требованиям ГОСТ 9959-2015 и заполнялся лист дегустационной оценки [31].

е) Содержание йода.

Проводилось с целью определения содержания йода, перешедшего в продукт с внесением обогащенного данным элементом нута. Количественное определение выполнялось согласно ГОСТ 31660-2012. Масса навески каждого образца для анализа – 1 г [40].

ж) Содержание селена.

Проводилось определение массовой доли селена, перешедшего в продукт с растительным компонентом (ГОСТ 31707-2012) [41].

з) Определение физико-химических показателей.

Проводилось с целью определения содержания основных компонентов в готовых образцах – белков, жиров, углеводов, а также для определения влаги, поваренной соли и нитритов, влияние растительного компонента на их содержание. Контроль содержания нитритов, влаги и поваренной соли, характерные для данного вида продукта, проводился согласно и разработанной нормативной и технической документации [51].

Белок определялся согласно ГОСТ 25011-2017. Масса пробы каждого образца – 2 г. Содержание жиров определялось по ускоренной методике по требованиям ГОСТ 23042-2015 с использованием хлороформа в качестве растворителя. Масса пробы каждого образца – 3 г [35, 36].

Массовая доля углеводов в пересчете на глюкозу определялась по ГОСТ 31470-2012. Метод основан на способности редуцирующих углеводов восстанавливать в щелочной среде феррицианид в ферроцианид. Масса пробы от каждого образца составляет 20 г [38].

Массовая доля поваренной соли определялась по методу Мора согласно ГОСТ 9957-2015. Масса пробы каждого образца – 5 г [30].

Массовая доля нитритов определялась по ГОСТ 8558.1-2015. Масса каждого образца для анализа – 20 г [27].

Массовая доля фосфатов определялась по ГОСТ 9794-2015 фотометрическим методом. Масса каждого образца для анализа – 3 г [29].

Содержание золы определяется по методике, описанной в ГОСТ 31727-2012. Масса навески от каждого образца – 2 г [42].

Массовая доля влаги определялась ускоренным методом на аппарате Чижовой. Масса пробы от каждого образца – 3 г [47].

и) Исследование микроструктуры образцов продукта.

Микроструктура определялась согласно ГОСТ 19496-2013. Масса образцов для анализа – 0,5-1 г [34].

к) Определение аминокислотного состава контрольного и исследуемого образцов продукта.

Данный опыт дает возможность оценить состав аминокислот в готовом продукте с внесением растительного ингредиента. Определение проводилось на специальном оборудовании – системе капиллярного электрофореза с предварительной длительной пробоподготовкой в соответствии с методикой измерений массовой доли аминокислот методом капиллярного электрофореза на системе Капель-105М (ГОСТ Р 55569-2013) [53]. Масса образцов для исследований – 0,5-1 г.

л) Определение активной кислотности продукта (*pH*).

Концентрация ионов водорода является одним из важных показателей качества и свежести готовой продукции. Для определения *pH* применялась методика, изложенная в ГОСТ Р 51478-99. Масса пробы каждого образца – не менее 200 г [50].

м) Расчет содержания витаминов.

Проводился для определения степени обогащения исследуемого образца витаминами, использовались справочные данные о биологической ценности компонентов рецептуры продукта, учитывались потери при термообработке и данные, полученные при определении витаминно-минерального состава нута сорта «Волжанин 50» в комплексной лаборатории ООО «Микронутриенты». Витамин *С* определялся экспериментальным путем. Количество каждого образца для анализа – 3 г.

н) Определение сроков годности продукта.

Данное исследование проводилось с целью определения зависимости содержания бактерий в готовом продукте от внесения растительного компонента и от сроков годности при нормируемой температуре. Масса пробы от каждого образца – 1 г.

о) Определение микробиологической безопасности продукта.

Для оценки микробиологической безопасности готовых варено-копченых колбас использовался перечень показателей: определение *КМАФАнМ* в соответствии с ГОСТ 10444.15-94; определение бактерий группы кишечной палочки (*БГКП*) – по ГОСТ 31747-2012; содержание Staphylococcus aureus определяли согласно ГОСТ 31746-2012; определение количества сульфитредуцирующих клостридий (ГОСТ 29185-2014); бактерии рода Salmonella – по ГОСТ 31659-2012 и ГОСТ Р 50455-92 [32, 37, 39, 43, 44, 48].

В соответствии с поставленной целью и задачами исследования, данная работа выполнялась согласно блок-схеме экспериментального исследования варено-копченых колбасных изделий, представленной на рисунке 1.

# 3 АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

## 3.1 Выбор растительного сырья и формы его использования в производстве обогащенных варено-копченых колбас

С каждым днем растет спрос на продукцию для здорового питания. При создании таких продуктов руководствуются различными принципами. Прежде всего производители должны использовать качественное сырье. Особую популярность среди разных групп населения приобретают пищевые продукты, обогащенные витаминно-минеральными комплексами, пищевыми волокнами, в том числе и мясные продукты.

Зерновое сырье хорошо зарекомендовало себя как сырье для обогащения и в качестве стабилизирующего агента для разных продуктов питания. Известно, что зерновые продукты являются источниками макро- и микроэлементов. Однако при его обработке полезных компонентов становится меньше, из-за чего рассматриваются перспективы использования целого зерна при производстве продуктов питания, и в особенности проростков. В обычных семенах регистрируется малое содержание микроэлементов и витаминов, белки, жиры и углеводы представлены в виде сложных трудноусвояемых структур. Прорастание зерна способствует увеличению содержания полезных веществ в более легкоусвояемой форме. Пищевые волокна в составе оболочек зерна участвуют в нормализации процесса пищеварения [16, 18, 26].

Пищевые волокна широко применяют при производстве всех групп мясных изделий: колбас, консервов, полуфабрикатов, деликатесов. Данный компонент применяется не только в функциональных и обогащенных пищевых продуктах, но и в обычных в качестве стабилизирующих систем, имеющих высокую водоудерживающую способность и сорбционные свойства пищевых волокон [7, 105, 141].

В своих работах Бережная О.В. отмечает, что «прорастание зерна сопровождается значительным накоплением водорастворимых веществ, при этом снижается содержание макроэлементов, которые расходуются на формирова-

ние зародыша растения. Тем не менее, содержание свободных аминокислот в пророщенном зерне увеличивается в семь раз, витамина $B_5$ и $B_6$– более чем в пять раз, фолиевой кислоты – в четыре раза, витамина $B_2$ – в три раза. В проросшей пшенице витамина *E* содержится 25 мг на 100 г, когда как в не проросшей – только 6,1 мг / 100г. В зрелом зерне пшеницы витамина *C* практически не содержится (1,07 мг / 100г), в пророщенном зерне обнаружено около 16 мг / 100 г аскорбиновой кислоты» [9, 108]. Благодаря наличию витамина *E* в пророщенной пшенице целесообразно ее использование при производстве продуктов питания, содержащих легко окисляемые компоненты, например, жиры в колбасах Данные микроэлементного состава пшеницы сорта «Камышанка-4» до и после проращивания представлены в таблице 1, также имеются данные химического состава нута нового сорта «Волжанин 50», выбранного в качестве компонента для разрабатываемого ассортимента продукции (таблица 2). Исследования микроэлементного состава нута проводились в аккредитованной лаборатории ООО «Микронутриенты» масс-спектрометрией с индуктивно связанной плазмой, результаты приведены в таблице 3.

В процессе прорастания зерна происходит расщепление сложных структур белка, жиров и углеводов на более простые вещества, которые затем активно используются для роста будущего растения. Поэтому включение в рацион питания человека проростков зерен обеспечивает поступление легкодоступных веществ, имеющих высокую степень усвоения [61].

Среди растительных белков второе место после злаковых занимают зернобобовые культуры, составляющие до 20% от суммарной годовой выработки белка в мире. Белки сои являются одним из хорошо проверенных источников аминокислот, а белковые препараты на ее основе довольно распространены в технологии мясных продуктов как заменители мяса и регуляторы пищевой ценности. Однако повсеместное введение соевых изолятов и концентратов в мясные продукты (вареные колбасы, сосиски, сардельки и др.) неизбежно приводит к потере вкусоароматических характеристик готового продукта, что

влечет за собой необходимость компенсировать добавлением в фарш поваренной соли, специй, ароматизаторов и красителей [24, 99, 135].

Таблица 1 – Микроэлементный состав пшеницы сорта «Камышанка-4» до и после проращивания

| Показатели | Пшеничное зерно | Пророщенное пшеничное зерно |
|---|---|---|
| Минеральные вещества, мг/100 г: | | |
| Кальций | 44,0±0,8 | 71,0±1,1 |
| Калий | 350,0±27,2 | 852,0±52,3 |
| Магний | 146,0±11,2 | 340,0±20,7 |
| Фосфор | 329,0±23,0 | 1100,0±67,4 |
| Железо | 3,90±0,08 | 10,0±0,16 |
| Цинк | 4,10±0,05 | 20,0±0,17 |
| Йод, мкг/100 г | 4,8±0,3 | 5,0±0,31 |
| Селен, мкг/100 г | 21,3±1,8 | 1427,5±90,53 |
| Витамины, мг/100 г: | | |
| $B_1$ | 0,44±0,02 | 2,0±0,03 |
| $B_2$ | 0,23±0,02 | 0,70±0,02 |
| $B_3$ | 5,30±0,10 | – |
| $B_5$ | 0,85±0,07 | 4,25±0,32 |
| $B_9$, мкг/100 г | 41,0±0,1 | 163,8±0,2 |
| PP | 5,30±0,11 | 7,48±0,24 |
| E | 6,10±0,09 | 25,0±0,37 |
| C | 1,07±0,02 | 16,0±0,28 |

Таблица 2 – Химический состав нута сорта «Волжанин 50» до и после проращивания из расчета на сухое вещество

| Показатели | Зерно нута | Пророщенный нут |
|---|---|---|
| Белки, г/100 г | 30,4±1,1 | 35,0±1,5 |
| Жиры, г/100 г | 5,50±0,13 | 3,10±0,07 |
| Углеводы г/100 г, в т.ч. | 59,5±2,3 | 50,5±2,1 |
| крахмал | 48,0±1,4 | 34,0±1,07 |
| стахиоза | 2,40±0,06 | 1,50±0,03 |
| раффиноза | 1,00±0,02 | 0,58±0,01 |
| Минеральные вещества: | | |
| йод, мкг | 3,0±0,4 | 983,75±98,38 |
| селен, мкг | 18,0±2,2 | 36,0±3,4 |

Нут сорта «Волжанин 50» очень богат такими минеральными веществами как железо (78,27%), медь (61%), цинк (26,19%) и селен (25,71%), но почти не содержит целевого микроэлемента – йода (2,0%). Направленное проращивание нута в растворе, содержащем повышенное количество неорганического соединения йода, позволит обогатить семена нута данным микроэлементом и за-

тем пищевой продукт, в который будет вноситься получаемый растительный компонент.

Таблица 3 – Содержание минеральных веществ в нуте сорта «Волжанин 50» до проращивания, мг/100 г

| Наименование элемента | Суточная потребность согласно МР 2.3.1.2432-08 | Содержание минеральных веществ в 100 г нута | Процент от суточной нормы, % |
|---|---|---|---|
| Калий | 2500 | 34,9±3,5 | 1,39±0,14 |
| Кальций | 1000 | 119,7±12,0 | 11,97±1,20 |
| Кремний | 30 | 0,382±0,038 | 1,27±0,13 |
| Магний | 400 | 16,2±1,6 | 4,05±0,40 |
| Натрий | 1300 | 6,638±0,664 | 0,51±0,05 |
| Фосфор | 800 | 8,801±0,88 | 1,10±0,11 |
| Железо | 10 | 7,827±0,783 | 78,27±7,83 |
| Йод, мкг | 150 | 3,0±0,4 | 2,0±0,27 |
| Марганец | 2 | 0,154±0,015 | 7,7±0,75 |
| Молибден, мкг | 70 | 6,08±0,62 | 8,69±0,89 |
| Медь | 1 | 0,61±0,061 | 61,0±6,1 |
| Селен, мкг | 70 | 18±2,2 | 25,71±3,14 |
| Хром | 50 | 0,673±0,067 | 1,35±0,13 |
| Цинк | 12 | 3,143±0,314 | 26,19±2,62 |

В настоящее время происходит активное изучение пророщенных семян и их использование в производстве продуктов питания лечебного и профилактического назначения. Значительный вклад в изучение данного вопроса внесли отечественные ученые Л.Я. Ауэрман, Л.Г. Ипатова, А.А. Кочеткова Е.Д. Казаков, Р.Д. Поландова, Г.Г. Дубцов, А.П. Нечаев, О.В. Бережная и др.

Например, в работе В.И. Криштафовича проведено исследование влияния процесса проращивания на химический состав семян люпина. Наиболее существенные результаты были получены после трехдневного проращивания семян. Массовая доля белка повысилась с 33 до 35,43 г/100 г продукта, липидов понизилась до 5,1 г [72].

Автором приведенной работы также было проведено исследование аминокислотного состава семян данной культуры. В процессе проращивания семян люпина показатель биологической ценности повышается с 52 до 63% за счет улучшения сбалансированности аминокислотного состава. Таким образом, проращивание семян люпина сорта «Дега» способствует повышению биологиче-

ской ценности продуктов функционального назначения, в состав которых вносится данный компонент [132].

В своих работах О.В. Бережная и Н. Болорцэцэг отмечают, что наиболее активный рост содержания незаменимых аминокислот в чечевице приходится в первые 12 ч проращивания. Установлено, что лимитирующей аминокислотой является метионин. Отдельные аминокислоты также содержат низкие показатели аминокислотного скора. В ходе исследований многими отечественными учеными был выявлен положительный эффект процесса проращивания на инактивацию антипитательных веществ, присутствующих во всех бобовых культурах [14].

Из всего вышесказанного следует, что семена растений, в том числе пророщенные, являются природными источниками биологически активных веществ. Их применение в пищевой промышленности способствует не только обогащению продуктов питания биологически активными веществами, но также улучшению функционально-технологических характеристик готовых продуктов, в том числе мясных.

Представленный в настоящей работе растительный ингредиент представляет собой смесь, включающую в себя пшеницу сорта «Камышанка-4», обогащенную селеном, и нут нового сорта «Волжанин 50», обогащенный йодом. Были выбраны семена перспективных сортов растений, произрастающих на территории Волгоградской области. В качестве источников целевых микроэлементов применяются растворы йодида калия (0,35%) и селенита натрия (0,2%).

Йодид калия используется в качестве активного вещества в лекарственных средствах при лечении гипотиреоза, в случаях радиоактивного облучения и как защитное средство щитовидной железы во время использования особых радиоактивных препаратов. Также распространено применяется при составлении биологически активных добавок. При поступлении в организм в физиологических количествах йодид нормализует нарушенный из-за недостатка йода синтез гормонов щитовидной железы – тироксина и трийодтиронина. После приема

внутрь быстро и полностью всасывается в тонком кишечнике, распределяется по клеткам в течение двух часов. Основное место накопления – щитовидная железа, слизистая желудка. Йод выводится преимущественно почками: примерно 80% дозы выводится в течение двух суток [70].

Так как селен является незаменимым элементом, селенит натрия применяется в медицине в составе некоторых лекарств и БАДов, основная цель – профилактика и лечение дефицита данного микроэлемента в организме. Также селенит натрия применяется в комплексной терапии сердечно-сосудистых заболеваний, онкологии, патологии желудочно-кишечного тракта, при стрессах, несбалансированном питании и других показаниях [74].

Селенит натрия и йодид калия токсичен в высоких концентрациях. Например, при постоянном приеме селенита натрия человеком доза более 3 мг в сутки описана как токсическая. Однако данные вещества применяются при проращивании растительного ингредиента в малых количествах. Так, 100 г готового растительного ингредиента содержит 788,0±76,8 мкг йода и 314,0±19,93 мкг селена. Поэтому добавление в варено-копченые колбасы гидратированного растительного ингредиента в количестве 10-15% от массы несоленого сырья позволит получить готовый продукт, обогащенный целевыми микроэлементами, содержание которых не будет превышать суточную норму потребления.

В настоящее время во многих отраслях пищевой промышленности применяют соевый белок. Соя является ценной белковой культурой и содержит от 36 до 48% белка. В зависимости от степени очистки соевый белок подразделяют на муку (50% белка), концентраты (70%) и изоляты (от 90%). Использование соевых белков обусловлено их высокой биологической ценностью, более 75% мясных продуктов, реализуемых на территории нашей страны, содержат данный ингредиент. Тем не менее, из-за распространенной замены мясного сырья соевым белком потребители стали с недоверием относиться к современным мясным продуктам, предпочитая покупать обычное мясо. Объясняется это широким использованием генномодифицированных ингредиентов, пищевых доба-

вок и других компонентов, вносимых в мясные продукты и активно обсуждаемых в тематических программах и телепередачах. Поэтому была поставлена задача подобрать растительный белоксодержащий ингредиент из культур, выращиваемых на территории Волгоградской области, как альтернативу сое и продуктам ее переработки.

Содержание белка в пшенице сорта «Камышанка-4» составляет около 12%, а в нуте «Волжанин 50» – до 30,9%, проращивание способствует увеличению свободных аминокислот. Смешивание двух этих культур позволяет получить сбалансированный в аминокислотном отношении растительный ингредиент и, следовательно, улучшенный белковый состав варено-копченых колбасных изделий [60, 133].

При изготовлении растительного ингредиента одной из заключительных операций выступает экструдирование. Горлов И.Ф., Янова М.А. и др. в своих работах описывают понятие экструзии как «наиболее эффективный способ повышения питательной ценности зерновой массы. В процессе экструдирования крахмал распадается на простые сахара, вредная микрофлора обеззараживается, в бобовых дезактивируются антипитательные вещества, а витамины и кислоты, содержащиеся в злаках, благодаря кратковременности процесса сохраняются практически полностью. При использовании экструдирования зерна переваримость сухого вещества увеличивается на 2,1%, органического – на 1,9, сырого протеина – на 4,5, сырого жира на 3,8%» [69, 136].

Соотношение нута и пшеницы в готовом ингредиенте составляет 1:4, перед внесением его гидратируют. В качестве основных преимуществ готового растительного ингредиента можно выделить простоту методики обогащения целевыми микроэлементами, высокое содержание белка, увеличение хранимоспособности за счет экструдирования сырья.

Относительно формы целевых микроэлементов, находящихся в готовом растительном ингредиенте, имеются следующие сведения из сторонних источников. Патент на изобретение RU 2524540, который был взят за основу при разработке технологии подготовки растительного ингредиента, объясняет ме-

ханизм действия растворов солей на растительный компонент путем влияния на проницаемость стенок мембран клеток семян нута и пшеницы, благодаря чему происходит «разрыхление их оболочек, что приводит к активной диффузии ионов йода и селена из раствора во внутреннее пространство семян. Далее протекает ассимиляция поступивших внутрь ионов, в результате чего образуются новые биодоступные органические йод- и селенсодержащие структуры» [101]. Селен и йод являются взаимосвязанными микроэлементами, поэтому происходит более полное и интенсивное превращение микроэлементов. Однако в данном патенте не представлены данные о том, какие именно органические структуры образуются, и в каком количестве.

Есть также патент RU 2444211, где рассматривают обогащение зерен пшеницы в процессе проращивания путем добавления селенита натрия [100]. Здесь используют более низкую концентрацию раствора селенита натрия, проращивание осуществляют в течение 6-7 суток, в готовой биологически активной добавке содержится 80% селена в виде биодоступного Se-метионина, который активно участвует в процессах метаболизма белков в организме человека. В предлагаемом ингредиенте проращивание нута и пшеницы проводят в течение трех суток, поэтому нельзя в полной мере утверждать, что в готовом растительном компоненте будет содержаться такой же уровень Se-метионина.

Что касается получения органической формы йода в процессе проращивания зерновых и зернобобовых, в данной сфере патенты на изобретения не были найдены. Имеется патент RU 2328878, где описывают получение БАД на основе казеина, являющегося органическим носителем молекул цинка и йода, используемого для профилактики йододефицита. Механизм перехода йода из неорганического состояния в органические объясняется йодированием казеина с насыщением фосфорных групп казеина ионами цинка. В качестве сырья для органификации йодом используют раствор казеина в виде обезжиренного молока [97]. Также имеется патент RU 2271725, где рассматривается получение БАД путем «смешивания двух компонентов, взятых в равном соотношении, один из которых представляет собой муку зародышей пшеницы или других

зерновых культур с йодом, а другой – муку зародышей пшеницы или других зерновых культур с микроэлементами, выбранными из ряда Co, Mo, Zn, Cu, Mn, а также Se» [95]. Авторы утверждают, что при проращивании зерновых добавляемый неорганический йод проходит естественный путь биосинтетических превращений в цепи до концентрирования органически связанного йода в прорастаемом зерне в соединениях с аминокислотами, пектином, лигнином и другими компонентами растительной клетки. О форме получаемых соединений йода и длительности процесса проращивания зерен ничего не указано.

Поэтому на основе проведенного обзора патентных источников по теме органификации йода и селена в процессе проращивания зерен пшеницы и нута можно отметить, что ввиду относительно непродолжительного процесса проращивания готовый растительный ингредиент будет преимущественно содержать неорганические формы йода и селена. Также будет присутствовать некоторое количество органических форм йода и селена, селен будет представлен в виде Se-метионина. Ускоренное проращивание обосновано интенсификацией производственного процесса производства обогащенных варено-копченых колбас и обеспечением непрерывного производственного потока. Содержание фиксированного количества неорганического и органического йода и селена является положительным результатом собственной разработки: находясь в составе растительного ингредиента, неорганические формы целевых микроэлементов менее подвержены распаду в процессе хранения, органические формы в первую очередь усваиваются организмом.

