

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени И. С. ТУРГЕНЕВА»

на правах рукописи



**БЕРЕЗИНА**  
**Наталья Александровна**

**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ  
ПОЛИКОМПЗИТНЫХ МУЧНЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ  
РЖАНО-ПШЕНИЧНЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ  
ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ**

Диссертация на соискание ученой степени  
доктора технических наук

Специальность 05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки  
злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции  
и виноградарства

Научный консультант:  
доктор технических наук,  
профессор, Корячкина С.Я.

Орел - 2019

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|   |     |
|---|-----|
| <b>ВВЕДЕНИЕ</b>   | 6   |
| <b>Глава 1 АНАЛИЗ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЙ</b>  | 16  |
| 1.1 Современные проблемы питания населения и представления о нутрициологии хлебобулочных изделий  | 16  |
| 1.2 Тенденции развития хлебопекарной промышленности России  | 25  |
| 1.3 Направления совершенствования ассортимента и технологии хлебобулочных изделий функционального назначения с ржаной мукой                                 | 29  |
| 1.4 Характеристика способов применения нетрадиционного сырья и пищевых добавок для повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий из ржано-пшеничной муки | 42  |
| 1.5 Анализ состояния проблемы, связанной с моделированием состава многокомпонентных пищевых продуктов   | 56  |
| Заключение по главе 1   | 73  |
| <b>ГЛАВА 2 ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ</b>  | 75  |
| 2.1 Организация работы и схема проведения эксперимента  | 75  |
| 2.2 Объекты исследования  | 77  |
| 2.3 Методы исследований   | 78  |
| 2.4 Математические методы планирования эксперимента, обработки результатов исследований и оптимизации   | 84  |
| <b>ГЛАВА 3 ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ ВИДОВ СЫРЬЯ ДЛЯ ПОЛИКОМПОЗИТНЫХ МУЧНЫХ РЖАНО-ПШЕНИЧНЫХ СМЕСЕЙ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ</b>              | 85  |
| 3.1 Разработка технологий переработки вторичных ресурсов с целью получения новых видов сырья  | 86  |
| 3.1.1 Технология получения сахаросодержащих продуктов из картофеля  | 87  |
| 3.1.2 Технологии получения порошков пищевых свекловичных из сухой обессахаренной стружки сахарной свеклы  | 110 |
| 3.2 Технологии сухих завтраков из муки крупяных культур   | 129 |
| 3.2.1 Исследование углеводно-амилазного комплекса ржаной, рисовой, ячменной, гречневой и пшенной муки   | 131 |
| 3.2.2 Приготовление завтраков из ячменной, рисовой гречневой и пшенной муки, определение их качественных показателей  | 135 |

|   |     |
|---|-----|
| 3.2.3 Разработка способа получения сухих завтраков из ячменной, рисовой, гречневой и пшеничной муки   | 140 |
| 3.3. Обоснование применения нетрадиционного сырья с целью повышения пищевой ценности поликомпонентных мучных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий                               | 144 |
| 3.3.1 Сахаросодержащие продукты из картофеля  | 146 |
| 3.3.2 Порошки пищевые свекловичные  | 150 |
| 3.3.3 Заварки из муки крупяных культур  | 158 |
| 3.3.4 Мука соевая, чечевичная, семена подсолнечника и кунжута, концентрат квасного сула   | 163 |
| 3.3.5 Плодово-ягодные порошки   | 168 |
| 3.3.6 Молочные продукты   | 171 |
| 3.4 Установление зависимостей технологических свойств компонентов поликомпонентных смесей от гранулометрического состава и кислотно-щелочной среды (рН)                                     | 175 |
| Заключение по главе 3   | 185 |
| <b>ГЛАВА 4 ВЛИЯНИЕ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЖАНО-ПШЕНИЧНОЙ МУКИ И ОБОСНОВАНИЕ ИХ РАЦИОНАЛЬНЫХ ДОЗИРОВОК</b>   | 190 |
| 4.1 Установление зависимостей технологических свойств мучных смесей от дозировки нетрадиционного сырья в их составе   | 191 |
| 4.2 Экспериментальное обоснование рациональной дозировки нетрадиционного сырья в составе мучных поликомпонентных смесей   | 199 |
| 4.3 Определение корреляционной взаимосвязи качества ржано-пшеничных хлебобулочных изделий от технологических свойств компонентов мучных смесей и полуфабрикатов из них                      | 207 |
| Заключение по главе 4   | 218 |
| <b>ГЛАВА 5 РАЗРАБОТКА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ СОЗДАНИЯ ПОЛИКОМПОНЕНТНЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ РЖАНО-ПШЕНИЧНЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ С ЗАДАНЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ</b> | 219 |
| 5.1 Принципы проектирования технологической адекватности поликомпонентных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий  | 220 |
| 5.2 Методология разработки поликомпонентных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности  | 229 |
| Заключение по главе 5   | 236 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>ГЛАВА 6 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ РЖАНО-ПШЕНИЧНЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОЛИКОМПОЗИТНЫХ СМЕСЕЙ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ</b>  | 238 |
| 6.1 Обоснование технологии ускоренного производства ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с применением органических кислот и прессованных дрожжей  | 239 |
| 6.2 Разработка подкислителей для технологии ускоренного производства ржано-пшеничных хлебобулочных изделий из поликомпозитных мучных смесей повышенной пищевой ценности                               | 249 |
| 6.3 Рецептуры и технологии ржано-пшеничных хлебобулочных изделий на основе использования поликомпозитных мучных смесей повышенной пищевой ценности с заданными технологическими свойствами            | 271 |
| 6.4 Медико-биологическая оценка ржано-пшеничных хлебобулочных изделий из мучных поликомпозитных смесей  | 287 |
| Заключение по главе 6   | 294 |
| <b>ГЛАВА 7 РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТАННЫХ МУЧНЫХ ПОЛИКОМПОЗИТНЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ РЖАНО-ПШЕНИЧНЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ</b>                                   | 297 |
| Заключение по главе 7   | 304 |
| <b>ВЫВОДЫ</b>   | 305 |
| <b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ</b>   | 309 |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ 1</b> Характеристика ферментного препарата AMG 1100 BG  | 373 |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ 2</b> План эксперимента и средние данные содержания редуцирующих сахаров в гидролизате картофеля  | 375 |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ 3</b> Описание аппаратурно-технологической схемы получения сахаросодержащих продуктов из картофеля  | 378 |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ 4</b> Разработанная техническая документация  | 380 |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ 5</b> Акты производственных испытаний   | 392 |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ 6</b> Экспериментальные значения и статистическая обработка данных водосвязывающей, сорбционной способности и содержания пектиновых веществ в сухой обессахаренной свекловичной стружке | 406 |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ 7</b> Расчет компромиссной задачи многокритериальной оптимизации кислотно-термической модификации сухой обессахаренной свекловичной стружки для получения порошков пищевых свекловичных | 413 |