Нут и пшеница являются натуральными стабилизирующими компонентами в колбасном фарше, так как имеют в своем составе пищевые волокна и клейковину. Более плотная структура фарша позволяет избежать появление пустот и жировых потеков в колбасных батонах, увеличивается плотность набивки.

Употребление ростков пшеницы в ежедневном рационе способствуют улучшению обмена веществ, повышению иммунитета, нормализации процессов пищеварения, микрофлоры кишечника [8, 24]. Проростки нута содержат высо-

кокачественные белки и жиры, клетчатку; кроме того, в его состав входят витамины *А* и *С*. По сравнению с другими бобовыми культурами нут занимает лидирующее положение по содержанию таких незаменимых кислот как метионин и триптофан [23].

При проращивании пшеницы на растворе селена были замечены неплохие результаты по переходу микроэлемента в проростки. Нут хорошо повел себя при проращивании на растворе йодида калия. Прежние исследования опирались на одновременное обогащение двумя микроэлементами пшеничных зерен. Однако были зарегистрированы плохие результаты процесса проращивания из-за повышенной нагрузки на зародыши. Поэтому было решено выбрать две культуры для обогащения с целью их дальнейшего смешивания в нужной пропорции и получения желаемых характеристик.

Использование смеси экструдированной пшеницы и нута, пророщенной на растворах микроэлементов йода и селена, позволит получить продукт с улучшенным аминокислотным составом, обогащенный целевыми микроэлементами, пищевыми волокнами и витаминами группы *В*, *А*, *С* [25, 119].

### 3.2 Технология получения растительного ингредиента

Подготовку растительного компонента проводят в следующей последовательности. Пшеницу и нут промывают в холодной воде (15-20°С), удаляя загрязнения, семена культур размещают ровным слоем на противнях, затем нут заливают 0,35% раствором йодида калия, а пшеницу – 0,2%-й раствором селенита натрия. Уровень заливки раствором должен слегка покрывать семена. Далее проводят проращивание в камере для проращивания и сушки при температуре 25-30°С в течение 2-3 суток, периодически следя за процессом. В процессе проращивания в семенах начинает образовываться корешок, одновременно растет и зародышевый листок, скрытый от глаз наблюдателя под мякинной оболочкой. Пшеницу считают пророщенной, когда длина корешка достигает размера самого зерна и даже превосходит его, для нута считается достаточным достижение длины проростка 4-5 мм.

Пророщенную пшеницу и нут промывают в холодной проточной воде (15-20°С), удаляя лишние неорганические вещества. Далее проводят сушку при температуре 30-35°С в течение 12-24 часов при относительной влажности 70-75%. После сушки нут и пшеницу смешивают в рекомендуемой пропорции, и получаемый растительный компонент подвергают горячей экструзии в течение 30 секунд при температуре 150°С. Экструдированную смесь измельчают и готовую муку просеивают. Готовый ингредиент взвешивают, берут в количестве, предусмотренном по рецептуре, гидратируют питьевой водой в соотношении 1:1,5 и перемешивают. Готовый к внесению компонент представляет собой однородную вязкую массу желтовато-серого цвета. На рисунке 2 представлена краткая схема получения растительного ингредиента, отражающая основные стадии процесса.

**Рис. 2. Краткая схема получения растительного ингредиента**

В ассортименте продукции собственной разработки имеется позиция, в которую добавляется растительный компонент без обогащения йодом и селеном. В данном случае в подготовке растительного компонента на стадии про-

ращивания будет использоваться питьевая вода без добавления растворов микроэлементов.

Соотношение пшеницы и нута в смеси растительного компонента составляет 1 : 4. Такое соотношение необходимо для получения оптимального количества йода и селена, а также сбалансированного аминокислотного состава в готовой продукции.

### 3.3 Разработка рецептур обогащенных варено-копченых колбас

При создании контрольного образца и ассортимента варено-копченых колбас собственной разработки использовался состав рецептуры колбасы варено-копченой «Русская» высшего сорта (ГОСТ Р 55455-2013), без заимствования соотношений компонентов продукта. [51]. Представленный ниже перечень обогащенных варено-копченых колбас отличается равным соотношением вносимой говядины и свинины, повышенным содержанием пряностей и введением белоксодержащего растительного компонента, обогащенного микроэлементами йодом и селеном.

Ассортимент разработанной продукции состоит из четырех позиций:

– колбаса варено-копченая «Особенная» с добавлением гидратированного растительного ингредиента в количестве 10% от массы несоленого сырья, представляющего собой смесь экструдированной пшеницы и нута в соотношении 1 : 4, обогащенную селеном и йодом;

– колбаса варено-копченая «Вкусная» с добавлением растительного ингредиента в количестве 10%, представляющего собой смесь экструдированной пшеницы и нута, не обогащенную йодом и селеном, в том же самом соотношении;

– колбаса варено-копченая «Необыкновенная» с добавлением растительного ингредиента в количестве 15% от массы несоленого сырья;

– колбаса варено-копченая «Монолитная» с добавлением растительного ингредиента в количестве 20% от массы несоленого сырья.

Как уже было отмечено, в нашей стране ассортимент обогащенных продуктов довольно небольшой. Анализ патентных и литературных источников показал практически полное отсутствие разработок функциональных и обогащенных продуктов. Основное направление в производстве мясной продукции – снижение длительности приготовления продуктов и экономия производственных ресурсов. Поэтому из известных способов производства варено-копченых колбас с учетом поставленных задач выбирается технология варено-копченых колбасных изделий собственной разработки, так как она обладает следующими преимуществами:

– четко поставлена цель разработки – обогащение продукта йодом и селеном, а также получение улучшенного аминокислотного состава;
– технология представлена подробно, с указанием технологических параметров и длительности стадий, в том числе операции подготовки растительного ингредиента;
– представлен ассортимент внедряемого производства с количественным и качественным содержанием растительного ингредиента.

Планируется производить варено-копченые колбасных изделий по способу, предусматривающему добавление на стадии составления фарша частично взамен мясного сырья растительного компонента – измельченной экструдированной смеси пшеницы и нута, обогащенной селеном и йодом, и проведение термической обработки в универсальных термокамерах [62]. Рецептуры варено-копченых колбас представлены в таблице 4. Контрольный образец изготавливается по авторской рецептуре, без добавления растительного ингредиента.

Особенность данного способа производства варено-копченых колбасных изделий заключается в том, что сокращается продолжительность технологического процесса за счет кратковременности посола мясного сырья и проведения термообработки в универсальных термокамерах. Еще одна особенность технологии – внесение растительного ингредиента на стадии приготовления фарша в гидратированном виде и ее предварительная подготовка. Универсальные термокамеры позволяют быстро и эффективно проводить процессы термообработ-

ки, а также сокращают количество загрязнений, выделяемых предприятием в окружающую среду. Добавление частично взамен мясного сырья растительного компонента, обогащенного йодом и селеном, позволяет получать продукт, по органолептическим показателям не отличающийся от аналогичной продукции. В ходе выработки экспериментальных образцов было выяснено, что выход готового продукта достигает 95-96%, который рассчитывался исходя из массы пряностей, сырья и материалов.

Таблица 4 – Перечень рецептур, кг / 100 кг несоленого сырья

| Наименование сырья | Наименование позиции | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Контрольный образец | Образец №1 «Вкусная» | Образец №2 «Особенная» | Образец №3 «Необыкновенная» | Образец №4 «Монолитная» |
| *Сырье несоленое* | | | | | |
| Говядина жилованная, 1 сорт | 40 | 35 | 35 | 32,5 | 30 |
| Свинина жилованная полужирная | 40 | 35 | 35 | 32,5 | 30 |
| Шпик свиной | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Гидратированный экструдат из пророщенной пшеницы и нута, обогащенный селеном и йодом | – | – | 10 | 15 | 20 |
| Гидратированный экструдат из пророщенной пшеницы и нута, не обогащенный йодом и селеном | – | 10 | – | – | – |
| ИТОГО несоленого сырья, кг | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| *Пряности и материалы* | | | | | |
| Соль нитритная (0,6% $NaNO_2$) | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 |
| Сахар-песок | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Перец черный | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,3 |
| Чеснок свежий | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,4 |
| Мускатный орех | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,04 |
| Фосфат пищевой (56% $P_2O_5$) | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| Краситель красный рисовый | – | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,08 |
| Вода питьевая | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 |
| ИТОГО сырья, пряностей и материалов, кг | 106,93 | 106,98 | 106,98 | 107,19 | 108,42 |
| Выход продукта, кг | 96,24 | 101,35 | 101,35 | 101,83 | 104,08 |

### 3.4 Определение эффективной дозы внесения изучаемого компонента

При приготовлении растительного компонента используется сырье, выращиваемое на территории Волгоградской области – нут сорта «Волжанин 50» и пшеница озимая сорта «Камышанка-4». Отечественный сорт нута «Волжанин 50» выведен методом индивидуального отбора из гибридной популяции, полученной от скрещивания крупносемянного образца из Сирии с местным сортом «Волгоградский 10». Рекомендован для возделывания в Волгоградской, Оренбургской областях и республике Калмыкия. Сорт среднеспелый, семена крупные с отличной кулинарной оценкой, длина вегетационного периода составляет 65-103 дня. Содержание белка от 26 до 30,9%. Отличается повышенной засухоустойчивостью, устойчив к полеганию, осыпанию. Урожайность в Нижневолжском регионе достигает 15 ц / га, в Волгоградской области – 13,3 ц / га, обогнав сорт «Волгоградский 10». Максимальная урожайность была достигнута в 2016 году и составила 25,4 ц / га. Масса 1000 семян – 274-372 г, что на 70-90 г больше стандарта «Волгоградский 10» [116, 129].

Пшеница «Камышанка-4» выведена специально для выращивания на территориях с характерными малоснежными зимами, поздними весенними заморозками и низкими осенними температурами. Имеет высокие показатели устойчивости к внешним воздействиям. Средняя урожайность в регионе – 27,4 ц / га. Качество зерна высокое, поэтому данный сорт пшеницы считается ценным.

Как было отмечено выше, ассортимент разработанной продукции, за исключением контрольного образца, включает четыре позиции. Предполагается, что образцы № 2-4 по своему составу удовлетворяют требованиям основной цели – получение обогащенного продукта с повышенным содержанием белка, йода и селена. Образец № 1 также может считаться обогащенным продуктом, так как по предварительным расчетам содержит повышенное содержание белка, а значит, и улучшенный аминокислотный состав.

На основе вышесказанного можно сделать следующие выводы:

– с целью выбора окончательного перечня экспериментальных образцов необходимо провести комплексное исследование показателей качества варено-копченых колбас собственной разработки, проанализировать полученные результаты и, при необходимости изменить доли внесения растительного компонента и ее состав;

– предполагается, что колбасы варено-копченые «Особенная», «Необыкновенная» и «Монолитная», исходя из разработанной рецептуры, будут содержать повышенное содержание йода, селена и иметь улучшенный аминокислотный состав, поэтому данные позиции рекомендуются к употреблению людям, страдающим недостатком данных веществ;

– колбаса варено-копченая «Особенная» содержит 10% растительного ингредиента, поэтому можно предположить, что йода и селена в данном продукте будет меньше, поэтому, учитывая суточную норму потребления веществ для разных категорий населения данную позицию рекомендуется к употреблению детям школьного и подросткового возрастов;

– колбасы варено-копченые «Необыкновенная» и «Монолитная» из-за повышенного внесения растительного ингредиента рекомендуются к употреблению разным группам населения, например, работникам, студентам, пенсионерам. В небольших количествах рекомендуется к употреблению подросткам;

– колбаса варено-копченая «Вкусная» не имеет повышенного содержания йода и селена, поэтому она рекомендуется к употреблению людей разных групп питания, которые не нуждаются в дополнительном источнике данных микроэлементов;

– представленный ассортимент экспериментальной продукции относится к обогащенным пищевым продуктам, основная цель – снизить риск возникновения йодо- и селенодефицита, а также дефицита белка. Поэтому для потребления продукции собственной разработки отсутствуют особые ограничения.

# 4 ТЕХНОЛОГИЯ ОБОГАЩЕННЫХ ВАРЕНО-КОПЧЕНЫХ КОЛБАС

## 4.1 Технология варено-копченых колбас собственной разработки

Ассортимент разработанной продукции изготавливается по единой технологической схеме производства, представленной на рисунке 3, отличаясь при этом количеством вносимого растительного компонента и способом его производства. На технологической схеме показаны номинальные значения характеристик, параметров, показателей, их допуски, необходимые и достаточные для изготовления данной ассортиментной группы.

В приведенной схеме производства ассортимента варено-копченых колбас наглядно показываются все стадии производства с основными параметрами и длительностью обработки. Отличия от стандартной технологии заключаются в уменьшении длительности посола мясного сырья, сокращение длительности термической обработки благодаря использованию универсальных термокамер, подготовке растительного ингредиента и его внесении на стадии приготовления фарша. За основу взяты личные проекты Технических условий и Технологической инструкции по производству варено-копченых колбасных изделий с добавлением растительного компонента (Приложения А, Б). Ниже будут подробно рассмотрены те стадии производства, которые отличаются от классической технологии.

### 4.1.1 Посол мясного сырья

Говядину и свинину измельчают на волчке до размеров 2-3 мм, а затем солят нитритной солью согласно рецептуре. Мясное сырье выдерживают 24 часа при температуре 0-4°С, скорости воздуха 0,1-0,2 м / с и относительной влажности не более 75%. В рецептуре используется краситель красный рисовый и нитритно-посолочная смесь, которая рекомендуется в качестве фиксатора окраски и посолочного вещества как наиболее безопасная по сравнению с раствором нитрита натрия, который запрещен с 2013 года [146, 149, 150].

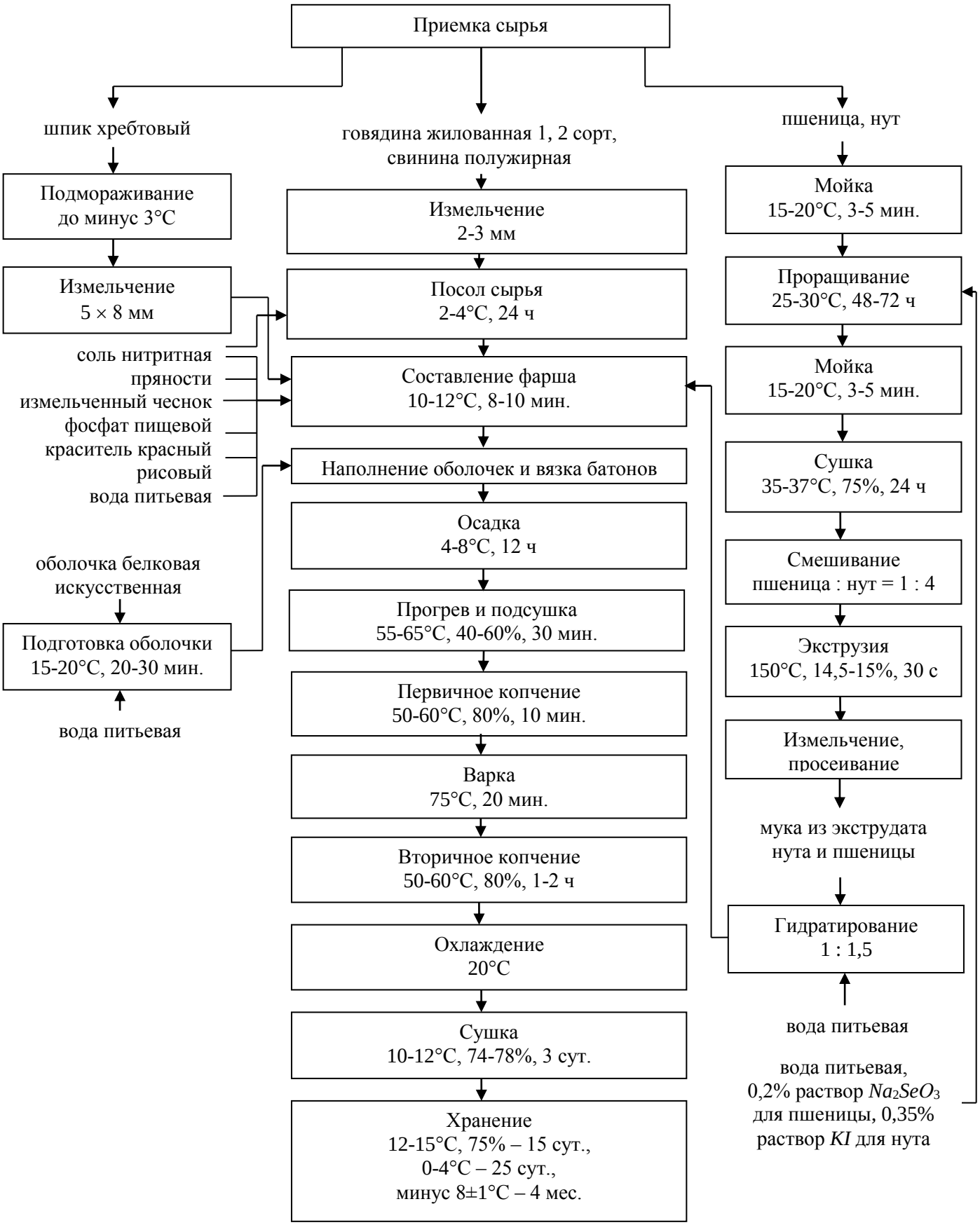


**Рис. 3. Технологическая схема варено-копченых колбасных изделий собственной разработки**

### 4.1.2 Приготовление колбасного фарша

Приготовление фарша варено-копченых колбас осуществляется в мешалках, предназначенных для измельчения замороженного, размороженного и охлажденного мяса. Говядину, измельченную предварительно на волчке с диаметром отверстий решетки 2-3 мм, загружают в мешалку с добавлением нитритной соли в пересчете на несоленое сырье и 4-5 кг снега или воды, перемешивают 1,0-1,5 минуты, добавляют свинину, гидратированный растительный компонент, специи, пищевые добавки и продолжают перемешивать 1-2 минуты. За 1 минуту до окончания перемешивания добавляют предварительно измельченный до 5-8 мм шпик. Общее время перемешивания составляет 8-10 минут. Температура фарша не выше 10-12°С [1].

### 4.1.3 Термическая обработка варено-копченых колбас

Батоны навешивают на палки и рамы, или укладывают на горизонтальные рамы, подвергают осадке в течение 12 часов при температуре не выше 6 ± 2°С. Сушку проводят в сушильных камерах или специальных помещениях, в которых поддерживаются нужные температурные параметры и относительная влажность воздуха.

Процесс термической обработки проводят в универсальных термокамерах различных конструкций. При осуществлении термической обработки варено-копченых колбас в универсальных термокамерах используют следующую последовательность действий. Сначала проводят прогрев и подсушку батонов при 55-65°С и относительной влажности 40-60% 30 минут. Затем батоны коптят влажным дымом при температуре 50-60°С 10 минут [78, 139].

Далее колбасные изделия варят при 75°С в течение 20 минут, после чего проводят вторичное копчение в течение 1-2 часов, используя те же параметры, что и при первом копчении, увеличивая влажность до 80%. После термической обработки колбасные батоны охлаждаются в универсальной термокамере душированием до температуры в центре батона 20°С.

После окончательного копчения или варки (при использовании универсальных термокамер) колбасу сушат при температуре 11 ± 1°С и относительной влажности воздуха 76 ± 2% в течение трех суток до приобретения упругой консистенции и стандартной массовой доли влаги.

Готовую продукцию этикетируют, укладывают в деревянные ящики и отправляют на хранение. Упакованные колбасы хранят при 0-4°С не более 25 суток, при температуре минус 7 – минус 9°С не более 4 месяцев.

# 5 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

## 5.1 Структурно-механические свойства колбасного фарша

В ходе приготовления экспериментальных образцов варено-копченых колбасных изделий собственной разработки на стадии составления фарша были замечены изменения структурно-механических характеристик (*СМХ*) в зависимости от доли внесения растительного ингредиента. Поэтому было решено определить реологические показатели сырья экспериментальным путем.

Из реологических характеристик сырья определяли предельное напряжение сдвига, пластичность и влагосвязывающую способность (*ВСС*) колбасного фарша. Пластичность определяют по площади фарша массой 1 г, которую он займет на ровной поверхности при оказании на него внешнего воздействия до первых признаков расслоения. Испытания предельного напряжения сдвига проводились в лаборатории кафедры Технологии пищевых производств ВолгГТУ с использованием пенетрометра ручного ППМ-4. Принцип определения предельного напряжения сдвига основан на исследовании глубины погружения конуса в продукт с углом при вершине 60°, далее по формуле (5.1) определяется искомая величина [49, 71]:

$$\tau = \frac{k \cdot m}{h^2} \quad , \qquad (5.1)$$

где $\tau$ – предельное напряжение сдвига, Па;

$k$ – константа, для конуса с углом при вершине 60° равна 2,1 Н / кг;

$m$ – масса конуса со штангой и дополнительным грузом, кг;

$h$ – глубина погружения конуса, м.