|  |     |
|--|-----|
| ПРИЛОЖЕНИЕ 8 Описание аппаратурно-технологической схемы получения порошка пищевого свекловичного   | 415 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 9 Протоколы испытаний аминокислотного состава сырья   | 416 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 10 Протоколы лабораторных исследований по показателям безопасности новых видов сырья  | 420 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 11 Протоколы медико-биологических испытаний новых видов сырья на лабораторных животных  | 432 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 12 Протоколы испытаний зольности, содержания кальция и фосфора в сырье  | 437 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 13 Шкала балловой оценки качества хлебобулочных изделий   | 440 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 14 Результаты органолептической оценки хлебобулочных изделий из мучных смесей с нетрадиционным и новым сырьем   | 441 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 15 План эксперимента и средние значения результатов эксперимента влияния числа падения ржаной муки, содержания клейковины в пшеничной муке, количества ржаной муки в ржано-пшеничной смеси, массовой доли влаги в тесте и его начальной кислотности на технологический процесс и качество хлебобулочной продукции из ржано-пшеничной муки | 444 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 16 Экспериментальные данные для определения оптимальной дозировки прессованных дрожжей для ускоренного способа производства хлебобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки  | 445 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 17 Уравнения регрессии для зависимостей свойств теста и качества хлебобулочных изделий, приготовленных ускоренным способом  | 447 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 18 Протоколы испытаний сыворотки крови белых мышей после внесения в их рацион ржано-пшеничных хлебобулочных изделий из поликомпонентных смесей  | 450 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 19 Влияние нового вида хлеба на физиологическое состояние добровольцев-волонтеров   | 457 |

## ВВЕДЕНИЕ

В проекте «Основы государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации на период до 2025 года», а так же «Концепции обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения путём развития функционального и специализированного хлебопечения в Российской Федерации до 2020 года» и «Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года» целями государственной политики в области здорового питания провозглашены сохранение и укрепление здоровья населения, профилактика заболеваний, связанных с неправильным питанием. Успешная реализация поставленных в Стратегии задач зависит от обеспечения устойчивого развития пищевой и перерабатывающей промышленности на основе наукоемких подходов и инновационных решений. Одним из основных направлений в этой сфере является: «...создание на основе новейших достижений ... информатики, современных принципов пищевой комбинаторики качественно новых, импортозамещающих пищевых продуктов с направленным изменением состава и свойств».

Развитие данного направления на основе достижений мировой и отечественной науки в области производства пищевых продуктов направлено на повышение эффективности современных технологий глубокой переработки сырья, в том числе вторичных ресурсов с получением новых пищевых ингредиентов, обладающих функциональными свойствами и разработки продуктов питания сбалансированных в соответствии с физиологическими потребностями человека. При этом новые продукты питания, особенно, такие как ржано-пшеничные хлебобулочные изделия, должны обладать, кроме повышенной пищевой ценности и функциональных свойств, органолептическими характеристиками приемлемыми для большинства потребителей. Это показывает актуальность создания поликомпонентных смесей с заданными технологическими свойствами. Решение данной проблемы на современном уровне возможно путем

применения компьютерных технологий для моделирования и оптимизации поликомпонентных смесей. Преимуществом компьютерного проектирования рецептурного состава смесей для хлебопечения является точная и быстрая оптимизация, учитывающая не только химический состав ингредиентов смеси, но и их технологические свойства.

Таким образом, моделирование поликомпонентных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с заданными технологическими свойствами и показателями пищевой адекватности с целью снижения заболеваний имеющих алиментарные причины для сохранения социальной и физической активности, продления активного долголетия является современным вызовом в области развития хлебопечения.

Работа проводилась в рамках проектов по приоритетным направлениям развития науки Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2014-2020 годы», при финансовой поддержке прикладных научных исследований Министерством образования и науки Российской Федерации в рамках реализации федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» по соглашению о предоставлении субсидии № 14.577.21.0256 от 26 сентября 2017 г. (уникальный идентификатор ПНИЭР RFMEFI57717X0256), в рамках гранта РФФИ № 16-37-00365 «Разработка математических, алгоритмических основ и реализация автоматизированной системы научных исследований для оптимизации аминокислотного состава белка мучной смеси» (2017 г), поддержана грантом РФФИ № 15-29-01127 «Исследование принципов создания состава мучных смесей с заданным комплексом пищевой адекватности» (2019-2020 гг).

#### **Степень разработанности темы исследования.**

Большой вклад в развитие технологий хлебобулочных изделий с ржаной мукой и научно-практическое обоснование применения нетрадиционного сырья при их производстве внесли Р.Д. Поландова, Л.И. Кузнецова, А.П. Косован, С.Я. Корякина, Н.М. Дерканосова и другие

ученые. Научные изыскания в области получения продуктов с заданными свойствами на основе прогнозирования технологических характеристик сырья, рецептурных составов, свойств полуфабрикатов в хлебопекарном производстве представлены в работах Т.Н.Саниной, Н.М. Дерканосовой, Е.П. Мелешкиной, М.И. Лындиной, Д.Л. Злобина, П.В. Медведева, А.С. Романова, В.Я. Черных.

Развитие технологий глубокой переработки вторичных ресурсов пищевых производств для получения новых видов пищевых ингредиентов, применения нетрадиционного сырья с богатым химическим составом для получения рецептурных смесей с заданным уровнем нутриентной адекватности и технологическими свойствами позволяет использовать наиболее общие научные результаты, полученные вышепредставленными учеными для создания мучных поликомпонентных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности.

**Цель и задачи исследования.** Цель исследований – научно-практическое обоснование и разработка поликомпонентных мучных смесей с заданными показателями нутриентной и технологической адекватности основанного на применении формализованных методов оптимизации пищевой ценности ржано-пшеничных хлебобулочных изделий и подкислителей для их ускоренного производства за счет использования нового и нетрадиционного сырья для хлебопечения.

В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

1. анализ современных тенденций в направлении совершенствования ассортимента и технологий хлебобулочных изделий функционального назначения с ржаной мукой;
2. разработка методологического подхода проектирования поликомпонентных мучных смесей с заданным уровнем технологической адекватности для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности;
3. разработка научно-обоснованных технологий новых видов сырья из вторичных ресурсов (сахаросодержащих порошков из картофеля,

порошков пищевых свекловичных), и полуфабрикатов из муки крупяных культур (заварок из муки ячменной, рисовой, гречневой, пшеничной);

4. теоретическое и экспериментальное обоснование применения нового и нетрадиционного сырья для создания поликомпонентных мучных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности и подкислителей для их ускоренного производства;

5. определение математических зависимостей технологических свойств нетрадиционного сырья от его гранулометрического состава и рН-среды, поликомпонентных мучных смесей от дозировки нетрадиционного сырья, качества ржано-пшеничных хлебобулочных изделий от состава мучных смесей;

6. разработка рецептур и технологических решений для производства ржано-пшеничных хлебобулочных изделий из поликомпонентных мучных смесей повышенной пищевой ценности, определение их потребительских свойств и медико-биологических характеристик;

7. разработка технической документации на новые виды пищевого сырья (сахаросодержащие порошки из картофеля, порошки пищевые свекловичные, заварки из муки крупяных культур), мучные поликомпонентные смеси повышенной пищевой ценности и хлебобулочные изделия из них;

8. расчет экономической эффективности новых видов пищевого сырья, поликомпонентных мучных смесей и ржано-пшеничных хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности с их использованием.

**Научная концепция работы.** Разработка научных и практических основ прогнозирования нутриентной адекватности и технофункционального потенциала поликомпонентных мучных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий, основанного на аналитической оценке химического состава и технологических свойств ее отдельных компонентов.