Влагосвязывающую способность определяли по методике Р. Грау и Р. Хама в модификации В. Воловинского и А. Кельман. Данная методика основана на выделении воды образцом при его легком прессовании на фильтровальной бумаге, адсорбции выделяющейся воды и определении количества отделившейся воды по площади пятна, оставленного на фильтровальной бумаге. *ВСС* определяют по формуле (5.2):

$$ВСС = \frac{\left(m_{вл} - 8{,}4 \times \left(S_1 - S_2\right)\right)}{m} \times 100 \qquad (5.2)$$

Следует различать понятия влагосвязывающей и влагоудерживающей способности (*ВУС*) продукта. Влагосвязывающая способность показывает, сколько влаги способен связать продукт за счет различных форм связи влаги [145]. Влагоудерживающая способность рассчитывается как разность между исходным содержанием влаги в фарше и массой влаги, отделившейся в процессе кулинарной обработки [71]. Чем выше данные показатели, тем лучше, выход готового продукта будет увеличиваться.

Результаты определения предельного напряжения сдвига, пластичности, и влагосвязывающей способности колбасного фарша приведены в таблице 5. Для наглядности рост показателя предельного напряжения сдвига был представлен на рисунке 4. Проводилось трехкратное определение данных показателей для каждого из образцов варено-копченых колбасных изделий.

Таблица 5 – Реологические свойства фарша

| Показатель | Значение | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | контрольный образец | образец №1 | образец №2 | образец №3 | Образец №4 |
| Пластичность, см$^2$ | 3,6±0,1 | 3,3±0,1 | 3,3±0,1 | 3,1±0,1 | 2,8±0,1 |
| Предельное напряжение сдвига, Па | 4,2±0,1 | 4,4±0,1 | 4,4±0,1 | 4,6±0,1 | 5,0±0,1 |
| Влагосвязывающая способность фарша, % | 85,4±0,5 | 90,1±0,6 | 90,2±0,6 | 91,9±0,6 | 93,4±0,6 |

При производстве всех образцов продукта степень измельчения мясного сырья составляла 2-3 мм; шпик – 5-8 мм в подмороженном виде непосредственно перед внесением в фарш. Длительность выдержки сырья в посоле – 24 часа при температуре 2-4°С. Растительный ингредиент вносился в виде гидратированной муки: одна часть ингредиента на 1,5 части воды. Длительность перемешивания фарша – 10 минут, температура готового фарша не выше 10-

12°С. В исследуемых образцах наблюдается повышение влагосвязывающей способности и предельного напряжения сдвига, что приводит к получению фарша с более плотной консистенцией. При наполнении оболочек таким фаршем снижается вероятность получения пустот в колбасных батонах, увеличивается плотность набивки. Изменения *СМХ* фарша напрямую зависят от количества внесенной растительного ингредиента: чем больше вносится гидратированной муки, тем больше меняются эти показатели. Образцы №1 и №2 имеют одинаковые показатели, так как вносится одинаковое количество компонента; факт проращивания семян нута и пшеницы на растворах йода и селена не оказывает влияние на данные показатели.

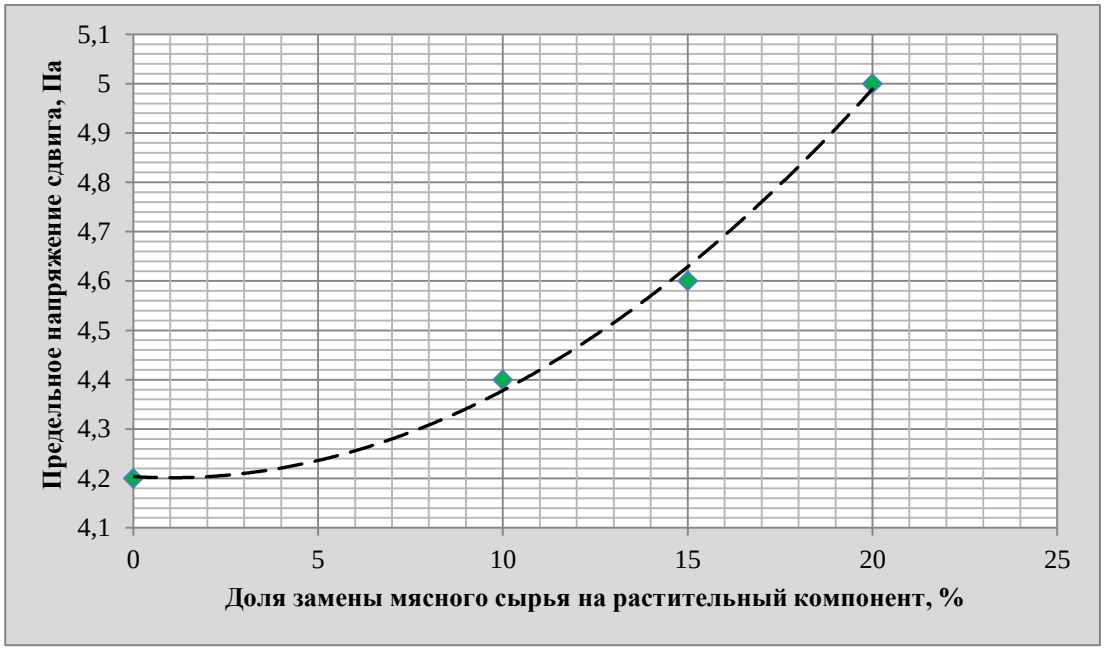


**Рис. 4. Зависимость показателя предельного напряжения сдвига фарша варено-копченых колбас от доли замены мясного сырья растительным компонентом**

При внесении растительного ингредиента выше 15% (образец №4) наблюдается следующая особенность – показатели *ВСС* и предельного напряжения сдвига продолжают расти, фарш получает менее пластичную структуру, с которой становится сложнее работать: при наполнении оболочек фарш выдавливается под более высоким давлением, что провоцирует его чрезмерный нагрев и, как следствие, ухудшение потребительских характеристик. Прежде

всего, это сказывается на органолептических характеристиках: ухудшаются показатели цвета (сероватый оттенок) и консистенции (слишком плотная структура, повышение усилия резания). При составлении фарша в мешалках также возможен чрезмерный нагрев фарша, в готовом продукте могут встречаться серые пятна из-за нарушения процесса цветообразования. Поэтому на данном этапе исследования экспериментальных образцов можно отметить, что повышение уровня внесения ингредиента выше 15% нецелесообразно.

## 5.2 Физико-химические исследования

### 5.2.1 Определение концентрации водородных ионов и массовой доли влаги

Готовые образцы варено-копченых колбас подвергали перечню физико-химических исследований. Метод определения концентрации водородных ионов (*pH*) «основан на измерении разности потенциалов между стеклянным электродом и электродом сравнения, помещенными в образец продукта» [50]. Допустимый диапазон *pH* для готовой варено-копченой колбасы составляет 5,5-6,4 [111]. Полученные значения концентрации водородных ионов для экспериментальных образцов показаны в таблице 6.

Таблица 6 – Значения *pH* в образцах варено-копченых колбас

| № п/п | Образец | Значение |
|---|---|---|
| 1 | Контрольный | 5,8 |
| 2 | Образец №1 «Вкусная» | 6,0 |
| 3 | Образец №2 «Особенная» | 6,0 |
| 4 | Образец №3 «Необыкновенная» | 6,1 |
| 5 | Образец №4 «Монолитная» | 6,2 |

Значения *pH* удовлетворяют допустимым требованиям, отсутствует риск преждевременной порчи продукта. Пониженное значение *pH* замедляет рост гнилостной микрофлоры. Внесение ингредиента незначительно повышает *pH* варено-копченых колбас. Образец №4 имеет водородный показатель, приближающийся к верхней допустимой отметке для варено-копченых колбас, следовательно, велика вероятность того, что данный образец будет иметь сроки хранения меньшие, чем образцы №1 и №2.

Результаты определения массовой доли влаги представлены на рисунке 5 и в таблице 7. Растительный компонент увеличивает водосвязывающую способность фарша, в результате чего количество влаги в готовом продукте также увеличивается.

Массовую долю влаги определяли путем ее удаления из навески исследуемых образцов продукта с использованием прибора инфракрасного излучения Чижовой. Выделяемая прибором тепловая энергия распространяется в слое навески продукта, в результате чего происходит интенсивное испарение влаги из продукта и его обезвоживание [10]. Метод достаточно быстрый и занимает всего 5 минут. Изменение массы определяется взвешиванием.

Таблица 7 – Массовая доля влаги в образцах варено-копченых колбас

| Образец | Масса конверта $M_к$, г | Масса навески $M_0$, г | Масса конверта с навеской $M_1$, г | Масса конверта с навеской после сушки $M_2$, г | Массовая доля влаги $X$, % | Нормативное значение, % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Контрольный | 1,3 | 5 | 6,3 | 3,47 | 45 | не более 50 |
| Образец №1 «Вкусная» | 1,2 | 5 | 6,2 | 3,31 | 46,6 | не более 50 |
| Образец №2 «Особенная» | 1,2 | 5,01 | 6,21 | 3,30 | 46,8 | не более 50 |
| Образец №3 «Необыкновенная» | 1,2 | 5,03 | 6,21 | 3,13 | 49,8 | не более 50 |
| Образец №4 «Монолитная» | 1,2 | 5,04 | 6,24 | 2,98 | 52,2 | не более 50 |

Содержание влаги рассчитывают по формуле (5.3):

$$X = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \cdot 100\%, \qquad (5.3)$$

где $M_0$ – масса навески, г;

$M_1$ – масса конверта с навеской, г;

$M_2$ – масса конверта с навеской после сушки, г.

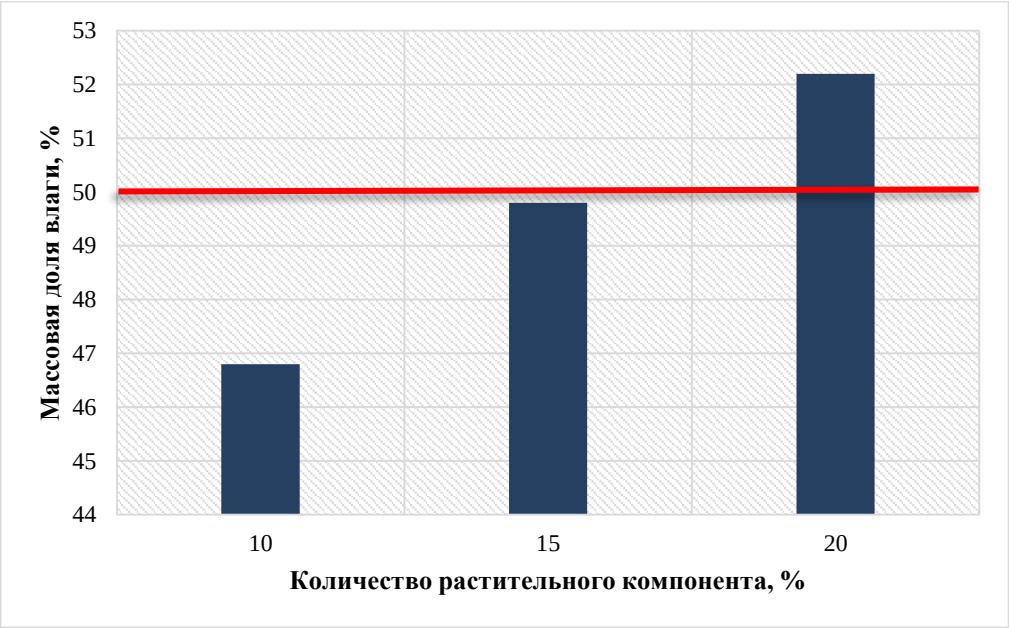


**Рис. 5. Зависимость содержания массовой доли влаги от внесения растительного компонента в рецептуру варено-копченых колбас**

Содержание влаги в контрольном и исследуемых образцах №1-3 не превышает нормативных значений. Определение содержания влаги в образцах проводилось три раза, в таблице 7 представлены средние значения. Образец варено-копченой колбасы «Монолитная» по содержанию массовой доли влаги не удовлетворяет нормативным требованиям, данный факт еще раз подтверждает нецелесообразность внесения растительного ингредиента выше 15% взамен мясного сырья. Учитывая полученные данные, было решено исключить из ассортимента варено-копченых колбас собственной разработки варено-копченую колбасу «Монолитная». В дальнейших исследованиях принимали участие варено-копченые колбасы «Вкусная», «Особенная» и «Необыкновенная».

### 5.2.2 Исследование содержания белка, жиров и углеводов

Термин «протеины» от греческого слова «proteios» означает «первостепенный», что достаточно точно подчеркивает важность данного макрокомпонента в питании человека. Массовая доля белка определялась по методу Кьельдаля, основанному «на минерализации пробы, отгонке аммиака в раствор сер-

ной кислоты с последующим титрованием исследуемой пробы» [36]. Протоколы наблюдений представлены в таблицах 8-9.

Определение массовой доли белка проводилось по формуле (5.4):

$$W_Б = \frac{100 \cdot W_N}{16} = 6,25 \cdot W_N \ \%, \qquad (5.4)$$

где $W_N$– массовая доля общего азота в пробе, % (масс.);

6,25 – коэффициент пересчета на белок.

Таблица 8 – Минерализация проб

| Образец | Реакционная смесь | | | | | | Продолжительность, мин | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | масса, г | | объем, см$^3$ | | цвет | | | | |
| | пробы, $m$ | медного катализатора $m_К$ | $H_2SO_4$ | $H_2O$ | начальный | конечный | обогрев | осветление | общая |
| Контрольный | 2 | 15,5 | 25 | 50 | черный | светло-зеленый | 10 | 110 | 120 |
| Образец №1 «Особенная» | 2 | 15,5 | 25 | 50 | черный | светло-зеленый | 10 | 110 | 120 |
| Образец №2 «Вкусная» | 2 | 15,5 | 25 | 50 | черный | светло-зеленый | 10 | 110 | 120 |
| Образец №3 «Необыкновенная» | 2 | 15,5 | 25 | 50 | черный | светло-зеленый | 10 | 110 | 120 |

Результаты определения массовой доли белка представлены в таблице 10. Образцы №1 и №2 имеют примерно одинаковое содержание белка, так как используется одинаковое соотношение сырья и растительного компонента. Наличие повышенного содержания микроэлементов йода и селена не влияет на общее содержание белка в готовом продукте. В образце №3 наблюдается заметный рост показателя массовой доли белка по сравнению с образцами №1-2, так как добавляется больше растительного компонента.

Таблица 9 – Отгонка аммиака

| Образец | Реакционная смесь | | | | Поглощающая смесь | | Объем, см$^3$ | | Продолжительность, мин |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | минерализат | объем, см$^3$ | | масло парафиновое, капель | $H_3BO_3$, см$^3$ | индикатор Таширо, капель | содержимого приемной колбы | дистиллята | |
| | | $H_2O$ | $NaOH$ | | | | | | |
| Контрольный | 90 | 300 | 100 | 3 | 50 | 4 | 200 | 150 | 110 |
| Образец №1 «Вкусная» | 90 | 300 | 100 | 3 | 50 | 4 | 200 | 167 | 110 |
| Образец №2 «Особенная» | 90 | 300 | 100 | 3 | 50 | 4 | 200 | 167 | 110 |
| Образец №3 «Необыкновенная» | 90 | 300 | 100 | 3 | 50 | 4 | 200 | 178 | 110 |

Таблица 10 – Массовая доля белка в варено-копченых колбасах

| Образец | Объем 0,1н соляной кислоты, израсходованной на титрование дистиллята $V$, мл | Массовая доля общего азота $W_N$, % (масс.) | Массовая доля белка $W_Б$, % |
|---|---|---|---|
| Контрольный | 38,4 | 2,69 | 16,80 |
| Образец №1 «Вкусная» | 41,2 | 2,88 | 17,98 |
| Образец №2 «Особенная» | 41,1 | 2,87 | 17,96 |
| Образец №3 «Необыкновенная» | 41,9 | 2,98 | 18,61 |

Результаты исследований массовой доли жира показаны в таблице 11.

Содержание жира рассчитывают по формуле (5.5):

$$X = \frac{(M_1 - M_2) \cdot Y_1}{M \cdot Y_2} \cdot 100, \qquad (5.5)$$

где $M_1$ – масса бюксы с жиром после сушки, г;

$M_2$ – масса пустой бюксы, г;

$M$ – масса навески, г;

$Y_1$ – количество хлороформа, мл;

$Y_2$ – количество фильтрата, мл.

Таблица 11 – Определение содержания жира в варено-копченых колбасах

| Образец | Экстрагирование | | Высушивание фильтрата | | | | Массовая доля жира, % | Нормативное значение, % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | масса навески $M$, г | объем хлороформа, $Y_1$ мл | количество фильтрата , взятого на высушивание, $Y_2$, мл | масса пустой бюксы $M_2$, г | масса бюксы с жиром до сушки, г | масса бюксы с жиром после сушки $M_1$, г | | |
| Контрольный | 3 | 30 | 5 | 19,11 | 25,9 | 19,26 | 30 | не более 39 |
| Образец №1 «Вкусная» | 3 | 30 | 5 | 17,73 | 24,8 | 17,87 | 27 | не более 39 |
| Образец№2 «Особенная» | 3 | 30 | 5 | 18,41 | 25,39 | 18,55 | 27 | не более 39 |
| Образец №3 «Необыкновенная» | 3 | 30 | 5 | 14,58 | 21,56 | 14,71 | 26 | не более 39 |

Содержание жира в исследуемых образцах снижается благодаря частичной замене мясного сырья растительным ингредиентом. Пониженное содержание жира не изменяет вкусовые свойства готового продукта.

Учитывая тот факт, что взамен мясного сырья добавляется растительное сырье, имеется вероятность повышения содержания углеводов. Поэтому было проведено исследование на содержание массовой доли углеводов в пересчете на глюкозу. Результаты лабораторного исследования представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Определение содержания углеводов в варено-копченых колбасах

| № п/п | Образец | Наименование НД, регламентирующая методику испытаний | Значение показателей качества по НД | Массовая доля углеводов в пересчете на глюкозу, % |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Контрольный | ГОСТ 31470-2012 | – | – |
| 2 | Образец №1 «Вкусная» | | | 4,2±0,11 |
| 3 | Образец №2 «Особенная» | | | 4,1±0,03 |
| 4 | Образец №3 «Необыкновенная» | | | 4,8±0,03 |

На основе полученных данных видно, что контрольный образец не содержит углеводов, а исследуемые образцы содержат углеводы, причем их количество зависит от степени замещения мясного сырья растительным. Известно, что внесение углеводов в мясные системы способствует развитию молочнокислой микрофлоры, в результате жизнедеятельности которой улучшаются органолептические свойства изделий и угнетается рост гнилостной микрофлоры. Поэтому внесение растительного ингредиента позволяет получить продукт без существенного уменьшения сроков годности.

### 5.2.3 Содержание поваренной соли, нитритов и фосфатов в готовом продукте

Определение поваренной соли проводилось по методу Мора. Результаты исследования представлены в таблице 13. Массовая доля поваренной соли в контрольном и в исследуемых образцах одинакова ввиду того, что данный компонент рецептуры вносится в неизменном количестве. Внесение растительного ингредиента не влияет на содержание поваренной соли, однако по вкусу колбаса становится менее соленой. Содержание поваренной соли в варено-копченых колбасах не превышает допустимое значение.

Таблица 13 – Массовая доля поваренной соли в исследуемых образцах варено-копченых колбас

| Образец | Масса навески $m$, г | Количество водной вытяжки, взятой для титрования $v_1$, см$^3$ | Количество 0,05 моль / дм$^3$ раствора азотнокислого серебра, израсходованное на титрование испытуемого раствора $v$, см$^3$ | Массовая доля хлористого натрия $X$, % | Нормативное значение, % |
|---|---|---|---|---|---|
| Контрольный | 5 | 5 | 1,4±0,03 | 1,64±0,04 | 3,2 |
| Образец №1 «Вкусная» | 5 | 5 | 1,4±0,05 | 1,64±0,06 | 3,2 |
| Образец №2 «Особенная» | 5 | 5 | 1,4±0,03 | 1,64±0,04 | 3,2 |
| Образец №3 «Необыкновенная» | 5 | 5 | 1,4±0,03 | 1,64±0,04 | 3,2 |

Массовая доля нитритов определялась по методике, основанной на реакции Грисса. Для определения содержания нитритов в образцах варено-копченых колбас необходимо было составить градуировочный график. Результат сбора данных для построения градуировочного графика приведен в таблице 14. Используя полученный график, были найдены концентрации исследуемых растворов. Результаты определения массовых концентраций нитритов представлены в таблице 15.

Таблица 14 – Результаты измерений интенсивности окраски наведенных растворов и растворов исследуемых образцов

| № раствора | Концентрация растворов С, мкг / см$^3$ | Значение оптической плотности D |
|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 0,067 |
| 3 | 2 | 0,132 |
| 4 | 4 | 0,307 |
| 5 | 6 | 0,446 |
| 6 | 8 | 0,577 |

Градуировочный график приведен на рисунке 6. Выделенная точка на графике – значение массовой концентрации, соответствующей для контрольного и исследуемого растворов.