**Научная новизна.** Диссертационная работа содержит элементы научной новизны в рамках пунктов 2-6, 8 паспорта специальности 05.18.01.

Сформулирована концепция нового перспективного направления получения поликомпонентных мучных смесей с заданными показателями нутриентной и технологической адекватности, доказана возможность получения из них ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с химическим составом соответствующим основным физиологическим потребностям человека.

Впервые получены зависимости скорости разжижения и осахаривания некондиционного картофеля для получения новых сахаросодержащих продуктов, определены оптимальные режимы гидролиза картофельной массы под действием амилоглюкозидазы AMG 1100 BG по температуре, pH, содержанию сухих веществ и дозировке ферментного препарата.

Теоретически и экспериментально обоснованы оптимальные параметры кислотно-термического и экструзионного способа модификации сухой обессахаренной свекловичной стружки для получения новых источников пищевых волокон – порошков пищевых свекловичных.

Обоснована и экспериментально подтверждена возможность использования муки крупяных культур (ячменной, рисовой, гречневой и пшеничной) для получения новых заварок для хлебобулочных изделий.

Расширены представления о технологических функциях нового и нетрадиционного сырья в составе мучных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий: сахаросодержащих порошков из картофеля, порошков пищевых свекловичных, заварок из муки крупяных культур, молока сухого обезжиренного, сыворотки молочной сухой, муки соевой и чечевичной, семян подсолнечника и кунжута, а также для подкислителей для ускоренного производства: сыворотки творожной нативной, концентрата квасного сусли, порошков брусники, клюквы, калины, рябины, яблока.

Выявлена высокая корреляционная связь зависимости между технологическими показателями мучных смесей с нетрадиционным сырьем и качеством хлебобулочных изделий из них. Установлена верхняя и уточнена

нижняя ограничительная норма числа падения для мучных смесей с нетрадиционным сырьем, обеспечивающая качество ржано-пшеничных хлебобулочных изделий не ниже стандартного – 200-240 с.

Сформулированы и реализованы методологические принципы создания разнообразного ассортимента поликомпонентных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с новым и нетрадиционным сырьем, оптимизированы их составы по содержанию незаменимых аминокислот, соотношению кальция, фосфора и магния, белков, жиров и углеводов, обоснованы технологические решения ускоренных технологий производства хлебобулочных изделий с применением подкислителей на основе сбалансированных композиций органических кислот, сыворотки молочной сухой, сыворотки творожной нативной, концентрата квасного сусла, порошков брусники, клюквы, калины, рябины, яблока.

Впервые проведена медико-биологическая оценка ржано-пшеничных хлебобулочных изделий из поликомпонентных смесей повышенной пищевой ценности с новым и нетрадиционным сырьем. Полученные данные показывают положительное влияние разработанных изделий на увеличение в крови содержания кальция, триглицеридов и липопротеидов высокой плотности, что будет способствовать профилактике заболеваний имеющих алиментарные причины.

Новизна предлагаемых решений подтверждена 13 патентами РФ.

**Практическая значимость работы.** Практическая значимость работы заключается:

- в развитии основ проектирования поликомпонентных составов для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности с использованием возможностей современных вычислительных средств;
- в разработке и экспериментальном обосновании технологии новых видов сырья: сахаросодержащих порошков из картофеля, порошков пищевых свекловичных, из вторичных ресурсов пищевых производств – некондиционного картофеля и сухой обессахаренной свекловичной стружки, разработке технологии использования муки крупяных культур (ячменной,

рисовой, гречневой и пшениной) для производства заварных ржано-пшеничных хлебобулочных изделий;

- экспериментально-практическом обосновании технологических решений производства ржано-пшеничных хлебобулочных изделий из поликомпонентных мучных смесей с нетрадиционным сырьем.

**Реализация результатов работы.** Разработана программа ЭВМ «Программное средство расчета и анализа оптимального состава поликомпонентной мучной смеси» (свидетельство о государственной регистрации № 2019619374).

Разработана и утверждена техническая документация: ТУ 9166-293-02069036-2012 «Порошок сахаросодержащий из картофеля», ТУ 9112-304-02069036-2014 на порошок пищевой свекловичный «Сахарные волокна» и порошок пищевой свекловичный «Сахарные волокна» экструдированный, ТУ 9290-277-02069036-2013 Мука «Орловский богатырь», ТУ 9113-325-02069036 Сухие заварки «Крупяные» на мучные смеси, ТУ 9113-311-02069036-2014 Хлеб ржано-пшеничный «Орловский богатырь», ТУ 9113-316-02069036-2015 «Хлеб из смеси ржаной и пшеничной муки с порошками пищевыми свекловичными», ТУ 9113-316-02069036-2018 «Хлебобулочные изделия «Композиция здоровья».

Опытно-промышленная апробация результатов исследования проводилась на предприятиях ЗАО «Сахарный комбинат «Колпнянский» (пгт Колпна), ООО «Звягинский крахмальный завод» (п. Звягинки), ООО мини-пекарня «Юность» и ООО «Колпнянский хлебозавод».

Материалы выполненной работы используются в учебном процессе при чтении лекций и проведении лабораторно-практических занятий студентов по направлению «Продукты питания из растительного сырья» ФБОГОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева». Проведенные исследования отмечены благодарственными грамотами от Орловского городского совета народных депутатов за вклад в развитие инновационной деятельности и популяризацию научно-технического творчества в городе Орле и департамента образования



Орловской области за значительный вклад в подготовку высококвалифицированных специалистов.

**Положения, выносимые на защиту:**

Методология и принципы проектирования поликомпонитных мучных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности на основе химического состава, технологических свойств нетрадиционного и нового сырья с целью создания продукции заданного нутриентного состава и высокого потребительского достоинства.

Теоретическое и экспериментальное обоснование разработанных технологий получения новых видов сырья из вторичных ресурсов пищевых производств и полуфабрикатов из муки крупяных культур, содержащих биологически ценные компоненты и обладающие высокими технологическими свойствами.

Научно-практическое обоснование выбора нетрадиционного сырья для создания поликомпонитных мучных смесей с высокой пищевой ценностью и подкислителей для ускоренного производства ржано-пшеничных хлебобулочных изделий: сахаросодержащих порошков из картофеля, порошков пищевых свекловичных, заварок из муки крупяных культур, молока сухого обезжиренного, сыворотки молочной сухой, сыворотки творожной нативной, концентрата квасного сула, порошков брусники, клюквы, калины, рябины, яблока.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований химического состава и технологических свойств сырья, мучных смесей и качества ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с их использованием.

Совокупность экспериментальных данных медико-биологических исследований влияния ржано-пшеничных хлебобулочных изделий из поликомпонитных мучных смесей повышенной пищевой ценности на организм животных и людей.

**Степень достоверности результатов.**

Достоверность полученных результатов, научных положений, выводов и рекомендаций обеспечивалась применением современных методов

теоретических и экспериментальных исследований, математических методов планирования и обработки экспериментальных данных, современных измерительных приборов, подтверждается совпадением результатов лабораторных и промышленных испытаний.

### **Апробация результатов исследований.**

Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на всероссийских и международных конференциях, конвентах и конгрессах: «Потребительский рынок: качество и безопасность товаров и услуг», (г. Орел, 2007, 2009), «Нивы России», (Барнаул, 2000), «Стратегия развития индустрии гостеприимства и туризма», (Орел, 2005, 2011, 2016, 2018), «Приоритеты и научное обеспечение реализации государственной политики здорового питания в России», (Орел, 2006), «Агрокомплекс-2006» (Уфа, 2006), «Современные проблемы техники и технологии пищевых производств» (Барнаул, 2006), «Конкурентоспособность предприятий меняющейся России» (Екатеринбург, 2007), «Инновации и бизнес» (Орел, 2007), «Инновационные направления в пищевой промышленности» (Пятигорск, 2009), «Функциональные продукты питания: ресурсосберегающие технологии переработки сельскохозяйственного сырья, гигиенические аспекты и безопасность» (Краснодар, 2009), «Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI века» (Краснодар, 2009, 2011), «Инновационные технологии в пищевой промышленности» (Самара, 2009) . «Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте – 2009» (Одесса, 2009), «Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания» (Челябинск, 2008), «Современное хлебопекарное производство: перспективы развития» (Екатеринбург, 2010, 2013, 2014, 2016), «Новое в технике и технологии пищевых производств» (Воронеж, 2010), «Инновационные направления в пищевых технологиях» (Пятигорск, 2010), «Современное хлебопечение - 2012», Москва, 2012, «Биотехнология. Взгляд в будущее» (Казань, 2012), «Инновационные направления в пищевых технологиях» (Пятигорск, 2012), «Фундаментальные и прикладные аспекты создания биосферосовместимых

систем» (Орел, 2012), «Универсальная наука - региону» (Пятигорск, 2013), «Универсальная наука – региону» (Пятигорск, 2013) . «Приоритеты и научное обеспечение реализации государственной политики здорового питания в России» (Орёл, 2013, 2017), «Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений» (Воронеж, 2014, 2015), «Технология и продукты здорового питания» (Саратов, 2014), «Техника и технологии продуктов питания» (Улан-Удэ, 2014), «Основные перспективы развития пищевой инженерии и гигиены питания» (Орел, 2015), «Наука – главный фактор инновационного прорыва в пищевой промышленности» (Москва, 2017), «Трансляционная медицина» (Орел, 2017) «Региональный рынок потребительских товаров: перспективы развития, качество и безопасность товаров, особенности подготовки кадров в условиях, развивающихся IT-технологий» (Тюмень, 2018), «Современные проблемы техники и технологии пищевых производств» (Барнаул, 2018), «Горизонты биотехнологии» (Орел, 2017, 2018).