Таблица 15 – Массовые концентрации нитрита натрия в растворах исследуемых образцов

| Образец | Значение оптической плотности *D* | Массовая концентрация нитрита натрия $M_1$, мкг / см$^3$ |
|---|---|---|
| Контрольный | 0,522±0,001 | 7,12±0,01 |
| Образец №1 «Вкусная» | 0,522±0,001 | 7,12±0,01 |
| Образец №2 «Особенная» | 0,522±0,001 | 7,12±0,01 |
| Образец №3 «Необыкновенная» | 0,522±0,001 | 7,12±0,01 |

Результаты определения содержания нитритов в образцах представлены в таблице 16.

По полученным результатам можно отметить, что внесение растительного компонента в состав варено-копченых колбасных изделий не приводит к заметному изменению содержания нитритов, несмотря на уменьшение удель-

ной доли мясного сырья в рецептуре продуктов. Содержание нитритов не превышает нормативного значения.

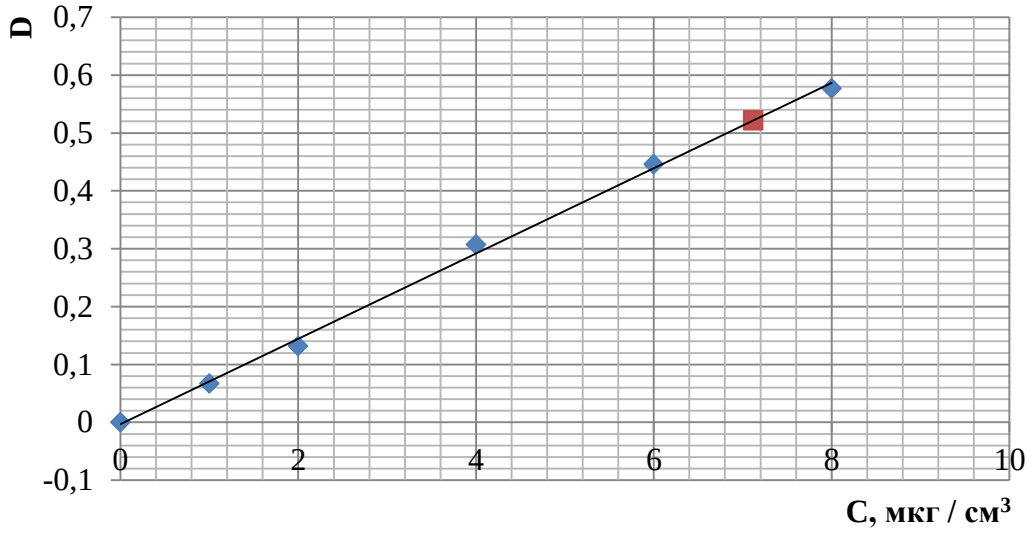


**Рис. 6. Градуировочный графикдля определения содержания нитрита с помощью фотоэлектроколориметра**

Фотометрический метод определения фосфатов в готовом продукте «основан на реакции фосфора с молибденовокислым аммонием в присутствии гидрохинона и сульфита натрия с образованием окрашенного соединения, интенсивность окраски которого измеряют фотометрически» [29]. Данные для построения градуировочного графика зависимости оптической плотности окрашенного раствора от концентрации фосфора представлены в таблице 17.

Таблица 16 – Массовая доля нитритов в ассортименте варено-копченых колбас собственной разработки

| Образец | Массовая доля нитритов, % | |
|---|---|---|
| | экспериментальное значение | нормативное значение |
| Контрольный | 0,002 | до 0,005 |
| Образец №1 «Вкусная» | 0,002 | до 0,005 |
| Образец №2 «Особенная» | 0,002 | до 0,005 |
| Образец №3 «Необыкновенная» | 0,002 | до 0,005 |

Градуировочный график приведен на рисунке 7. Выделенный маркер на графике показывает значение массовой концентрации фосфора, соответ-

ствующее для контрольного и исследуемого образцов. Массовые концентрации фосфора, найденные по градуировочному графику, представлены в таблице 18.

Таблица 17 – Результаты измерений интенсивности окраски наведенных растворов

| № раствора | Концентрация растворов *C*, мг / 100см$^3$ | Значение оптической плотности D |
|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 |
| 2 | 0,02 | 0,026 |
| 3 | 0,04 | 0,05 |
| 4 | 0,06 | 0,075 |
| 5 | 0,08 | 0,1 |
| 6 | 0,1 | 0,124 |

Содержание общего фосфора ($X_1$) в мг на 100 г продукта вычисляют по формуле (5.6):

$$X_1 = \frac{C \cdot 250 \cdot 100}{m \cdot 4 \cdot 1000} = \frac{C \cdot 25}{m \cdot 4}, \qquad (5.6)$$

где *C* – количество фосфора, содержащегося в 100 мл окрашенного раствора, найденное по градуировочному графику, мг;

*m* – масса испытуемой пробы, г;

4 – количество минерализата, взятое для цветной реакции, мл;

250 – общий объем минерализата, см$^3$;

1000 – коэффициент перевода массы пробы в мг.

Таблица 18 – Массовые концентрации фосфора в растворах исследуемых образцов

| Образец | Значение оптической плотности *D* | Массовая концентрация фосфора *C*, мг / 100 см$^3$ |
|---|---|---|
| Контрольный | 0,1034 | 0,083 |
| Образец №1 «Вкусная» | 0,1034 | 0,083 |
| Образец №2 «Особенная» | 0,1034 | 0,083 |
| Образец №3 «Необыкновенная» | 0,1034 | 0,083 |

Результаты определения содержания фосфора в образцах представлены в таблице 19.

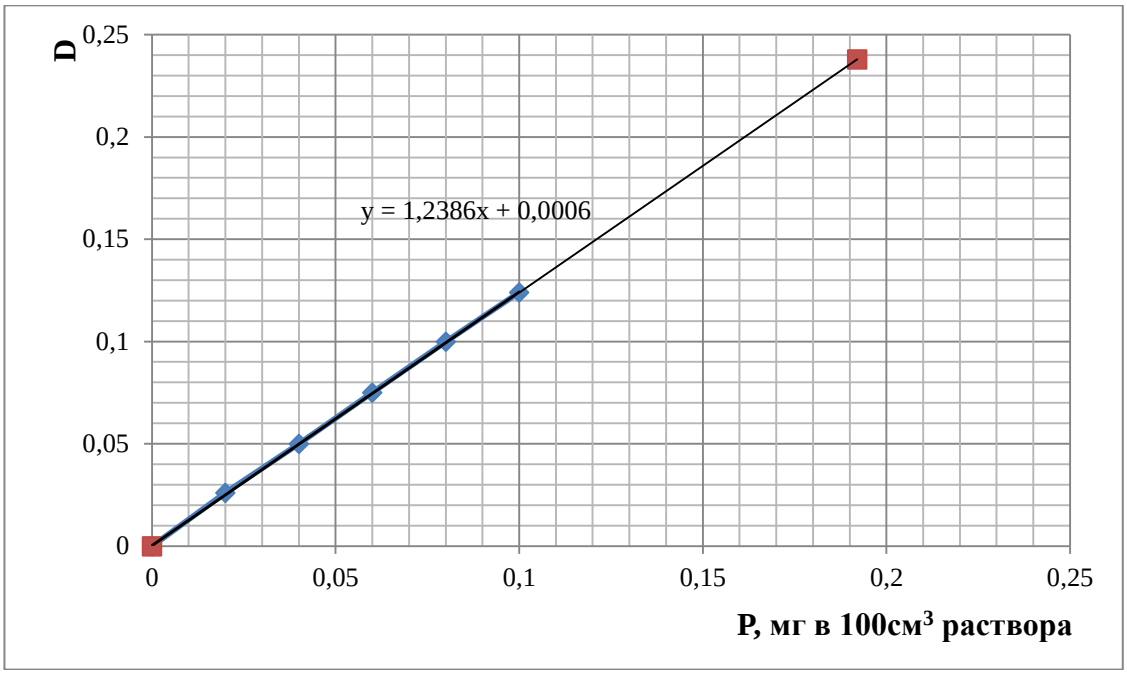


**Рис. 7. Градуировочный график для определения содержания фосфора с помощью фотоэлектроколориметра**

Таблица 19 – Массовая доля фосфора в образцах варено-копченых колбас

| Образец | Масса испытуемой пробы *m*, г | Количество минерализата, взятое для цветной реакции, мл | Массовая доля общего фосфора, % | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | экспериментальное значение | в пересчете на $P_2O_5$ | нормативное значение в пересчете на $P_2O_5$ |
| Контрольный | 3 | 4 | 0,173±0,001 | 0,396±0,002 | 0,4 |
| Образец №1 «Особенная» | 3 | 4 | 0,173±0,001 | 0,396±0,002 | 0,4 |
| Образец №2 «Вкусная» | 3 | 4 | 0,173±0,001 | 0,396±0,002 | 0,4 |
| Образец №3 «Необыкновенная» | 3 | 4 | 0,173±0,001 | 0,396±0,002 | 0,4 |

Внесение растительного компонента в состав варено-копченых колбасных изделий не приводит к изменению содержания фосфора. Для всех образцов варено-копченых колбас массовая доля фосфатов в пересчете на $P_2O_5$ составля-

ет 0,396%, что не превышает нормативного значения, представленного в разработанных Технических условиях.

### 5.2.4 Определение зольности продукта

Результаты определения массовой доли золы для контрольного и исследуемого образцов приведены в таблице 20. Метод основан на получении золы – остатка минеральных веществ, образующегося в результате полного сжигания органической части навески продукта и последующего весового определения массовой доли золы [42]. Было проведено трехкратное определение данного показателя для каждой позиции ассортимента, согласно требованиям ГОСТ 31727-2012.

Таблица 20 – Массовая доля золы в образцах варено-копченых колбасных изделий

| Показатель | Значение | | | |
|---|---|---|---|---|
| | контрольный образец | образец №1 «Вкусная» | образец №2 «Особенная» | образец №3 «Необыкновенная» |
| Массовая доля золы, % | 4,60±0,60 | 5,70±0,74 | 5,70±0,74 | 6,20±0,81 |

Из полученных результатов видно, что внесение растительного компонента заметно увеличивает количество неорганических веществ в продукте. Это говорит о том, что количество макро- и микроэлементов в исследуемых образцах варено-копченой колбасы повышается. Образцы №1 и №2 имеют одинаковую массовую долю золы ввиду одинаковой дозы вносимого ингредиента.

### 5.2.5 Содержание йода и селена

Как было ранее замечено, внесение растительного компонента обогащает данную продукцию не только белком, но и микроэлементами. В данной работе йод и селен были определены как целевые микроэлементы, вносимые в варено-копченые колбасных изделий. В ходе экспериментальных исследований проводилось качественное и количественное определение йода и селена. Результаты определений показаны в таблице 21. Для количественного определения йода и селена образцы были направлены в КАЛаб ГНУ НИИММП, определение данных микроэлементов входило в перечень исследований компонен-

тов растительного ингредиента – нута сорта «Волжанин 50», пшеницы сорта «Камышанка-4». Пробоподготовка образцов варено-копченых колбас для определения йода проводилась в соответствии с МУК 4.1.1187-03 [85].

Таблица 21 – Результаты определений содержания йода и селена

| Показатель | Значение | | | |
|---|---|---|---|---|
| | контрольный образец | образец №1 «Вкусная» | образец №2 «Особенная» | образец №3 «Необыкновенная» |
| Качественное определение йода | отрицательная реакция на крахмальный клейстер | положительная реакция на крахмальный клейстер | положительная реакция на крахмальный клейстер | положительная реакция на крахмальный клейстер |
| Количественное определение йода, мкг / 100 г продукта | – | 1,15±0,04 | 27,63±0,97 | 42,05±1,47 |
| Содержание селена, мкг / 100 г продукта | – | 3,60±0,26 | 10,71±0,81 | 15,07±1,15 |

В подразделе 3.1 настоящей работы были приведены результаты исследования химического состава нута нового сорта «Волжанин 50», в ходе которых выяснилось наличие большого содержания железа, меди, цинка и селена в семенах данного продукта. Наличие йода регистрировалось в виде незначительных следов в 100 г нута. В образец варено-копченой колбасы «Необыкновенная» добавляется максимально допустимое количество растительной смеси – 15% от массы несоленого сырья в гидратированном виде, в которой содержится 4,8% нута. Целевой мясной продукт будет отличаться повышенным содержанием вышеперечисленных микроэлементов, однако целью настоящей работы был определен приоритет белка, йода и селена в вопросе сбалансированного питания. Поэтому было решено не проводить экспериментальное определение перечня минеральных веществ, исследовали содержание только целевых микроэлементов.

В контрольном образце йод не обнаружен как качественной реакцией, так и количественным определением. В исследуемых образцах оба показателя положительные. В варено-копченую колбасу «Вкусная» добавляется компонент, не обогащенный йодом и селеном, однако данные микроэлементы все же

содержатся в готовом продукте благодаря его исходному содержанию в растительном компоненте. Суточная норма йода составляет 150 мкг, в 100 г любого из исследуемых образцов содержание йода не превышено, что соответствует требованиям ГОСТ Р 52349-2005.

Содержание селена в исследуемых образцах также не превышает суточную норму, равную 70 мкг для взрослого человека. В контрольном образце селен не был обнаружен.

### 5.2.6 Определение содержания витаминов

Лабораторному определению подвергались образцы на наличие витамина *С*. Содержание остальных витаминов было найдено расчетным путем на основе справочных данных о биологической ценности компонентов рецептуры продукта, потерь при термообработке и данных, полученных при определении витаминно-минерального состава нута сорта «Волжанин 50» в комплексной лаборатории ООО «Микронутриенты» [130-132]. Содержание витаминов в образцах варено-копченых колбасных изделий представлены в таблице 22.

Таблица 22 – Витаминный состав образцов варено-копченых колбас

| Показатель | Значение | | | | Суточная норма |
|---|---|---|---|---|---|
| | контрольный образец | образец №1 «Вкусная» | образец №2 «Особенная» | образец №3 «Необыкновенная» | |
| Витамины, на 100 г продукта, в т. ч. | | | | | |
| Ретинол *А*, мкг рет. экв. | 1,55 | 1,79 | 1,79 | 2,02 | 900 |
| Тиамин $B_1$, мг | 0,14 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 1,5 |
| Рибофлавин $B_2$, мг | 0,09 | 0,14 | 0,14 | 0,18 | 1,8 |
| Холин $B_4$, мг | 64,50 | 58,93 | 58,93 | 59,31 | 500 |
| Ниацин *PP*, мг | 1,96 | 1,72 | 1,72 | 1,67 | 20 |
| Пантотеновая кислота $B_5$, мг | 0,30 | 0,34 | 0,34 | 0,39 | 5,0 |
| Пиридоксин $B_6$, мг | 0,31 | 0,35 | 0,35 | 0,40 | 2,0 |
| Фолиевая кислота $B_9$, мкг | 0,56 | 6,96 | 6,96 | 11,90 | 400 |
| Кобаламин $B_{12}$, мкг | 1,16 | 0,96 | 0,96 | 0,90 | 3,0 |
| Токоферол *Е*, мг ток. экв. | 0,73 | 0,89 | 0,89 | 1,05 | 15 |
| Витамин *С*, мг | 0,02 | 1,30 | 1,30 | 2,29 | 90 |

Большинство витаминов частично или полностью распадаются при термической обработке и других видах воздействия. При производстве варено-копченых колбас основные процессы термической обработки – варка и копчение. На отдельные группы витаминов эти процессы влияют в разной степени: витамин $B_1$ при варке распадается до 45%, $B_2$ – до 30% *PP* – от 5 до 40%, $B_9$ очень неустойчив и теряет до 90% своей пользы. Повышенной термоустойчивостью отличаются витамины $B_6$ и *E*, при термической обработке они не теряют свои полезные свойства. Витамин $B_6$ по-настоящему устойчив к воздействию высокой температуры, а варка даже полезна, так как данный процесс способствует освобождению активных компонентов витамина.

В составе готовых образцов появляются новые витамины, содержание уже имеющихся витаминов возрастает или остается на том же уровне. В ходе термической обработки большая часть витаминов разрушается. Тем не менее, содержание рибофлавина увеличивается в 2 раза, значительно возрастает содержание витамина *C* и $B_9$. Параллельно с положительным эффектом включения растительного ингредиента в состав варено-копченых колбас наблюдается уменьшение содержания витаминов *PP* и $B_{12}$: больше всего его содержится в мясном сырье, что подтверждается и литературными данными [22, 130, 132, 142].

### 5.3 Установление аминокислотного состава исследуемых образцов

Для нормального функционирования организма необходимо сбалансированное питание, содержащее все необходимые компоненты, в том числе и полноценный белок. Эффективность обмена белков в значительной степени зависит от количественного и качественного состава пищи. При недостаточном поступлении белка или отдельных аминокислот в организме происходит распад белков тканей. Образующиеся аминокислоты участвуют в синтезе гормонов, ферментов и других соединений, необходимых для поддержания нормальной жизнедеятельности организма [79, 87].

На данный момент в мире существует дефицит пищевого белка. Традиционным путем увеличения ресурсов пищевого белка является развитие растениеводства и скотоводства путем развития технологий возделывания зернобобовых, масличных и злаковых культур, которые впоследствии используются как в производстве продуктов питания, так и на корм скоту. Однако, в отличие от мясного сырья, растительные культуры отличаются неполноценностью аминокислотного состава. Поэтому ученые методами селекции стараются получать культуры растений, полноценные в аминокислотном отношении. Кроме того, в кормлении животных применяют сочетание разных культур, что позволяет получать сбалансированный белковый состав и высокое качество мяса [67, 87].

В собственной разработке в качестве растительного ингредиента применяется смесь нута и пшеницы. Как известно, нут содержит большое количество белка, но беден незаменимой аминокислотой метионином. Пшеница имеет достаточное количество метионина, но в целом содержит малое количество белка и недостаток лизина. По предварительным расчетам установлено, что смешивание нута и пшеницы в соотношении 4 : 1 позволяет получать растительный компонент, имеющий сбалансированный аминокислотный состав.

Исследования проводились согласно методике измерений массовой доли аминокислот методом капиллярного электрофореза на системе «Капель 105М». Сущность метода состоит «в разложении пробы для анализа кислотным гидролизом с переводом аминокислот в свободные формы, получении ФТК-производных аминокислот, дальнейшем их разделении и количественном определении методом капиллярного электрофореза» [53]. Аминокислотный состав определялся в трех образцах варено-копченых колбасных изделий: №2 «Особенная», №3 «Необыкновенная» и контрольном образце без внесения растительного ингредиента.

По предварительным расчетам было выяснено, что данные образцы должны содержать улучшенный аминокислотный состав по сравнению с контрольным. Полученные результаты представлены в таблице 23 и на рисунках 8-11.