#### **Публикации результатов работы.**

Основное содержание работы представлено в 119 научных трудах, в том числе 23 статей в рецензируемых научных изданиях ВАК, 2 статьи относящихся к базе данных Web Of Sciences, 4 монографии (из них 2 коллективные), 7 учебных и учебно-методических пособий (в том числе 2 с грифом УМО), получено 13 патентов РФ на изобретения.

#### **Структура и объем диссертационной работы.**

Диссертация состоит из введения, 7 глав: аналитического обзора литературы, объектов и методов исследований, результатов собственных исследований, выводов, списка использованных источников литературы и приложений. Основное содержание изложено на 307 страницах печатного текста, включает 102 таблицы, 68 рисунков; список литературы включает 500 источников, из которых 431 отечественных и 69 зарубежных авторов; 19 приложений. Общий объем диссертации составляет 461 страница.

## ГЛАВА 1 АНАЛИЗ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 1.1 Современные проблемы питания населения и представления о нутрициологии хлебобулочных изделий

Общемировой тенденцией является снижение физической активности значительной части населения, особенно в странах с высоким уровнем доходов, индустриализации и уровня жизни. В соответствии с Национальным докладом «Государственная политика Российской Федерации в области здорового питания» подготовленным Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека совместно с Федеральным агентством научных организаций, Федеральным государственным бюджетным научным учреждением «Научно-исследовательский институт питания», Министерством здравоохранения, Министерством сельского хозяйства, Министерством образования и науки и Министерством финансов Российской Федерации структура питания населения России в последнее десятилетие характеризуется значительным превышением калорийности рациона над энергозатратами [85], что ведет к росту избыточной массы тела у женщин на 7,5 %, у мужчин – на 13,5 %, при этом у 12 %, выявлена дислипидемия обусловленная избыточным потреблением животных жиров, повышенный уровень сахара в крови – у 3 %, количество больных с повышенным артериальным давлением составляет 593-616 на 100000 населения [19, 20, 399, 402].

Решение вышепредставленной проблемы вызывает необходимость пересмотра нормативов объема ежедневно потребляемого продуктового набора в сторону его снижения [233]. Однако, уменьшение количества потребляемой пищи с целью снижения суточной энергетической ценности повлечет за собой уменьшение поступления в организм жизненно необходимых веществ – аминокислот, макро- и микроэлементов, витаминов и др., что может привести к ухудшению здоровья за счет развития

гиповитаминозов, гипоэлементозов, связанных с ними заболеваний имеющих алиментарную природу [68, 69, 77, 144, 206, 221, 222, 223, 232].

Другим общемировым аспектом изменения качественной составляющей питания является влияние человеческой жизнедеятельности на экологию и связанное с этим обеднение почв многими микроэлементами [380, 384]. Это повлекло за собой изменение химического состава воды, растительных и животных пищевых ресурсов [119], что обусловило дефицит в питании человека микронутриентов в большинстве регионов земного шара [485] Такая тенденция имеет повсеместное распространение не зависимо от сезона года, во всех возрастных группах, включающих детское, пожилое и трудоспособное население [9, 162, 200, 403].

В питании россиян выявлено недостаточное употребление полиненасыщенных жирных кислот, органических кислот, пищевых волокон, минеральных веществ, витаминов. В наибольшей степени это касается витамина С, недостаточность которого составляет 60 % - 70 %, фолиевой кислоты – 70 % - 80 %, йода – до 70 %, кальция – до 60 %, железа – до 40 % [234, 430].

Ухудшение ситуации, вызывается также, недостаточностью в рационе овощей, фруктов, зелени, употреблении фастфуда «на бегу», изменение качества пищи, выработанной промышленным способом по причине увеличения сроков ее хранения и использования рафинирования при технологиях переработки ресурсов в пищевое сырье [12, 19, 328].

Недостаточное и несбалансированное питание приводит к нарушению обмена веществ, что провоцирует развитие алиментарнозависимых заболеваний таких как гипертония, гиперлипидемия, атеросклероз, сахарный диабет, ожирение и другие [407].

Распространенность в России хронических неинфекционных заболеваний не так высока, как в развитых странах (35 % - 40 %), однако превышает данный показатель в Бразилии (33 %), Индии и Китае (27 и 21 %). Наиболее распространены заболевания, вызванные алиментарными причинами в США (60 %).

Российские и зарубежные ученые обозначают основной причиной повсеместного распространения неправильного питания, производство еды промышленным способом с применением рафинированного сырья и химикатов, увеличивающих сроки хранения, а также индустриальный образ жизни современного человека, связанный с гиподинамией и стрессами [470, 461, 496].

Современным приемом коррекции питательной ценности рационов является увеличение употребления биологически активных добавок и функциональных продуктов питания [361, 362].

Современная теория о качественно-количественной ценности пищи отражена в теории сбалансированного питания А.А. Покровского и его учеников, в соответствии с которой организм для своей нормальной жизнедеятельности должен получать с пищей достаточное количество энергии и нутриентов в достаточно строгом соотношении, от которого зависят обменные процессы в организме. Новые исследования медицинские исследования работы пищеварительного тракта, биохимических и микробиологических свойств пищи развили эту теорию в теорию адекватного питания основоположником которой является академик А.М. Уголев.

В настоящее время, новые научные исследования в области физиологии пищеварения, биохимии пищи, микробиологии стимулировали развитие этой теории в теорию адекватного питания, существенный вклад в которую внес академик А.М. Уголев [396]. Теория адекватного питания на современном этапе эволюционирует, по мнению академика РАМН В.А. Тутельяна [393], концепция оптимального питания, должна учитывать совокупность традиционных (натуральных) модифицированных продуктов (заданного химического состава), генетически модифицированных продуктов и биологически активных добавок к пище. Развиваются также другие, так называемые альтернативные теории питания [20, 203].

Концепции питания в той или иной степени связаны с количественно-качественной характеристикой продуктов питания. В соответствии с

традиционной теорией пищевые компоненты пищи в соответствии с их массовой составляющей разделены на макронутриенты и микронутриенты. Потребность организма человека в макронутриентах (белках, жирах, углеводах) достаточно высока и составляет десятки и сотни граммов. Потребность в микронутриентах или минорных компонентах пищи составляет мили- и микрограммы. Известно, что в основном, макронутриенты предназначены для обеспечения организма энергией, обеспечения его материалом для восстановления и обновления тканей, микронутриенты обеспечивают регуляцию обмена веществ. На современном этапе роль в организме человека макронутриентов изучена достаточно хорошо, микронутриенты изучаются достаточно интенсивно, наиболее изученными из них являются некоторые минеральные вещества и витамины, а также природные компоненты пищи установленной химической структуры: биофлавоноиды, пищевые индолы, лигнаны и изотиоцианаты [236, 239, 373].

Изменение качества нутриентного состава современного хлеба обусловлено теми же общемировыми процессами, влияющими на структуру качества пищи в целом. Это снижение качества сырьевых ресурсов для производства хлеба за счет индустриализации сельскохозяйственного производства и минерального истощения земель, что привело к обеднению их биологически активными компонентами. Данное обстоятельство усугубляется повсеместным распространением практики очистки (рафинирования) продуктов, предусматривающих отделение от цельного натурального сырья, так называемых балластных веществ, наиболее богатых пищевыми волокнами, витаминами, макро- и микроэлементами. При этом, уровень потребности в основных эссенциальных веществах остался прежним, а в связи с ухудшением экологической ситуации, ростом нервно-эмоциональных и информационных нагрузок современного человека потребность в биологически активных веществах увеличилась. В условиях высоких скоростей жизни, в результате которых нарушаются основные принципы питания, продукты из зерновых, являющиеся одним из древнейших источников энергии, остаются одним из наиболее

перспективных, доступных для большинства населения продуктов питания [85, 97, 190, 424].

В соответствии с Федеральным законом от 03 декабря 2012 года № 227-ФЗ (ред. от 28.12.2017) «О потребительской корзине в целом по Российской Федерации», приказом № 164 Министерства здравоохранения РФ от 19 августа 2016 г «Об утверждении Рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания» рациональная потребность россиян в мучных изделиях составляет 64 кг/год, что приблизительно соответствует 200-250 г хлеба в сутки [241, 242].

Хлебобулочные изделия могут проявлять в зависимости от технологии и рецептуры липотропные, детоксикационные, антиоксидантные свойства [10, 96, 97, 424, 434, 438, 480].

Совместное потребление продуктов питания с хлебобулочными изделиями формирует необходимую консистенцию и структуру потребляемой пищи, способствующую повышению ее усвоения [436, 474].

В результате специально проведенных исследований влияния хлебобулочных изделий из ржаной, пшеничной и ржано-пшеничной муки на биохимический состав сыворотки крови белых мышей установлено, что введение в их рацион ржаного и ржано-пшеничного хлеба способствовало снижению содержания глюкозы по сравнению с показателями контрольной группы на стандартном рационе. При этом, уровень глюкозы во всех исследуемых группах соответствовал физиологической норме. Определен высокий уровень холестерина и липопротеидов низкой плотности (ЛПНП) во всех исследуемых группах, кроме той, в рацион которой включен хлеб из ржаной обойной муки. Определены наиболее близкие к оптимальным значениям биохимические показатели крови животных с включением в рацион ржаного и ржано-пшеничного хлеба [70].

Функции традиционных (массовых сортов) хлебобулочных изделий представлены на рисунке 1.1.