Таблица 23 – Аминокислотный состав варено-копченых колбас

| № п/п | Аминокислотный состав, мг% | Фактическое значение | | |
|---|---|---|---|---|
| | | контрольный образец | образец №2 «Особенная» | образец №3 «Необыкновенная» |
| 1 | аргинин | 557 | 621 | 753 |
| 2 | лизин | 865 | 978 | 1151 |
| 3 | тирозин | 471 | 499 | 535 |
| 4 | фенилаланин | 550 | 596 | 695 |
| 5 | гистидин | 352 | 345 | 389 |
| 6 | лейцин+изолейцин | 1616 | 1824 | 2192 |
| 7 | метионин | 458 | 553 | 677 |
| 8 | валин | 746 | 832 | 1007 |
| 9 | пролин | 385 | 527 | 670 |
| 10 | треонин | 405 | 474 | 623 |
| 11 | серин | 403 | 411 | 501 |
| 12 | аланин | 743 | 732 | 864 |
| 13 | глицин | 523 | 577 | 663 |
| 14 | триптофан | 116 | 128 | 187 |

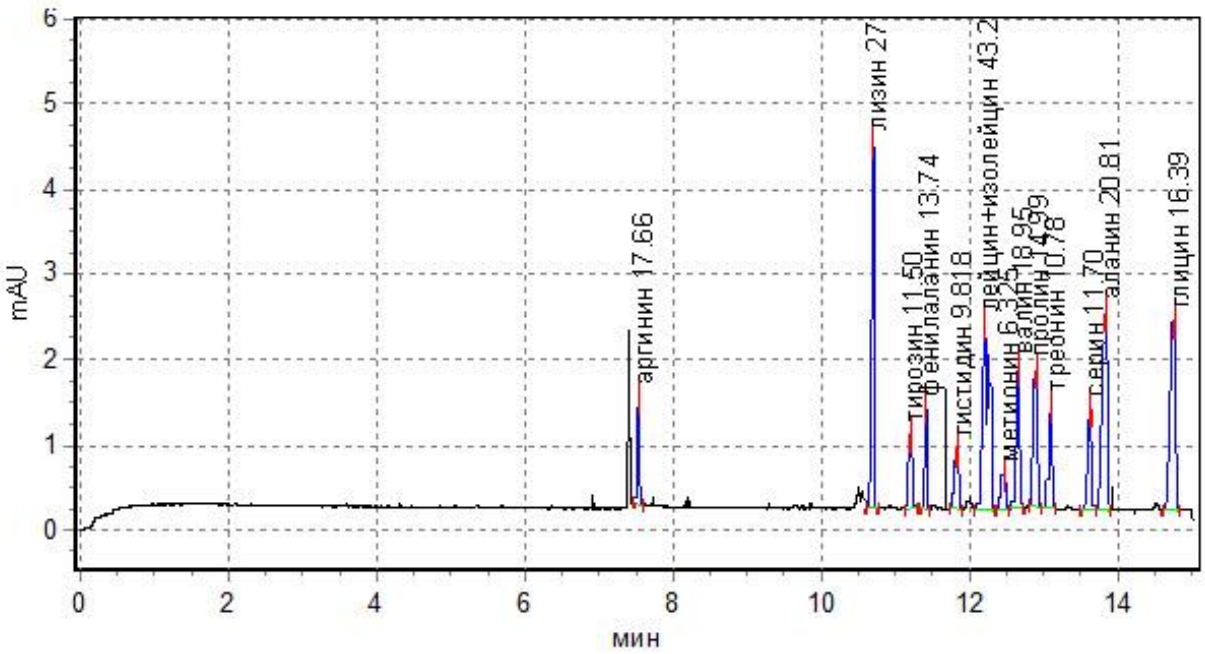


**Рис. 8. Диаграмма капиллярного электрофореза аминокислот варено-копченой колбасы «Особенная»**

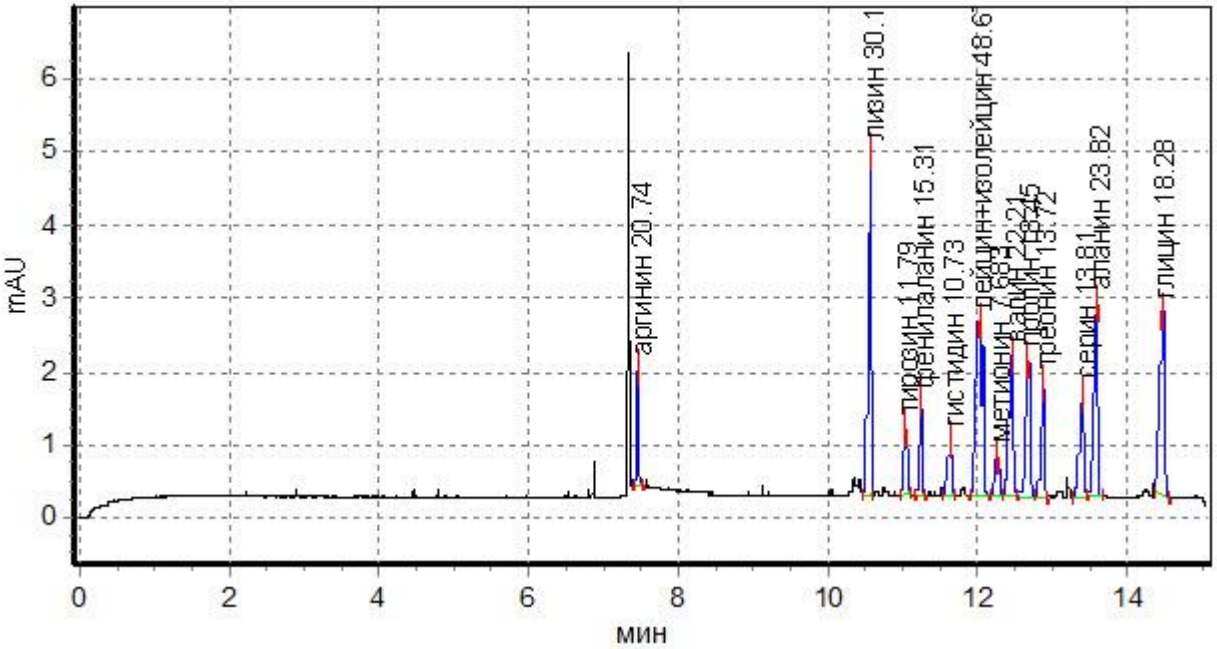


**Рис. 9. Диаграмма капиллярного электрофореза аминокислот варено-копченой колбасы «Необыкновенная»**

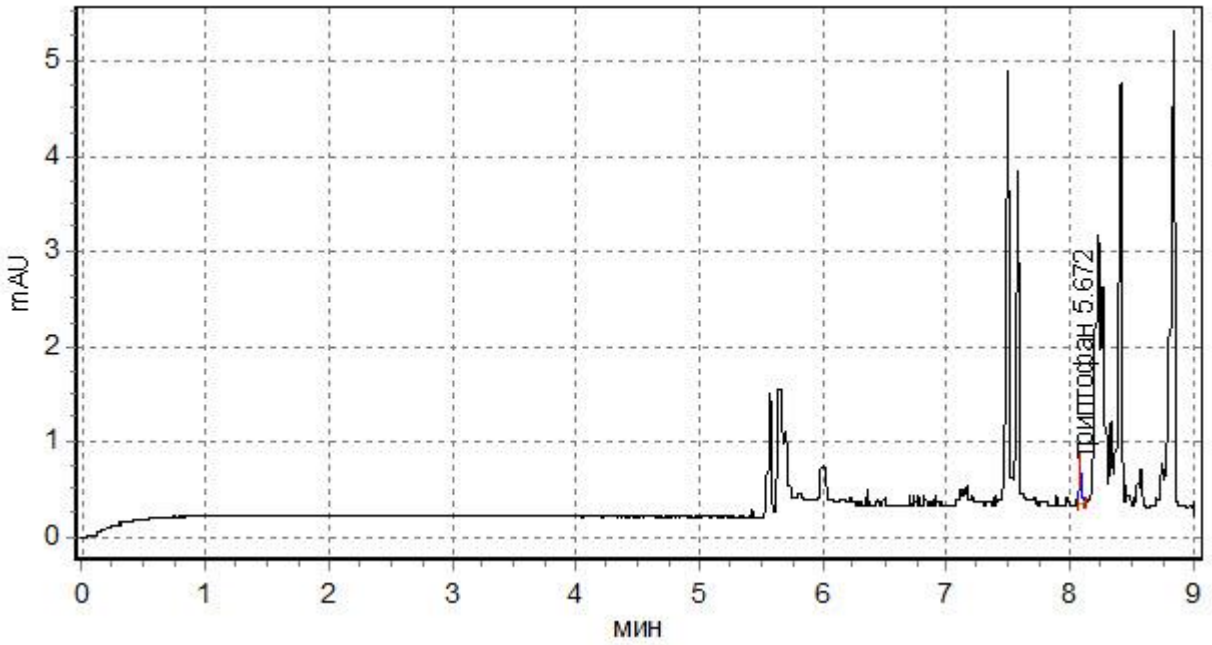


**Рис. 10. Определение пика триптофана в варено-копченой колбасе «Особенная»**

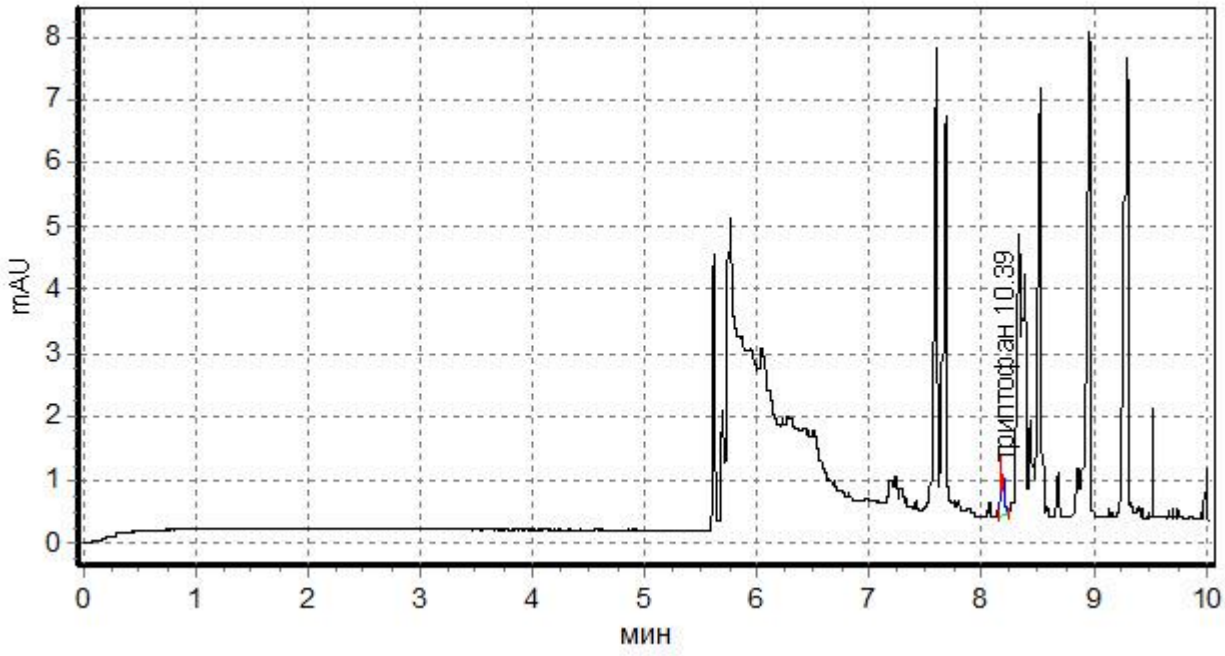


**Рис. 11. Определение пика триптофана в варено-копченой колбасе «Необыкновенная»**

Как видно из полученных результатов, пики аминокислот варено-копченой колбасы «Необыкновенная» выше и более ярко выражены, чем пики аминокислот варено-копченой колбасы «Особенная». Пики, не имеющие подписей, относятся к другим компонентам и посторонним «шумам».

Проводилась оценка аминокислотной сбалансированности и биологической ценности белка исследуемых продуктов. Рассчитывались показатели аминокислотного скора, коэффициента различия аминокислотного скора (*КРАС)*, и утилитарности, биологической ценности.

Аминокислотный скор рассчитывался по формуле (5.7):

$$C_j = \left(\frac{A_j}{A_{cj}}\right) \cdot 100, \qquad (5.7)$$

где $C_j$ – аминокислотный скор;

$A_j$ – содержание j-той кислоты в исследуемом продукте, г/100 г белка;

$A_{cj}$ – содержание j-той кислоты, соответствующее физиологической норме (эталону), г/100 г белка.

Коэффициент *КРАС* определяли по формуле (5.8):

$$КРАС = \sum \frac{\Delta РАС}{n}, \quad (5.8)$$

где $\Delta РАС$ – различие аминокислотного скора j-той аминокислоты (5.9):

$$\Delta РАС = C_j - C_{\min}, \quad (5.9)$$

где $n$ – количество незаменимых аминокислот;

$C_{min}$ – минимальный скор незаменимой кислоты оцениваемого белка по отношению к физиологической норме.

По полученным результатам рассчитывалась биологическая ценность (*БЦ*) белка (5.10):

$$БЦ = 100 - КРАС. \quad (5.10)$$

Также был проведен расчет коэффициента утилитарности аминокислотного состава. Коэффициент утилитарности рассчитывался по формуле (5.11):

$$a_j = \frac{C_{\min}}{C_j} \quad (5.11)$$

Математическую обработку результатов проводили с применением расчетных мощностей программы MS Excel 2013. Результаты расчета биологической ценности белка и аминокислотной сбалансированности представлены в таблицах 24-26 соответственно для контрольного образца, варено-копченой колбасы «Особенная» и «Необыкновенная».

Таблица 24 – Результаты расчета биологической ценности белка в контрольном образце варено-копченой колбасы

| Аминокислота | Показатели | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | содержание, мг% | $A_j$, г/100г | $A_{cj}$, г/100г | $C_j$, % | *ΔРАС*, % | *КРАС*, % | *БЦ*, % | $a_j$ |
| лизин | 865 | 5,15 | 5,5 | 93,6 | 33,3 | 22,34 | 77,66 | 0,64 |
| тирозин+ фенилаланин | 1021 | 6,08 | 6,0 | 101,3 | 41,0 | | | 0,60 |
| лейцин+ изолейцин | 1616 | 9,62 | 11,0 | 87,5 | 27,2 | | | 0,69 |
| метионин | 458 | 2,73 | 3,5 | 78,0 | 17,7 | | | 0,77 |
| валин | 746 | 4,44 | 5,0 | 88,8 | 28,5 | | | 0,68 |
| треонин | 405 | 2,41 | 4,0 | 60,3 | – | | | 1 |
| триптофан | 116 | 0,69 | 1,0 | 69,0 | 8,7 | | | 0,87 |

Таблица 25 – Результаты расчета биологической ценности белка образце №2 варено-копченой колбасы

| Аминокислота | Показатели | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | содержание, мг% | $A_j$, г/100г | $A_{cj}$, г/100г | $C_j$, % | *ΔРАС*, % | *КРАС*, % | *БЦ*, % | $a_j$ |
| лизин | 978 | 5,45 | 5,50 | 99,1 | 33,1 | 21,26 | 78,74 | 0,67 |
| тирозин+ фенилаланин | 1095 | 6,1 | 6,0 | 101,7 | 35,7 | | | 0,65 |
| лейцин+ изолейцин | 1824 | 10,16 | 11,0 | 92,4 | 26,4 | | | 0,71 |
| метионин | 553 | 3,08 | 3,50 | 88,0 | 22,0 | | | 0,75 |
| валин | 832 | 4,63 | 5,0 | 92,6 | 26,6 | | | 0,71 |
| треонин | 474 | 2,64 | 4,0 | 66,0 | – | | | 1 |
| триптофан | 128 | 0,71 | 1,0 | 71,0 | 5,0 | | | 0,93 |

При сравнении исследуемых образцов была выявлена прямая зависимость роста показателей биологической ценности белка в готовом продукте от количества добавляемого растительного ингредиента. Отмечается рост аминокислотного скора незаменимых аминокислот, по которым ведется расчет. Выявлена лимитирующая аминокислота – треонин – в рассматриваемых образцах варено-копченых колбас. Повышение доли замены мясного сырья растительным с 10 до 15% способствует увеличению биологической ценности белка на 1,36%, аминокислотный скор лимитирующей кислоты увеличивается на 17,8%.

Таблица 26 – Результаты расчета биологической ценности белка в образце №3 варено-копченой колбасы

| Аминокислота | Показатели | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | содержание, мг% | $A_j$, г/100г | $A_{cj}$, г/100г | $C_j$, % | *ΔРАС*, % | *КРАС*, % | *БЦ*, % | $a_j$ |
| лизин | 1151 | 6,19 | 5,50 | 112,6 | 28,8 | 19,9 | 80,1 | 0,74 |
| тирозин+ фенилаланин | 1230 | 6,61 | 6,0 | 110,2 | 26,4 | | | 0,76 |
| лейцин+ изолейцин | 2192 | 11,78 | 11,0 | 107,1 | 23,3 | | | 0,78 |
| метионин | 677 | 3,64 | 3,50 | 104,0 | 20,2 | | | 0,81 |
| валин | 1007 | 5,41 | 5,0 | 108,2 | 24,4 | | | 0,78 |
| треонин | 623 | 3,35 | 4,0 | 83,8 | – | | | 1 |
| триптофан | 187 | 1,0 | 1,0 | 100,0 | 16,2 | | | 0,84 |

По сравнению с контрольным образцом, образец варено-копченой колбасы «Необыкновенная» имеет более высокий показатель аминокислотного скора по лимитирующей аминокислоте треонин на 23,5%, биологическая цен-

ность повышается на 2,44%. За исключением лимитирующей аминокислоты треонина, остальные незаменимые аминокислоты имеют показатель $C_j$ более 100% в варено-копченой колбасе «Необыкновенная».

Следовательно, соотношение нута и пшеницы в растительном ингредиенте было подобрано оптимальное, наблюдается общее улучшение показателей аминокислотного состава и биологической ценности белка. Недостаток треонина наименее прослеживается в образце с максимально допустимой заменой мясного сырья – варено-копченой колбасе «Необыкновенная». Тем не менее, оба образца колбасных изделий обогащаются аминокислотами, поэтому целесообразно оставить обе позиции ассортимента.

## 5.4 Исследование микроструктуры образцов продукта с добавлением растительного ингредиента

С каждым годом происходит увеличение ассортимента мясных продуктов как отечественного, так и иностранного производства на российском рынке. Официальная оценка качества мясной продукции направлена в основном на определение ее безопасности и не затрагивает определения состава использованного сырья и выяснения соответствия продукции нормативным требованиям. Метод гистологического анализа является прямым способом установления истинного состава сырья и продукции [127].

У каждого вида продукта имеется своя микроструктура. Внесение новых или нежелательных компонентов может быть выявлено с помощью установления микроструктуры продукта.

Гистологическому исследованию были подвержены исследуемые образцы – колбаса варено-копченая «Необыкновенная» и «Особенная». Полученные препараты изучались на световом микроскопе AxioImaiger 2. Фотографирование среза образцов было выполнено с использованием видеокамеры AxioCam. Результаты гистологического исследования варено-копченой колбасы «Особенная» представлены на рисунках 12-14, варено-копченой колбасы «Необыкновенная» – на рисунках 15-16.

В микроструктуре образца варено-копченой колбасы «Особенная» не было замечено отклонений или каких-либо изменений. Отчетливо видна мышечная ткань с прослойками жира – жировые клетки, адипоциты (рисунок 13); в образец попал фрагмент измельченного шпика. Также было замечено наличие растительного ингредиента (рисунок 14), присутствовали участки с его большим накоплением. Следовательно, в ходе составления фарша перемешивание было выполнено недостаточно хорошо, так как данная операция проводилась вручную. При использовании промышленного оборудования этот недостаток устраняется.

Образец варено-копченой колбасы «Необыкновенная» имеет такую же микроструктуру, как и образец варено-копченой колбасы «Особенная» (рисунок 15-16). Наблюдается мышечная ткань, в промежутках которой включены жировые клетки и частицы растительного ингредиента. При десятикратном увеличении фрагменты растительной смеси наиболее заметны (рисунок 16). Поэтому структура исследуемых образцов варено-копченых колбас будет незначительно отличаться от структуры контрольного образца.

**Рис. 12. Микроструктура варено-копченой колбасы «Особенная», увеличение 5х**

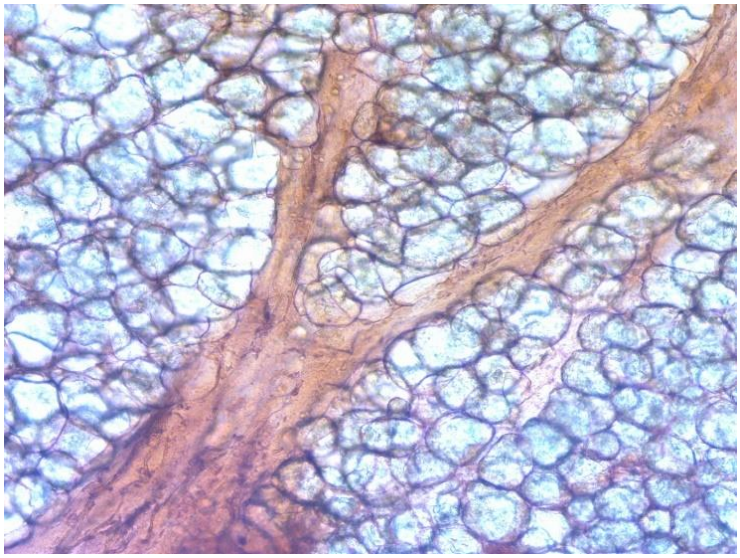

**Рис. 13. Жировая ткань в варено-копченой колбасе «Особенная», увеличение 10х**

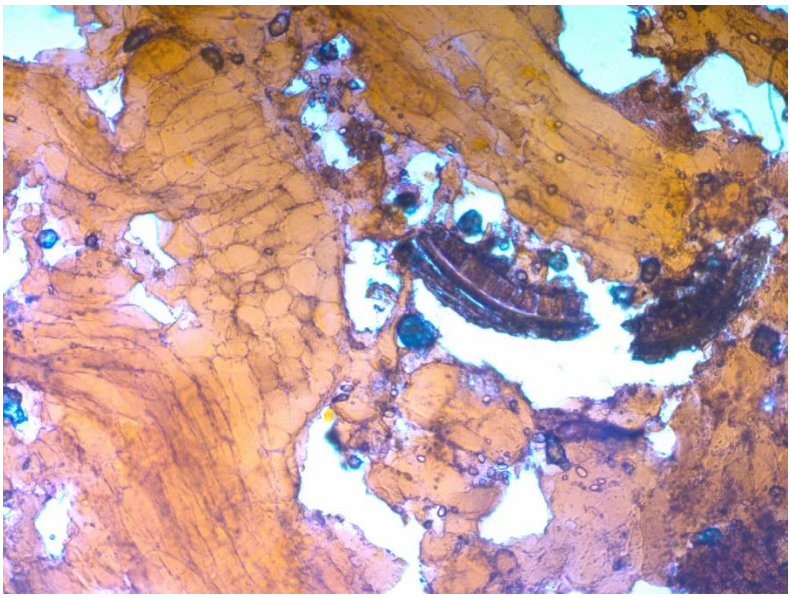

**Рис. 14. Наличие частиц растительного компонента в колбасе «Особенная», увеличение 5х**

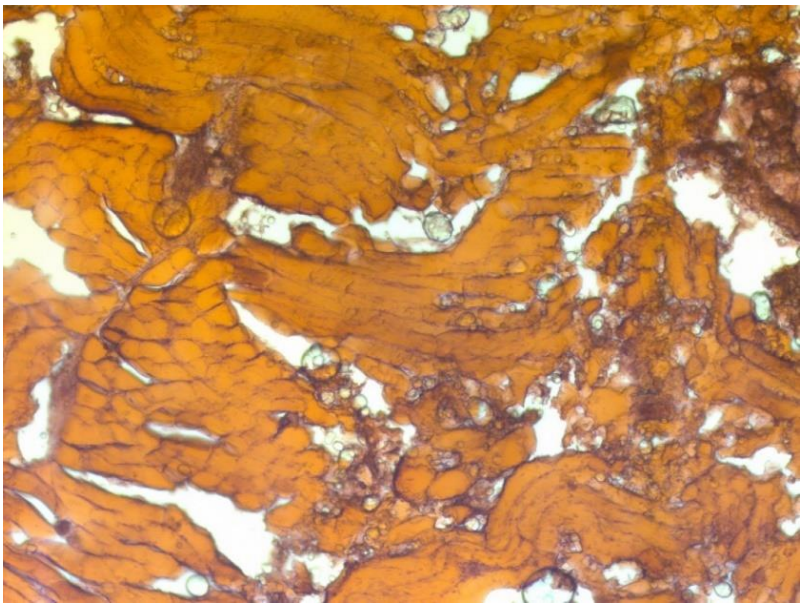

**Рис. 15. Микроструктура варено-копченой колбасы «Необыкновенная», увеличение 5х**

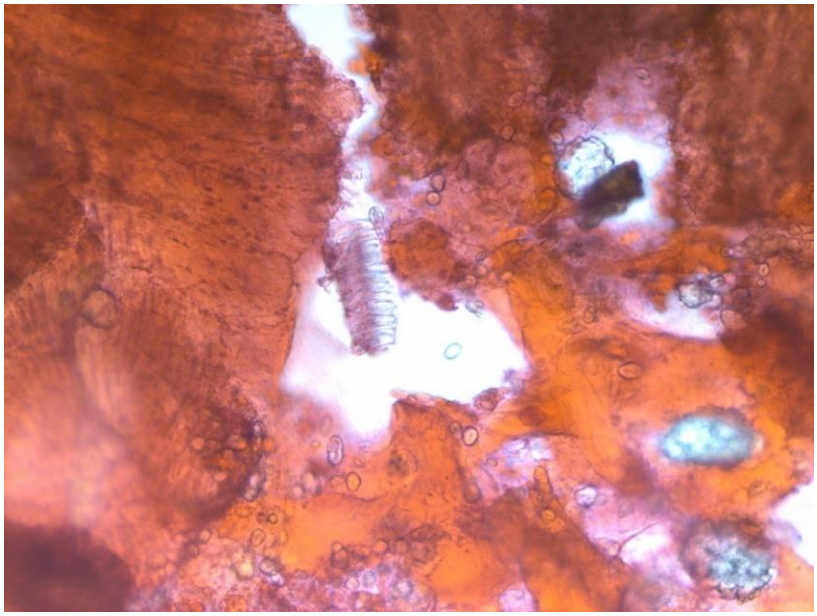

**Рис. 16. Наличие частиц растительного компонента в колбасе «Необыкновенная», увеличение 10х**

Таким образом, на гистологических срезах варено-копченых колбас «Особенная» и «Необыкновенная» отмечается наличие скоплений растительной смеси, связывающей мышечную и жировую ткань продукта. Растительный ин-

гредиент имеет характерный темно-красный цвет благодаря окрашиванию красителем красным рисовым, вносимым при составлении колбасного фарша.

Информация, получаемая при гистологическом анализе, используется в процессе создания новых комбинированных продуктов питания, а также при выявлении случаев фальсификации состава мясных продуктов. Микроструктурный анализ также позволяет выявлять наличие микробиальной порчи мяса. В исследуемых образцах порчи мяса не было обнаружено. Недобросовестные производители в целях экономии производства и получения большего выхода продукции используют различные приемы: заменители мясного сырья, например, субпродукты, выход продукции увеличивается путем добавления крахмала. Однако такие случаи изменения рецептуры не отражаются в составе продукта или нормативной документации. Гистологический анализ позволяет выявлять такие нарушения.

## 5.5 Органолептические исследования

Результаты органолептической оценки готовых образцов колбасных изделий по пятибалльной шкале приведены в профилограмме на рисунке 17. В исследовании также участвовал образец варено-копченой колбасы «Монолитная» с целью сравнения изменения показателей консистенции и вкуса по сравнению с контролем и выбранным перечнем образцов. На основе полученных результатов можно отметить, что органолептические показатели образцов №1-3 почти не отличаются от показателей контрольного образца.

Средние баллы по органолептическим показателям составили: образцы №1-2 – 4,59, образец №3 – 4,56, образец №4 – 4,35 контроль – 4,62. По критериям внешнего вида и аромата образцы №1-3 не отличаются от контрольного, а по консистенции даже превосходят его.

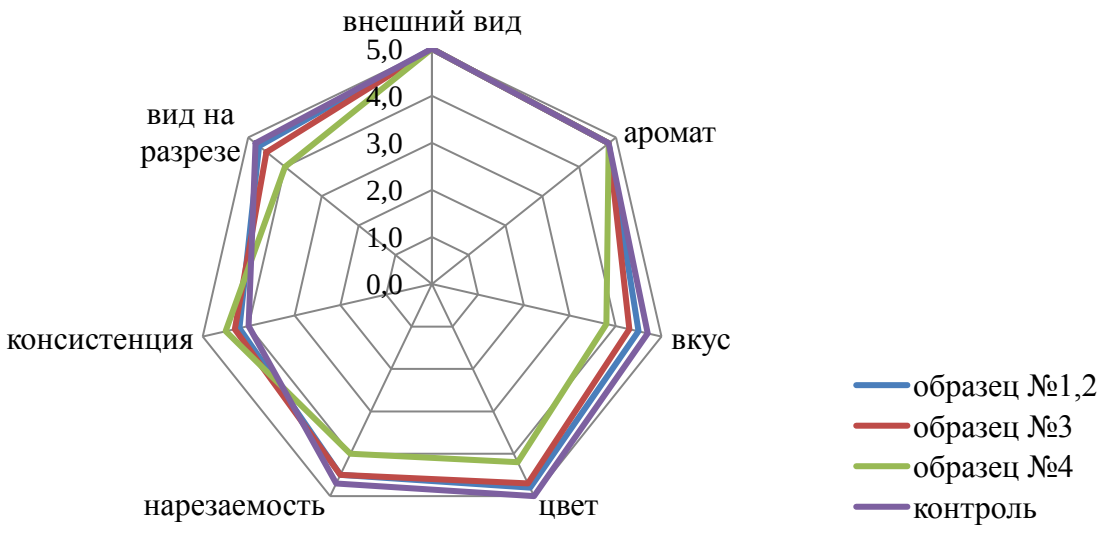


**Рис. 17. Профилограмма органолептических показателей варено-копченых колбас: образец №1 – колбаса варено-копченая «Вкусная», образец №2 – «Особенная», образец №3 – «Необыкновенная», образец №4 – «Монолитная»**

В исследуемых образцах отмечается увеличение упругости колбасных батонов, цвет приобретает еле заметный желтоватый оттенок, для коррекции которого вносят небольшое количество красителя красного рисового. Эти факторы оказывают незначительное влияние на вкусовое восприятие продукта и не ухудшают его внешний вид. При добавлении 20% растительного ингредиента взамен мясного сырья органолептические показатели начинают ухудшаться, что заметно в образце №4 «Монолитная» по показателям вкуса, цвета и нарезаемости. Увеличенная доля вносимого ингредиента в образце №4 способствует росту показателя консистенции, но в качестве побочного эффекта наблюдается ухудшение цвета на срезе и появление характерного горохового аромата.

При максимально установленной норме внесения растительного ингредиента (образец №3 «Необыкновенная») наблюдается баланс органолептических показателей – заметный рост консистенции при незначительном снижении ряда показателей: вкуса (соленость продукта), цвета, нарезаемости ввиду уплотнения структуры продукта. Разница в показателях между контролем и исследуемыми образцами варьируется в пределах 0,4 балла. Цвет на разрезе кор-

ректируется добавлением красителя красного рисового на стадии приготовления фарша. Вкусовая оценка исследуемых образцов немного снижена ввиду незначительного уменьшения солености готовой продукции и осведомленности дегустаторов о частичной замене мясного сырья растительным. Тем не менее, многие признавали, что не видят особых различий между контрольным и исследуемыми образцами. Следовательно, максимальный уровень внесения ингредиента в продукцию собственной разработки – 15% от массы несоленого сырья – подобран наиболее оптимально.

### 5.6 Содержание питательных компонентов в варено-копченой колбасе «Особенная» и «Необыкновенная»

Была проведена оценка содержания макро- и микронутриентов в образцах представленного ассортимента обогащенных варено-копченых колбас и их соответствие с нормами физиологических потребностей человека (таблица 27). Представлены данные для исследуемых образцов «Особенная» и «Необыкновенная». Варено-копченая колбаса «Вкусная» имеет схожее содержание питательных компонентов с образцом «Особенная». Данные суточной нормы потребления были взяты из МР 2.3.1.2432-08, за основу расчетов выбрана II группа по уровню физической активности – мужчины и женщины в возрасте от 30 до 39 лет. Нормы потребления пищевых волокон, витаминов и минеральных веществ одинаковы для всех групп физической активности, за исключением людей пенсионного возраста [63, 65, 86].

При расчете энергетической ценности продукта использовали распространенную методику умножения количества пищевых веществ на соответствующие коэффициенты: 1 г белка – 4 ккал, жиров – 9 ккал, углеводов – 4 ккал. Суточная норма калорий была выбрана для взрослого населения со средним уровнем активности в течение дня. Расчет энергетической ценности для 100 г варено-копченой колбасы «Необыкновенная» представлен ниже (5.12):

$$ЭЦ = 18{,}61 \times 4 + 26{,}0 \times 9 + 4{,}8 \times 4 = 327{,}6 \ ккал. \qquad (5.12)$$

Таблица 27 – Уровень удовлетворения варено-копченых колбас суточной потребности

| Показатель | Значение показателя | | | | Суточная норма |
|---|---|---|---|---|---|
| | Образец №2 «Особенная» | | Образец №3 «Необыкновенная» | | |
| | 100 г продукта | % от суточной нормы | 100 г продукта | % от суточной нормы | |
| II группа физической активности – мужчины в возрасте от 30 до 39 лет | | | | | |
| Белки, г | 17,96±0,20 | 23,33±0,003 | 18,61±0,37 | 24,17±0,005 | 77 |
| Жиры, г | 27,0±0,16 | 30,70±0,002 | 26,0±0,19 | 29,60±0,002 | 88 |
| Углеводы в пересчете на глюкозу, г | 4,10 ± 0,03 | 1,06 ± 0,008 | 4,80 ± 0,03 | 1,24 ± 0,008 | 387 |
| Минеральные вещества: | | | | | |
| Йод, мкг | 27,63 ± 0,97 | 18,42 ± 0,65 | 42,05 ± 1,47 | 28,03 ± 0,98 | 150 |
| Селен, мкг | 10,71 ± 0,81 | 15,30 ± 1,16 | 15,07 ± 1,15 | 21,53 ± 1,64 | 70 |
| Энергетическая ценность, ккал | 331,2 | 12,50 | 327,6 | 12,36 | 2650 |
| II группа физической активности – женщины в возрасте от 30 до 39 лет | | | | | |
| Белки, г | 17,96 ± 0,20 | 27,63±0,003 | 18,61±0,37 | 28,63±0,006 | 65 |
| Жиры, г | 27,0 ± 0,16 | 37,5±0,002 | 26,0 ± 0,19 | 36,11±0,003 | 72 |
| Углеводы в пересчете на глюкозу, г | 4,10 ± 0,03 | 1,32 ± 0,009 | 4,80 ± 0,03 | 1,54 ± 0,009 | 311 |
| Минеральные вещества: | | | | | |
| Йод, мкг | 27,63 ± 0,97 | 18,42 ± 0,65 | 42,05 ± 1,47 | 28,03 ± 0,98 | 150 |
| Селен, мкг | 10,71 ± 0,81 | 19,47 ± 1,47 | 15,07 ± 1,15 | 27,40 ± 1,64 | 55 |
| Энергетическая ценность, ккал | 331,2 | 15,4 | 327,6 | 15,24 | 2150 |
| II группа физической активности – мужчины и женщины в возрасте от 30 до 39 лет | | | | | |
| Вода, г | 46,8 ± 1,9 | 2,34 ± 0,10 | 49,8 ± 2,0 | 2,49 ± 0,1 | 2000 |
| Пищевые волокна, г | 0,30 | 1,50 | 0,45 | 2,25 | 20 |
| Витамины: | | | | | |
| *A*, мкг рет. экв. | 1,79 | 0,20 | 2,02 | 0,22 | 900 |
| $B_1$, мг | 0,13 | 8,67 | 0,13 | 8,67 | 1,5 |
| $B_2$, мг | 0,14 | 7,78 | 0,18 | 10,0 | 1,8 |
| $B_4$, мг | 58,93 | 11,8 | 59,31 | 11,9 | 500 |
| *PP*, мг | 1,72 | 8,6 | 1,67 | 8,4 | 20 |
| $B_5$, мг | 0,34 | 6,8 | 0,39 | 7,8 | 5,0 |
| $B_6$, мг | 0,35 | 17,5 | 0,40 | 20,0 | 2,0 |
| $B_9$, мкг | 6,96 | 1,74 | 11,90 | 3,0 | 400 |
| $B_{12}$, мкг | 0,96 | 32,0 | 0,90 | 30,0 | 3,0 |
| *E*, мг ток. экв. | 0,89 | 5,93 | 1,05 | 7,0 | 15 |
| *C*, мг | 1,30 | 1,44 | 2,29 | 2,54 | 90 |

Согласно приказу Министерства здравоохранения Российской Федерации № 614 от 19 августа 2016 г., норма потребления мясных продуктов составляет 73 кг / год. Рекомендуют употреблять говядину в количестве 20 кг / год, а свинину – 18 кг / год, то есть, наблюдается примерно равное соотношение данных видов мяса в рационе питания. Следовательно, сложив нормы потребления говядины и свинины и разделив на количество дней в году, суточная норма человека в данных видах мяса суммарно составит 104 г.

Ассортимент предлагаемых варено-копченых колбас содержит равное количество говядины и свинины в своем составе, не считая шпика; вместе с ним доля мясного сырья достигает 85-90%. Из полученных результатов видно, что 100 г готового продукта не удовлетворяет суточную потребность на 100% ни по одному из представленных показателей. Например, для удовлетворения суточной нормы белка потребуется около 355-421 г колбасы в зависимости от выбранной позиции ассортимента и группы физической активности. Что касается энергетической ценности, то для покрытия суточной нормы энергии в 2650 ккал потребуется 800 г колбасы; употреблять данный продукт в таких количествах не рекомендуется. Однако если учесть, что в рацион человека входят не только колбасные изделия, то такой состав будет вполне целесообразным. По сравнению с традиционной рецептурой, в данной композиции присутствует улучшенный аминокислотный состав (см. подраздел 5.3), содержание жира незначительно уменьшается по причине внесения растительного ингредиента частично взамен мясного сырья, содержание витаминов также увеличено, особенно это заметно на витаминах *A, $B_2$, $B_9$, E, C*. Результат был бы более заметен, если бы можно было увеличить допустимую долю замены мясного сырья растительным компонентом. Также продукт будет иметь повышенное содержание железа, кальция, молибдена и цинка, что было подмечено при оценке микроэлементного состава растительного сырья (см. подраздел 3.1).

Опытным путем было определено содержание углеводов в готовом продукте. Чрезмерное содержание углеводов приводит к порче готового продукта,

снижению сроков годности. Однако проведенные исследования по микробиологическим характеристикам и срокам годности продукта, представленные в подразделе 5.7, говорят о том, что содержание углеводов не превышает допустимую норму.

Содержание целевых микроэлементов также повышается за счет введения обогащенного растительного сырья. Однако для того, чтобы покрыть суточную потребность в йоде, потребителю необходимо 360-550 г колбасы, а для удовлетворения потребности в селене необходимо еще больше продукта – 365-660 г, в зависимости от выбранной позиции ассортимента и группы физической активности.

Употребление 100 г варено-копченых колбас «Особенная» и «Необыкновенная» позволяет удовлетворять более 15% среднесуточной физиологической потребности человека в сбалансированном белке, микроэлементах йоде и селене, следовательно, данные образцы можно отнести к категории обогащенных продуктов питания. Образец №1 «Вкусная» не был включен в обзор содержания питательных компонентов, так как он имеет состав, схожий с №2 «Особенная», содержание йода и селена будет довольно низким, но по остальным показателям будет наблюдаться положительная картина. С целью расширения ассортимента функциональных и обогащенных продуктов питания рекомендуется оставить три позиции разработанных варено-копченых колбас.

## 5.7 Сроки годности готового продукта

Проводилось исследование микробиологических показателей качества готового продукта – определение *КМАФАнМ*, *БГКП*, наличие S. aureus, L. monocytogenes, патогенной микрофлоры, в т.ч. Salmonella, сульфитредуцирующих клостридий. Отдельным исследованием можно отметить определение характера роста микрофлоры в ходе хранения варено-копченых колбас на основе подсчета роста *КМАФАнМ*. Целью данного исследования было определить, оказывает ли влияние растительный компонент на сроки годности варено-копченых колбас в условиях холодильного хранения.

Для варено-копченых колбас нормы СанПиН 2.3.2.1078-01 не устанавливают предельное содержание *КМАФАнМ*. Для готового растительного ингредиента, добавляемого в рецептуру продукта, были выбраны нормативные значения микробиологических показателей из того же нормативного источника для пищевых отрубей. Для пищевых отрубей величина *КМАФАнМ* не должна превышать $5{,}0 \times 10^4$ КОЕ / г; при сравнении с доступной СанПиН 2.3.2.1078-01 нормой *КМАФАнМ* для вареных колбас, равной $1{,}0 \times 10^3$ КОЕ / г данное значение значительно выше, поэтому подтверждение сроков годности является целесообразным.

В исследовании участвовал контрольный образец и экспериментальный образец №3 «Необыкновенная», так как данная позиция содержит наибольшее количество растительного ингредиента. Оценка хранимоспособности оценивалась для стандартных условий хранения, характерных для данного вида продукта – в холодильнике при температуре 4-6°С и относительной влажности не более 75%. Отбор проб для анализа проводился согласно требованиям ГОСТ Р 31904-2012 [46]. В посевах через каждые трое суток подсчитывались значения *КМАФАнМ* [11, 13, 82].

Результаты определений представлены в таблице 28 и на рисунке 18. Для свежевыработанной варено-копченой колбасы бактериальная обсемененность составляет не более $10^2$ КОЕ в 1 г продукта, что удовлетворяет нормативным требованиям.

В контрольном и исследуемом образце не были обнаружены бактерии группы кишечной палочки, S. aureus, патогенные микроорганизмы, в том числе Salmonella, и сульфитредуцирующие клостридии на протяжении всего срока годности. При положительном определении данных показателей варено-копченая колбаса признается непригодной в пищу.

Таблица 28 – Результаты исследования зависимости роста микроорганизмов в продукте от сроков холодильного хранения

| Время хранения, сутки | Содержание *КМАФАнМ* в 1 г продукта | | Масса продукта (г), в котором не допускается | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | контрольный образец | | | | образец №3 «Необыкновенная» | | | |
| | контрольный образец | образец №3 «Необыкновенная» | БГКП | S. aureus | Патогенные, в т.ч. Salmonella | Сульфитреуцирующие клостридии | БГКП | S. aureus | Патогенные, в т.ч. Salmonella | Сульфитреуцирующие клостридии |
| По Н.Д. | – | – | 1,0 | 1,0 | 25 | 0,1 | 1,0 | 1,0 | 25 | 0,1 |
| Фон | $1 \times 10^2$ | $1 \times 10^2$ | не обнаружено | | | | не обнаружено | | | |
| 3 | $1 \times 10^2$ | $1 \times 10^2$ | | | | | | | | |
| 6 | $1{,}4 \times 10^2$ | $1{,}4 \times 10^2$ | | | | | | | | |
| 9 | $1{,}7 \times 10^2$ | $1{,}9 \times 10^2$ | | | | | | | | |
| 12 | $3{,}2 \times 10^2$ | $4{,}5 \times 10^2$ | | | | | | | | |
| 15 | $6{,}8 \times 10^2$ | $8{,}5 \times 10^2$ | | | | | | | | |
| 18 | $1{,}8 \times 10^3$ | $2{,}3 \times 10^3$ | | | | | | | | |
| 21 | $3{,}9 \times 10^3$ | $5 \times 10^3$ | не обнаружено | | | | не обнаружено | | | |
| 24 | $7{,}2 \times 10^3$ | $9{,}1 \times 10^3$ | | | | | | | | |
| 27 | $1{,}28 \times 10^4$ | $1{,}49 \times 10^4$ | | | | | | | | |
| 30 | $2{,}23 \times 10^4$ | $2{,}44 \times 10^4$ | | | | | | | | |

Для варено-копченых колбас нормируемый срок холодильного хранения составляет не более 30 суток. В варено-копченой колбасе с максимально установленной нормой внесения растительного ингредиента наблюдается более интенсивная динамика роста показателя КМАФАнМ в ходе хранения, в отличие от контрольного образца. На 30-е сутки хранения, как в контрольном, так и в исследуемом образцах не отмечается характерное ухудшение органолептических показателей, вызванное ростом микроорганизмов. По сравнению с вареными колбасами, имеющими более короткий срок годности, варено-копченые колбасы дольше остаются пригодными в пищу благодаря операции копчения, на поверхности продукта образуется защитный слой, предохраняющий продукт от вторичного обсеменения [75, 80].

Тем не менее, принято считать, что по истечении срока годности мясные продукты еще некоторое время пригодны в пищу – примерно 15% от срока годности, отмечаемого производителем. Согласно графику, представленному на рисунке 18, можно отметить, что варено-копченая колбаса «Необыкновенная» с максимально допустимой дозой внесения растительного компонента 15% взамен мясного сырья быстрее станет непригодной в пищу по сравнению с контрольным образцом. Поэтому в целях предотвращения возможного риска отравления просроченным продуктом для разработанного ассортимента варено-копченых колбас будут снижены сроки холодильного хранения до 25 суток. Данный срок годности отмечен в разработанной технической документации и предусматривает возможность без вреда для здоровья употреблять продукт в течение 15% от общего срока годности после его истечения. Также данные изделия можно упаковывать под вакуум или в модифицированной газовой среде в газонепроницаемые пленки или пакеты; это позволит значительно увеличить сроки годности, данные рекомендации отмечены в ГОСТ Р 55455-2013 [104].

**Рис. 18. Динамика роста показателя КМАФАнМ в ходе хранения**

Таким образом, на основе проведенного сравнительного анализа контрольного и исследуемых образцов можно отметить следующие преимущества обогащенных варено-копченых колбас.

1. Внесение растительного компонента улучшает структурно-механические характеристики колбасного фарша. Фарш получается с более плотной консистенцией. Выход продукта увеличивается до 95% от массы пряностей, сырья и материалов. Более плотная структура фарша позволяет избежать появление пустот в колбасных батонах, увеличивается плотность набивки. Повышение доли введения растительного компонента выше 15% приводит к получению недоброкачественной продукции из-за перегревания фарша на стадиях составления фарша и шприцевания в колбасные оболочки.

2. Органолептические свойства не изменяются. При максимально установленной норме внесения растительного ингредиента (образец №3 «Необыкновенная») наблюдается баланс органолептических показателей – заметный рост консистенции при незначительном снижении параметров – вкуса, цвета, нарезаемости ввиду уплотнения структуры продукта. Разница в показателях между контролем и исследуемыми образцами минимальная. Цвет продукта корректируется внесением красителя красного рисового. Введение растительного ингредиента в продукт не ухудшает его вкусовые качества и внешний вид.

3. Получение продукта с улучшенными физико-химическими показателями. Правильно подобранные соотношения растительных компонентов в ингредиенте приводят к увеличению содержания белка и улучшенному аминокислотному составу. Повышение доли замены мясного сырья растительным с 10 до 15% способствует увеличению биологической ценности белка на 1,36%, аминокислотный скор лимитирующей кислоты увеличивается на 17,8%. По сравнению с контрольным образцом, образец варено-копченой колбасы «Необыкновенная» имеет более высокий показатель аминокислотного скора по лимитирующей аминокислоте треонин на 23,5%, биологическая ценность повышается на 2,44%. Наблюдается уменьшение содержания жира, что влечет за собой незначительное снижение энергетической ценности исследуемых образцов. Повышается содержание неорганических веществ в продукте – макро- и микроэлементов, что подтверждается увеличением массовой доли золы в продукте.

4. Достижение ключевой цели разработки – в составе готовых изделий регистрируется повышенное содержание йода и селена. Однако для того, чтобы полностью удовлетворить потребность в йоде, потребителю необходимо 360-550 г колбасы, а для удовлетворения потребности в селене необходимо еще больше продукта. Содержание целевых микроэлементов не превышает допустимую норму, характерную для функциональных и обогащенных пищевых продуктов.

Получаемый продукт обладает улучшенной биологической ценностью, расширяется сырьевая база пищевого производства. Исследование микробиологических показателей разработанного продукта показало, что контрольный и исследуемый образцы удовлетворяют требованиям разработанного комплекта нормативной и технической документации, согласно которым срок годности варено-копченых колбас в охлажденном виде составляет не более 25 суток. Немаловажным технологическим барьером является использование натурального копчения, в результате которого на поверхности продукта образуется защитное покрытие, защищающее от развития поверхностной микрофлоры.

В ходе исследований было выяснено, что оптимальное внесение растительного компонента взамен мясного сырья составляет 15%. Для населения с дефицитом йода и селена рекомендуется употреблять образец №3, для людей без явных признаков дефицита данных микроэлементов в целях профилактики – образец №2. Образец №1 – для здоровых людей, данный продукт имеет сходное содержание белка и жиров, как и образец №2, себестоимость рецептуры будет ниже по сравнению с контрольным образцом. Рекомендуется оставить три позиции разработанных варено-копченых колбас.

## РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ И ВЫВОДЫ

1. Изучены патентные и литературные источники, затрагивающие существующие в нашей стране технологии функциональных и обогащенных варено-копченых колбасных изделий. Было выявлено практически полное отсутствие таких технологических решений. Наиболее близким по форме введения растительного ингредиента может считаться патент RU 2632487, в котором мясное сырье заменяется клейковиной в количестве 40%. Было поставлено под сомнение сохранение показателей качества готового продукта при такой доле замены традиционного мясного сырья.

2. На основании изучения химического состава зерновых и зернобобовых культур был представлен растительный ингредиент, состоящий из смеси нута сорта «Волжанин 50» и пшеницы «Камышанка-4», выращиваемых в регионах Поволжья. Сочетание данных компонентов в соотношении одна часть пшеницы на четыре части нута позволяет получать ингредиент с улучшенным аминокислотным составом и обогащенным целевыми микроэлементами.

3. Представлена технология получения растительного ингредиента. Растительный ингредиент проходит операции мойки, проращивания на растворах целевых микроэлементов, промывки, сушки, смешивания, экструзии и измельчения до состояния муки. В готовой смеси содержится одна часть пшеницы, обогащенной селеном, на 4 части нута, обогащенного йодом. Перед внесением в фарш компонент гидратируют в соотношении одна часть растительной смеси на 1,5 части воды.

4. На основе поставленных задач были созданы рецептуры обогащенных варено-копченых, представлен способ производства ассортимента варено-копченых колбас собственной разработки. Проведена промышленная апробация на базе научно-внедренческого центра ООО «Новые биотехнологии». Промышленная апробация показала, что варено-копченые колбасы, выработанные по предлагаемой технологии, по органолептическим показателям не отличаются от контрольного образца без добавления растительного ингредиента.

5. Проведено комплексное исследование экспериментальных образцов варено-копченых колбас. Образцы варено-копченых колбас №2 и №3 можно отнести к категории обогащенных продуктов питания, так как употребление 100 г данных изделий способствует удовлетворению более 15% среднесуточной физиологической потребности человека в сбалансированном белке, микроэлементах йоде и селене. Органолептические свойства колбас не ухудшаются при добавлении растительного ингредиента, сроки годности зафиксированы в пределах нормы. Образец №1 «Вкусная» имеет сходное содержание белка и жиров, как и образец №2 «Особенная». С целью расширения ассортимента продуктов питания рекомендуется оставить три позиции разработанных варено-копченых колбас.

6. Определена оптимальная доза внесения растительного ингредиента. Наилучшие показатели были зарегистрированы в образце №3, содержащем 15% растительного компонента. Наличие растительного ингредиента способствует увеличению влагосвязывающей способности и выхода готового продукта до 95% от массы пряностей, сырья и материалов. Другие позиции ассортимента показали менее выдающиеся результаты, тем не менее, их внедрение в производство также целесообразно.

7. Представлен расчет экономической эффективности производства обогащенных варено-копченых колбас (Приложение В). Внедрение собственной разработки на действующее производство при годовом объеме производства 74,1 т на три позиции ассортимента позволит ежегодно получать чистую прибыль в размере 6,25 млн р. Стоимость экструдата из пророщенной пшеницы и нута, обогащенных селеном и йодом, составляет 37 р./кг. Растительное сырье удешевляет рецептуру, что является несомненным преимуществом данного технологического решения.

8. Разработан комплект нормативной и технической документации на представленную мясную продукцию (ТУ 10.13.14.190-242-10514645-2019 «Колбасы варено-копченые. Технические условия» и ТИ 10.13.14.190-242-10514645-2019).

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алехина Л.Т., Большаков А.С., Боресков В.Г. Технология мяса и мясопродуктов : учеб. пособие. – М.: Агропромиздат, 1988. – 576 с.

2. Амирнанова, К.Ж. Современное состояние и перспективы развития производства мясных продуктов функционального назначения : монография / К.Ж. Амирнанова. – Алматы : Государственный университет им. Шакарима, 2013. – 126 с.

3. Анализ рынка продуктов питания 2018 [Электронный ресурс] / Альтера Инвест. – Режим доступа : https://alterainvest.ru/rus/blogi/analiz-rynka-produktov-pitaniya-2018/ (дата обращения 26.01.2020 г.).

4. Антипова, Л. В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л.В. Антипова, И.А Глотова, И.А. Рогов. – М.: Колос, 2001. – 376 с.

5. Асенова, Б.К. Разработка технологии вареной колбасы с использованием белковой пищевой добавки / Б.К. Асенова, А.Н. Нургазезова, Г.Н. Нурымхан, Г.Т. Кажибаева, С.К. Касымов // Сборник трудов инновационного конвента «Кузбасс: образование, наука, инновации». – Кемерово, 2012. – С. 110-112.

6. Бадмаева, П.А. Разработка технологии мясопродукта с использованием древесной зелени облепихи: автореф. дис. … канд. техн. наук: 05.18.04 / Павлова, А.Б. – Улан-Удэ, 2001. – 20 с.

7. Бейсенбаев, А.Ю. Исследование специальных добавок и пищевых волокон в производстве диетических колбасных изделий функционального назначения / А.Ю. Бейсенбаев, К.А. Уразбаев, М.Ж. Абишев, З.А. Бейсенбаева // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 11. – С. 161-165.

8. Бережная, О.В. Проростки пшеницы – ингредиент для продуктов питания / О.В. Бережная, Г.Г. Дубцов, Л.И. Войно // Продукция АПК – от поля до прилавка : научный журнал / МГУПП. – Москва, 2015. – вып. №5. – с. 26-29.

9. Бережная, О.В. Разработка технологии получения проростков зерна пшеницы при производстве хлебопекарной и кулинарной продукции: дис. ...канд. техн. наук: 05.18.01 / Бережная Оксана Витальевна. – М., 2015. – 207 с.

10. Берлинер, М.Л. Измерение влажности : справ. пособие / М.Л. Берлинер. – Москва : Энергия, 1978. – 400 с.: ил.

11. Беттс, Г. Определение стабильности и срока годности пищевых продуктов / Г. Беггс // Микробиологическая порча пищевых продуктов [пер. с англ.]. – СПб. : Профессия, 2008. – С. 157-184.

12. Бобренева, И.В. К вопросу о функциональных продуктах питания / И.В. Бобренева // Мясная индустрия. – 2002. – №11. – С. 12-14.

13. Бобрик Н.И., Солоневич Л.Н., Верболович М.В. Микробиологический контроль колбасных изделий «Сельская» и «Молочная» // Научное сообщество студентов: междисциплинарные исследования: сб. ст. по мат. XVIII междунар. студ. науч.-практ. конф. № 7(18). URL: https://sibac.info/archive/meghdis/7(18).pdf (дата обращения: 26.01.2020).

14. Болорцэцэг, Н. Разработка технологии вареной колбасы с использованием муки из пророщенных семян облепихи : автореф. дис. … канд. техн. наук : 05.18.04 / Болорцэцэг Нямдорж. – Улан-Удэ, 2018. – 20 с.

15. Борисенко, Л.А. Новые виды мясорастительных полуфабрикатов на основе злаковых культур / Л.А. Борисенко, А.А. Брацихин // Пищевая промышленность. – № 10. – 2009. – С. 16-17.

16. Васильева, А.Г. Модельные фаршевые системы с растительной добавкой на основе семян тыквы [Текст] / А.Г. Васильева // «Перспективные биотехнологии переработки сельскохозяйственного сырья»: Сб. трудов. – Краснодар: ГУ КНИИХН, 2008. – С. 54-57.

17. Васильева, А.Г. Разработка новых растительных добавок из семян тыквы и их использование в технологии мясорастительных вареных колбас функционального назначения: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01, 05.18.04 / Васильева Анастасия Георгиевна. – Краснодар, 2009. – 26 с.

18. Винницкая, В.Ф. Производственно-биохимическая оценка плодов и листьев облепихи для производства функциональных продуктов питания / В.Ф.Винницкая, Д.М. Брыксин, А.Ю. Коршунов // Вестник МичГАУ. – Мичуринск, 2012. – № 1. – Ч. 1. – С. 234-236.

19. Виноградов, Ю.Н. Проектирование предприятий мясомолочной отрасли и рыбообрабатывающих производств. Теоретические основы общестроительного проектирования / Ю.Н. Виноградов. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 336 с.

20. ВНТП 540 / 697-91. Нормы технологического проектирования предприятий мясной промышленности. – взамен ВНТП 532/739-85 ; введ. 07.04.1992. – Москва : Гипромясомолпром, 1991. – 81 с.

21. Гиро, Т.Н. Мясные продукты с растительными ингредиентами для функционального питания / Т.Н. Гиро, О.И. Чиркова // Мясная индустрия : науч. статья. – Москва, 2007. – № 6. – С. 43-46.

22. Горлов, И.Ф. Биологическая ценность основных пищевых продуктов животного и растительного происхождения : монография / И.Ф. Горлов. – Волгоград : ВГПУ «Перемена», 2000. – 264 с.

23. Горлов, И.Ф. Использование зернобобовой культуры нута в производстве колбасных продуктов : статья / И.Ф Горлов, Н.И. Мамонтов, Л.Г. Сапожникова // Хранение и переработка сельхозсырья / Пищевая промышленность. – Москва, 1996. – С. 17-18.

24. Горлов, И.Ф. Использование нового пищевого ингредиента в производстве мясных продуктов функционального назначения / И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина, Ю.Д. Данилов, И.А. Семенова, А.С. Мирошник // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование : науч. статья. – Волгоград, 2018. – №4(52). – С. 219-229.

25. Горлов, И.Ф. Новая высокобелковая добавка из нута : статья / И.Ф. Горлов, Е.В. Шиндялова, Л.Г. Сапожникова // Мясная индустрия. – Москва, 1999. – С. 24.

26. Горлов, И.Ф. Основы современных аспектов технологии мясопродуктов : монография / И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина, В.Н. Храмова, Е.А. Селез-

нева. – Волгоград : Волгоградский государственный технический университет, 2013. – 83 с.

27. ГОСТ 8558.1-2015. Продукты мясные. Методы определения нитрита. – Взамен ГОСТ 8558.1-78. – Москва : Стандартинформ, 2010. – 10 с. – (Межгосударственный стандарт).

28. ГОСТ 9792-73. Колбасные изделия и продукты из свинины, баранины, говядины и мяса других видов убойных животных и птиц. Правила приемки и методы отбора проб. – введ. 01.07.74. – Москва : Стандартинформ, 1974. – 5 с. – (Межгосударственный стандарт).

29. ГОСТ 9794-2015. Мясные продукты. Методы определения содержания общего фосфора. – Взамен ГОСТ 9794-74 ; введ. 01.01.17. – Москва : Стандартинформ, 1974. – 9 с. – (Межгосударственный стандарт).

30. ГОСТ 9957-2015. Мясо и мясные продукты. Методы определения содержания хлористого натрия. – введ. 01.07.74. – Москва : Стандартинформ, 2009. – 9 с. – (Межгосударственный стандарт).

31. ГОСТ 9959-2015. Мясо и мясные продукты. Общие условия проведения органолептической оценки. – Взамен ИУС 8-2016 ; введ. 01.03.16. – Москва : Стандартинформ, 2015. – 23с. – (Межгосудартсвенный стандарт).

32. ГОСТ 10444.15-94 Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. – М.: Стандартинформ, 2010. – 4 с.

33. ГОСТ 16290-86. Колбасы варено-копченые. Технические условия. – 01.01.1988. – Москва : Стандартинформ, 2009. – 9 с. (Межгосударственный стандарт).

34. ГОСТ 19496-2013. Мясо и мясные продукты. Метод гистологического исследования. – введ. 01.07.2015. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 12 с. – (Межгосударственный стандарт).

35. ГОСТ 23042-2017. Мясо и мясные продукты. Методы определения жира. – Взамен ГОСТ 23042-86 ; введ. 01.01.2017. – Москва : Стандартинформ, 2016. – 9 с. – (Межгосударственный стандарт).

36. ГОСТ 25011-2017. Мясо и мясные продукты. Методы определения белка. – введ. 01.01.83. – Москва : Стандартинформ, 2010. – 14 с. – (Межгосударственный стандарт).

37. ГОСТ 29185-2014 (ISO 15213:2003) Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета сульфитредуцирующих бактерий, растущих в анаэробных условиях. – М.: Стандартинформ, 2015. – 10 с.

38. ГОСТ 31470-2012. Мясо птицы, субпродукты и полуфабрикаты из мяса птицы. Методы органолептических и физико-химических исследований. – введ. 24.05.2012. – Москва : Стандартинформ, 2012. – 43 с.

39. ГОСТ 31659-2012 Продукты питания. Метод выявления бактерий рода Salmonella. – М.: Стандартинформ, 2014. – 21 с (Межгосударственный стандарт.).

40. ГОСТ Р 31660-2012. Продукты пищевые. Инверсионно-вольтамперометрический метод определения массовой концентрации йода. – введ. 20.07.2012. – Москва : Стандартинформ, 2012. – 18 с. – (Межгосударственный стандарт).

41. ГОСТ Р 31707-2012. Продукты пищевые. Определение следовых элементов. Определение общего мышьяка и селена методом атомно-абсорбционной спектрометрии с генерацией гидридов с предварительной минерализацией пробы под давлением. – введ. 1.10.2012. – Москва : Стандартинформ, 2012. – 27 с. (Межгосударственный стандарт).

42. ГОСТ 31727-2012. Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли общей золы. – введ. 01.07.2013. – Москва : Стандартинформ, 2012. – 8 с. (Межгосударственный стандарт).

43. ГОСТ 31746-2012 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и Staphylococcus aureus. – М.: Стандартинформ, 2013. – 22 с.

44. ГОСТ 31747-2012 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий). – М.: Стандартинформ, 2013. – 16 с.

45. ГОСТ 31904-2012. Продукты пищевые. Методы отбора проб для микробиологических испытаний. – Взамен ГОСТ Р 54004-2010 ; введ. 01.07.13. – Москва : Стандартинформ, 2013. – 8 с. – (Межгосударственный стандарт).

46. ГОСТ Р 31904-2012. Продукты пищевые. Методы отбора проб для микробиологических испытаний. – введ. 01.07.2013. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 8 с. – (Межгосударственный стандарт).

47. ГОСТ Р 33319-2015. Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли влаги. – введ. 22.12.1999. – Москва : Стандартинформ, 2010. – 6 с. – (Национальный стандарт).

48. ГОСТ Р 50455-92 Мясо и мясные продукты. Обнаружение сальмонелл (арбитражный метод). – М.: Стандартинформ, 2010. – 13 с.

49. ГОСТ Р 50814-95 Мясопродукты. Методы определения пенетрации конусом и игольчатым индентором. – М.: Стандартинформ, 2010. – 6 с.

50. ГОСТ Р 51478-99. Мясо и мясные продукты. Контрольный метод определения концентрации водородных ионов (*pH*). – введ. 01.01.2001. – Москва : Стандартинформ, 2001. – 6 с. – (Национальный стандарт).

51. ГОСТ Р 55455-2013. Колбасы варено-копченые. Технические условия. – введ. 27.06.2013. – Москва : Стандартинформ, 2013. – 16 с. – (Межгосударственный стандарт).

52. ГОСТ Р 55455-2013. Колбасы варено-копченые. Технические условия. – введ. 01.07.2014. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 14 с. – (Национальный стандарт).

53. ГОСТ Р 55569-2013. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Определение протеиногенных аминокислот методом капиллярного электрофореза. – введ. 06.09.2013. – Москва : Стандартинформ, 2013. – 16 с. – (Национальный стандарт).

54. Данилов, Ю.Д. Проектирование колбасы варено-копченой функциональной направленности : статья / М.И. Сложенкина, И.Ф. Горлов, Ю.Д. Данилов // Разработка инновационных технологий производства животноводческого сырья и продуктов питания на основе современных биотехнологических методов. – 2016. – С. 336-342.

55. Дуба, А.И. Разработка технологии и управление качеством вареных колбас, обогащенных селеном: автореф. дис. … канд. техн. наук: 05.18.04 / Дуба Альбина Ионасовна. – Улан-Удэ. – 2013.– 18 с.

56. Жаринов А.И. Основы современных технологий переработки мяса Ч.1 / А.И. Жаринов, О.В Кузнецова, Н.А Черкашина. – М.: ИТАР – ТАСС, 1994. – 291 с.

57. Жаринов А.И. Основы современных технологий переработки мяса Ч.2 / А.И. Жаринов, О.В Кузнецова, Н.А Черкашина. – М.: ИТАР – ТАСС, 1997. – 324 с.

58. Журавская Н.К. Исследование и контроль качества мяса и мясопродуктов / Н.К, Журавская, Л.Т. Алехина, ЛМ. Отряшенкова. – М: Агропроомиздат, 1985. – 296 с.

59. Заяс, Ю.Ф. Качество мяса и мясопродуктов : монография / Ю.Ф. Заяс. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 480 с.

60. Зверев, С.В. Функциональные зернопродукты : монография / С.В. Зверев, Н.С. Зверева. – Москва : ДеЛи принт, 2006. – С. 50.

61. Зубарева, Е.Н. Пшеничный зародыш как сырье для мясной промышленности / Е.Н. Зубарева, Г.В. Гуринович // Мясная индустрия. – 2011. – № 1. – С. 22-24.

62. Колбасы варено-копченые. Технические условия : ТУ 10.13.14.190-242-10514645-2019. – вводятся впервые ; введ. 11.02.19. – Волгоград : ГНУ НИИММП, 2019. – 12 с.

63. Изучение возможности использования экструдированных нута и пшеницы в технологии колбасных изделий повышенной биологической ценности / Ю.Д. Данилов, И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина [и др.] // Известия Нижневолж-

ского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование : науч. статья. – №2 (50). – Волгоград, 2018. – С. 257-270.

64. Инженерная реология. Учебно-методический комплекс / А.Н. Пирогов, Д.В. Доня. – Кемерово: КемТИПП, 2004. – 110 с.

65. Инновационные технологии функциональных продуктов питания : монография / И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина, Ю.Д. Данилов [и др.]. – Волгоград : Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, 2018. – 115 с.

66. Искаков, М.Х. Питание в условиях изменения экологической ситуации / М.Х. Искаков, Е.В. Фатьянов, Ч.К. Авылов // Meat technology – technologija mesa: материалы 53-го европейского конгресса : Югославия, 13-15 июня 2005 г. – Белград, 2005. – № 5-6. – С. 291-293.

67. Искам, Н.И. Эффективность использования новой кормовой добавки на основе органических кислот при производстве говядины : учеб. пособие / Н.И, Искам, И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина [и др.]. – Волгоград : ООО «СФЕРА», 2017. – 20 с.

68. Использование нового пищевого ингредиента в производстве мясных продуктов функционального назначения / И.Ф. Горлов, М.И, Сложенкина, Ю.Д. Данилов [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование : науч. статья. – Волгоград, 2018. – №4 (52). – С. 219-229.

69. Использование экструдата нута и пшеницы для производства продуктов функциональной направленности / И.Ф. Горлов, Ю.Д. Данилов, М.И. Сложенкина // Мясная Индустрия : науч. статья. – Москва, 2017. – №7. – С. 46-49.

70. Йодид калия (лекарственное средство) [Электронный ресурс] / Википедия – свободная энциклопедия. – Режим доступа : https://ru.wikipedia.org (дата обращения 26.01.2020).

71. Косой В.Д., Малышев А.Д., Юдина С.Б. Инженерная реология в производстве колбас. – М.: КолосС, 2005. – 165 с.

72. Криштафович, В.И. Использование муки продовольственного люпина при производстве мясных продуктов / В.И. Криштафович, Г.Н. Лахмоткина, С.А. Горбатов // Мясная индустрия. – 2012. – №12. – С. 24-27.

73. Кудряшов, Л.С. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов / Л.С. Кудряшов. – М.: Дели принт, 2008. – 160 с.

74. Лидин, Р.А. Химические свойства неорганических веществ: учеб. пособие / Р.А. Лидин [и др.]. – 3-е изд., испр. – М. : Химия, 2000. – 480 с.

75. Лисицын, А.Б. Основные факторы повышения стойкости мясопродуктов к микробиологической порче / А.Б. Лисицын, А.А. Семенова, М.А. Цинпаев // Все о мясе. – 2007. – №3. – С. 16-23.

76. Литвицкий, П.Ф., Мальцева, Л.Д. Нарушения обмена белков, аминокислот и нуклеиновых кислот / П.Ф. Литвицкий, Л.Д. Мальцева // Вопросы современной педиатрии : журнал. – Москва, 2015. – т.14. – С. 95-108.

77. Лобанова, Г. Инновационные технологии обработки пищевых продуктов [Текст] / Г. Лобанова // Мясные технологии. – 2010. – № 12. – С. 4-9.

78. Лыков, А.В. Тепло- и массообмен в процессах сушки. – Москва : Госэнергоиздат, 1966. – 464 с.

79. Лысиков, Ю.А. Аминокислоты в питании человека / Ю.А. Лысиков // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2012. – №2. – С. 88-105.

80. Ляйстнер, Л. Значение барьерной технологии для сохранения качества пищевых продуктов / Л. Ляйстнер // Мясная индустрия. – 1998, №2. – С. 23-25 ; №3. – С. 31-32.

81. Ляйстнер, Л. Ситуация в мясной промышленности в мире / Л. Ляйстнер // Новое мясное дело. – 2006. – №1. – С. 8-11.

82. Микробиология продуктов животного происхождения / Г-Д. Мюих, Х. Заупе, М. Шрайтер [и др.] : [пер. с нем.]. – Москва : Агропромиздат, 1986. – 592 с.

83. Микроэлемент йод и йододефицит [Электронный ресурс] / Пищевые технологии и биопродукты из Забайкальского региона России. – Режим доступа : http://propionix.ru/mikroelement-yod-i-yododeficit (дата обращения 26.01.2020).

84. Микроэлемент селен и селенодефицит [Электронный ресурс] / Пищевые технологии и биопродукты из Забайкальского региона России. – Режим доступа : http://propionix.ru/mikroelement-selen-i-selenodeficit (дата обращения 26.01.2020).

85. МУК 4.1.1187-03. Вольтамперометрическое определение йода в пищевых продуктах: метод. указания. – введ. 26.01.2003 г. – Москва, 2003. – 25 с.

86. МР 2.3.1.2432-08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. – введ. 18.12.08. – Москва, 2008. – 39 с.

87. Нечаев, А.П. Пищевая химия : учеб. пособие / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова [и др.]. – Санкт-Петербург : ГИОРД, 2007. – 640 с.

88. Обзор российского рынка колбасных изделий и мясных деликатесов. Исследование компании Global Reach Consulting [Электронный ресурс] / Российский продовольственный рынок ; (№ 5/2015). – Режим доступа : http://www.foodmarket.spb.ru/ (дата обращения 26.01.2020).

89. Об утверждении Основ государственной политики РФ в области здорового питания населения на период до 2020 года [Электронный ресурс] : распоряжение Правительства РФ от 25.10.2010 №1783-р. – Москва, 2010. – Доступ из справочно-правовой системы «Гарант» (дата обращения 26.01.2020).

90. Панькив, В.И. Проблема сочетанного дефицита йода и селена в развитии заболеваний щитовидной железы / В.И. Панькив // International journal of endocrinology : науч. статья. – Украина : Донецк, 2014. – №5 (61). – С. 75-80.

91. Пат. 2189156 Российская Федерация МПК A23L1/317. Способ приготовления мясного фарша для производства лечебно-профилактических продуктов / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, А.Н. Кузнецов ; заявитель и патентообладатель :

Воронежская государственная технологическая академия, Антипова Людмила Васильевна. – №2000120096 ; заявл. 27.07.00 ; опубл. 20.09.02.

92. Пат. 2192150 Российская Федерация МПК A23L 1/304. Биологически активная добавка к пище для профилактики йодной недостаточности и оптимизации йодного обмена и пищевой продукт, ее содержащий / В.П. Андрейчук, Е.В. Андрейчук, Д.В. Андрейчук, Р.А. Тигранян ; заявитель и патентообладатель : Андрейчук Василий Петрович. – №2001112481/13 ; заявл. 14.05.2001 ; опубл. 10.11.2002.

93. Пат. 2212164 Российская Федерация, МПК C1 A23L1/317. Колбаса варено-копченая сервелат и способ ее производства / А.В. Федосеев ; заявитель и патентообладатель В.С. Геута, В.Н. Селиванов. – №2002126745/13 ; заяв. 08.10.02 ; опубл. 20.09.03.

94. Пат. 2239336 Российская Федерация МПК A23L 1/317. Способ производства колбасных изделий из мяса птицы с пивной дробиной / В.А. Андреенков, А.И. Сницарь, Л.В. Алехина [и др.] ; заявитель и патентообладатель : ООО «Аромарос-М». – №2003111821/13 ; заявл. 23.04.03 ; опубл. 10.11.04.

95. Пат. 2271725 Российская Федерация МПК A23L/30. Способ получения биологически активной добавки к пище для оптимизации йодного обмена / А.Н. Мамцев, И.А. Бондарева, В.Н. Козлов. – №2005105218/13 ; заявл. 28.02.2005 ; опубл. 20.03.2006.

96. Пат. 2284115 Российская Федерация, МПК C2 A22C11/00. Способ производства варено-копченых колбас / И.С. Хамагаева, Н.К. Барнакова, И.А. Ханхалаева ; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Восточно-Сибирский государственный технологический университет». – №2004130342/13 ; заяв. 15.10.04 ; опубл. 27.09.06.

97. Пат. 2328878 Российская Федерация МПК A23L/30. Биологически активная добавка к пище для профилактики йоддефицитных состояний, оптимизации йодного обмена и способ ее получения / В.М. Молчан ; заявитель и патентообладатель : ООО «Йодиллия». – №2006115630 ; заявл. 06.05.06 ; опубл. 20.07.08.

98. Пат. 2406413 С1 Российская Федерация, МПК А23L1/317 А23L1/314. Способ производства мясорастительных рубленых полуфабрикатов / Вольф Т.Т., заявитель и патентообладатель : Южно-Уральский государственный университет (Национальный исследовательский университет) (ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ)). – №2009113997/13, заявл. 13.04.2009, опубл.: 20.12.2010.

99. Пат. 2423882 Российская Федерация, МПК С1 А23L1/317. Способ получения мясопродуктов функционального назначения / Е.В. Кунташов, Н.М. Птичкина, А.В. Банникова ; заявитель и патентообладатель Е.В. Кунташов, ФГОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова». – №2010119383/13 ; заяв. 14.05.10 ; опубл. 20.07.11.

100. Пат. 2444211 Российская Федерация МПК А23L1/30. Способ производства биологически активной добавки к пище / Б.А. Баженова, А.Д. Аслалиев, М.Б. Данилов, О.А. Балыкина, С.К. Бальжинимаева ; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Восточно-Сибирский государственный технологический университет». – №2010138722 ; заявл. 20.09.10 ; опубл. 10.03.12.

101. Пат. 2524540 Российская Федерация, МПК А23К1-22. Способ обогащения семян биодоступными формами йода и селена / И.Ф. Горлов, Е.Ю. Злобина, Ю.В. Стародубова [и др.] ; заявитель и патентообладатель ГНУ Поволжский НИИММП. –заявл. 28.09.2012 ; опубл. 27.07.2014.

102. Пат. 2525260 Российская Федерация МПК А23L1/317. Колбаса варено-копченая с использованием мяса нутрии / В.П. Ангелюк, И.С. Быстрова, Н.В. Горбунова ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Саратовский аграрный университет имени Н.И. Вавилова». – №20121449329/13 ; заяв. 19.11.12 ; опубл. 10.08.14.

103. Пат. 2632487 Российская Федерация, МПК А23L 13/60. Способ подготовки фарша для колбасных изделий и полуфабрикатов / М.А. Михайлов ; заявитель и патентообладатель Михайлов Максим Александрович – №2016121826 ; заяв. 01.06.16 ; опубл. 05.10.17.

104. Преллер, Т. Увеличение срока годности / Т. Преллер // Мясо и молоко. – 2002. – №4. – С. 10-12.

105. Прянишников, В.В. Пищевая клетчатка в инновационных технологиях мясных продуктов/ В.В. Прянишников, И.Н. Миколайчик, Т.М. Гиро, И.А. Глотова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 11-1. – С. 24-28.

106. Портал о здоровом образе жизни [Электронный ресурс] / Официальный ресурс Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Режим доступа : http://www.takzdorovo.ru (дата обращения 26.01.2020 г.).

107. Производство мясной продукции на основе биотехнологии / А.Б. Лисицын, Н.Н. Липатов, Е.И, Сизенко, И.М, Чернуха [и др.] // Все о мясе. – 2007. – №3. – 369 с.

108. Разработка новых функциональных продуктов на основе использования пророщенного нута / Горлов И.Ф., Нелепов Ю.Н., Сложенкина М.И. и др. // Все о мясе. – 2014. – № 1. – С. 28-31.

109. Рогов, И.А. Общая технология мяса и мясопродуктов / И.А. Рогов, А.Г. Забашта, Г.П. Казюлин. – М.: «КОЛОС», 2000. – 367 с.

110. Рогов, И.А. Справочник технолога колбасного производства / И.А. Рогов, А.Г. Забашта, Б.Е. Гутник [и др.]. – Москва : Колос, 1993. – 431 с. : ил.

111. Рогов, И.А. Химия пищи : учеб. пособие / И.А. Рогов, Л.В. Антипова, Н.И. Дунченко. – Москва : Колос, 2007. – 853 с. : ил.

112. Россия продлила продэмбарго до конца 2019 года [Электронный ресурс] / СервисЭкспо. – Режим доступа : http://www.servis-expo.ru/news/rossiya-prodlila-prodembargo-do-konca-2019-goda/ (дата обращения 26.01.2020 г.).

113. Рынок мяса в России: итоги 2017 года [Электронный ресурс] / СервисЭкспо. – Режим доступа : http://www.servis-expo.ru/news/rynok-myasa-v-rossii-itogi-2017-goda/ (дата обращения 26.01.2020 г.).

114. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности сырья и пищевых продуктов. Санитарные эпидемиологические правила и нормативы. – М.: ФГУП «Интер СЭН», 2001. – 168 с.

115. СанПиН 2.3.2.1293-03 Гигиенические требования по применению пищевых добавок от 18.04.2003/ 23.05.2016 [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/901862338 (дата обращения 26.01.2020 г.).

116. Сорт Волжанин 50 [Электронный ресурс] / Сайт Федерального государственного бюджетного учреждения «Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений». – Режим доступа : https://reestr.gossort.com/reestr/sort/8457668 (дата обращения 26.01.2020).

117. Спиричев, В.Б. Обогащение пищевых продуктов витаминами, минеральными веществами. Наука и технология / В.Б. Спиричев, Л.Н. Шатнюк, В.М. Позняковский; под общ. ред. В.Б. Спиричева. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2004. – 256 с.

118. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011). [Электронный ресурс]. Дата обновления: 9.12.2011. – URL:http://docs.cntd.ru/document/902320560 (дата обращения: 26.01.2020).

119. Трегер, К. Функциональные мясные продукты / К. Трегер, П. Нич, В-Д. Мюллер, З. Мюих // Новое мясное дело. – 2005. – №6. – С. 46-47.

120. ТР ТС 034/2013 О безопасности мяса и мясной продукции. – введ. 09.10.2013. – Москва : Квантум Групп, 2013. – 141 с.

121. Трошина, Е. Мы живем в стране, где есть природный йодный дефицит [Электронный ресурс] / Аргументы и Факты : статья. – Режим доступа : http://www.aif.ru/health/20868 (дата обращения 26.01.2020 г.).

122. Тугуз, И.М. Разработка рецептур, совершенствование технологии и изучение потребительских свойств мясорастительных вареных колбас функционального назначения: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15 / Тугуз Ибрагим Мадинович.– Краснодар, 2012. – 24 с.

123. Тутельян, В.А. Стратегия разработки, применения и оценки эффективности биологически активных добавок к пище / В.А. Тутельян // Вопросы Питания. – 1996. – №6. – С. 3-11.

124. Устинова, А.В. Новое поколение функциональных колбасных изделий для коррекции железодефицитных состояний / А.В. Устинова // Все о мясе. – 2007. – № 2. – С. 23-25.

125. Фоменко, О.С. Мясные рубленые изделия с полифункциональными добавками / О.С. Фоменко, Н.М. Птичкина // Пищевая промышленность. – 2013. – № 3. – С. 46-49.

126. Функциональные мясные продукты – что в перспективе / А. Буб, Л. Январи, Л. Крекель, В.Д. Мюллер, З. Мюих // Новое мясное дело. – 2006. – №5. – С.52-54.

127. Хвыля, С.И. Применение гистологического анализа при исследовании мясного сырья и готовых продуктов / С.И. Хвыля, В.А. Пчелкина, С.С. Бурлакова // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – №3 (26). – С. 1-7.

128. Храмова, В.Н. Разработка мясных продуктов функционального назначения с использованием пробиотиков и растительных компонентов регионального происхождения / В.Н. Храмова, И.Ф. Горлов, В.А. Долгова, Я.И. Храмова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – Т.1, № 3. – 1(31). – С.170-174.

129. Храмова, В.Н. Разработка мясных продуктов функционального назначения с использованием регионального сырья / В.А. Долгова, В.Н. Храмова, О.Ю. Проскурина. – Волгоград : Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование, 2013. – Т.1. – № 2-1. – С. 1-5.

130. Химический состав пищевых продуктов : справочник / под. Ред. Акад. АМН СССР А.А. Покровского. – Москва : Пищевая промышленность, 1976. – 116 с.

131. Химический состав российских пищевых продуктов : справочник / под. ред. член-корр. МАИ, проф. И.М. Скурихина и акад. РАМН, проф. В.А. Тутельяна. – Москва : ДеЛи принт, 2002. – 236 с.

132. Химический состав пищевых продуктов. Кн.2.: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро и микроэлементов,

органических кислот и углеводов/ Под ред. И.М. Скурихина и М.Н. Волгарева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 360 с.

133. Чернуха, И.М. Функциональные продукты и современный потребитель / И.М. Чернуха, А.Н. Захаров, М. Искаков // Новое мясное дело. – 2006. – №2. – С. 48-51.

134. Шаскольская, Н.Д. Самая полезная еда: проростки / Н.Д. Шаскольская, В.В. Шаскольский. – Санкт-Петербург : Веды, Азбука-Аттикус, 2011. – С. 16-62.

135. Юхневич, К.П. Сборник рецептур мясных изделий и колбас : справочник / К.П. Юхневич. – Санкт-Петербург : Профессия, 2001. – С. 263-268.

136. Янова, М.А. Влияние экструзии на пищевую и биологическую ценность зерна / М.А. Янова // Вестник КрасГАУ : научный журнал / КрасГАУ ; под ред. Н. И. Пыжикова. – Красноярск, 2011. – вып. №3. – С. 167-170.

137. Elleuch M., Bedigian D., Roiseux O., Besbes S., Blecker C., Attia H. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review // Food Chemistry.– 2011. – Vol. 124, Iss. 2. – P. 411–421.

138. Fermentation composition using und selected Lactobacillus. Mcske Raccuch, Fempe, United Staten Patent № 4574424. 30.04.85.

139. Fessman, K.D. Smoking technology at of change / K.D. Fessman // Fleischwirtschaft. – 1995. – Bd. 75. – № 9. – P. 1122-1126.

140. Food Chemistry. Third Edition. / Edited by R. Owen Fennema. – Marcel Dekker. inc, 1995. – 1024 p.

141. Friedman, L.J. Food Additives / L.J. Friedman, C.G. Greenwald // Kirk-Othmer encyclopedia of chemical technology, Fourth Edition. – 1992. – Vol. 11. – P. 805-833.

142. Gerhard Feiner. Meat products handbook. Practical science and technology / Gerhard Feiner. Cambridge, England, 2006 – 624p.

143. Gorlov I.F., Fedotova G.V., Slozhenkina M.I., Mosolova N.I., Danilov Yu.D., Zolotareva A.G. Protein-carbohydrate complexes in the meat products technology.

Research journal of pharmaceutical, biological and chemical sciences. 2019; 10(1): P. 558-567.

144. Influence of heme pigments, nitrite, and non-hemairou on development of warmiedower flavor (WOF) in cooked meat [Text] / I. Igene, I. King, A.M. Pearson. I. Grau // J. Agric. Food Chem. – 1984. – Vol. 32. – №3. – P. 512-515.

145. ISO 21807 2004 Microbiology of food and animal feeding stuffs – Determination of water activity. 01.01.2004 ICS 07.100.30.

146. Ledward, D.A. Meat color stability [Text] / D.A. Ledward // J. Food Sci. – 1991. – Vol. 56. – №1. – P. 7-12.

147. Leistner, L. Evolution oder Revolution – HACCP in den USA / L. Leistner // Fleischwirtschaft. – 1995. – Bd. 75. – № 8. – P. 949.

148. Lombardi-Boccia, G. Aspects of meat quality: trace elements and B vitamins in raw and cooked meats [Text] / G. Lombardi-Boccia, S. Lanzi, A. Aguzzi // Journal of Food Compositionand Analysis. – 2005. – Vol. 18. – P. 39-46.

149. MacDonald, B. Role of nitrite in cured meat, flavor antioxidant role nitrite [Text] / B. MacDonald, J.O. Gray, L. Gibbins // J. Food Sci. – 1980. – Vol. 45. – №4. – P. 893-897.

150. Pamalake, T. Nitrate, nitrite and dimethylnitosamine in cured meat products [Text] / T. Pamalake, J.R. Ivengar, N.P. Sen // J. of the Associat. of official analyt. chemist. – 1973. – Vol. 56. – №3. – P. 621-625.

151. Wei, W.Q. Prospective study of serum selenium concentrations and esophageal and gastric cardia cancer, heart disease, stroke, and total death [Электронный ресурс] / W.Q.Wei, C.C. Abnet, Y.L. Qiao [и др.] // PubMed.gov : US National Library of Medicine. – Режим доступа : http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14684401 (дата обращения 26.01.2020).

# ПРИЛОЖЕНИЯ