Рисунок 1.1 – Функции традиционных хлебобулочных изделий в организме человека

Произведен расчет основных пищевых веществ, энергетической и биологической ценности ржано-пшеничного хлебобулочного изделия, выпускаемого в массовом количестве в г. Орел – хлеба «Спасского» по ТУ 1091451-006-48363077-2016 (АО «Орловский хлебокомбинат») в соответствии с [160]. Результаты расчета приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Химический состав, энергетическая и биологическая ценность массовых сортов хлебобулочных изделий

| Наименование пищевых веществ  | Содержание<br>в 100 г хлеба «Спасского» |
|-------------------------------|---|
| Белки, г                      | 7,1                                     |
| Жиры, г                       | 1,0                                     |
| Углеводы, г                   | 43                                      |
| Пищевые волокна, г            | 0,2                                     |
| Кальций, мг                   | 18,3                                    |
| Фосфор, мг                    | 105,1                                   |
| Магний, мг                    | 41,7                                    |
| Калий, мг                     | 110,5                                   |
| Натрий, мг                    | 9,1                                     |
| Омега-6, г                    | -                                       |
| Витамин Е, мг                 | -                                       |
| Энергетическая ценность, ккал | 214,5                                   |
| Биологическая ценность, %     | 62,2                                    |

Уровень удовлетворения суточной потребности в основных пищевых веществах за счет употребления массовых сортов хлебобулочных изделий (на

примере хлеба «Спасского») рассчитывали в соответствии с Методическими рекомендациями МР 2.3.1.2432-08. «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации». Расчет производили для I и II групп с очень низкой и низкой физической активностью наиболее трудоспособной части населения (30-39 лет). Суточная норма потребления хлеба принята 250 г. Данные сгруппированы в таблицу 1.2.

Таблица 1.2 – Расчетные значения суточной удовлетворенности в основных пищевых веществах за счет употребления 250 г хлебобулочных изделий и соотношение в них основных пищевых веществ

| Наименование пищевых веществ  | Суточная норма физиологической потребности |           |                                 |           | Удовлетворение суточной потребности, %                                  |         |                                 |         |
|-------------------------------|--|-----------|---------------------------------|-----------|---|---------|---------------------------------|---------|
|                               | I группа физической активности             |           | II группа физической активности |           | Хлеб «Спасский» из смеси ржаной обдирной и муки пшеничной первого сорта |         |                                 |         |
|                               |  |           |                                 |           | I группа физической активности  |         | II группа физической активности |         |
|                               | мужчины                                    | женщины   | мужчины                         | женщины   | мужчины   | женщины | мужчины                         | женщины |
| Белки, г                      | 68   | 59        | 77                              | 66        | 27,9  | 32,2    | 24,7                            | 28,8    |
| Жиры, г                       | 77   | 63        | 88                              | 72        | 3,2   | 4,0     | 2,8                             | 3,5     |
| Углеводы, г                   | 335  | 274       | 387                             | 311       | 36,3  | 44,3    | 31,4                            | 39,1    |
| Пищевые волокна, г            | 20   |           |                                 |           | 2,5   |         |                                 |         |
| Ca, мг                        | 1000                                       |           |                                 |           | 5,6   |         |                                 |         |
| P, мг                         | 800  |           |                                 |           | 39,4  |         |                                 |         |
| Mg, мг                        | 400  |           |                                 |           | 28,1  |         |                                 |         |
| K, мг                         | 2500                                       |           |                                 |           | 11,1  |         |                                 |         |
| Na, мг                        | 1300                                       |           |                                 |           | 1,8   |         |                                 |         |
| Омега-6, мг                   | 5-8  |           |                                 |           | 0,0   |         |                                 |         |
| Вит. E, мг                    | 15   |           |                                 |           | 0,0   |         |                                 |         |
| Энергетическая ценность, ккал | 2300                                       | 1900      | 2650                            | 2150      | 22,9  | 27,7    | 19,8                            | 24,5    |
| Соотношение Б:Ж:У             | 1:1,1:4,9                                  | 1:1,1:4,6 | 1:1,1:5,0                       | 1:1,1:4,7 | 1:0,1:6,3   |         |                                 |         |
| Соотношение Ca:P:Mg           | 1:0,8:0,4                                  |           |                                 |           | 1:7,0:5,0   |         |                                 |         |

Данные таблицы 1.2 показывают, что за счет употребления ржанопшеничного хлеба восполняется треть от суточной потребности в белках, углеводах и энергии. Суточная потребность в жирах удовлетворяется на 2,8%. В хлебобулочных изделиях массовых сортов определены высокие расчетные значения удовлетворения суточной потребности фосфора и магния, но высокая разбалансированность этих минеральных веществ с кальцием, будет препятствовать усвоению кальция и магния. Также в массовых сортах хлебобулочных изделий соотношение белков, жиров и углеводов имеет значительные отклонения от оптимального для усвоения организмом соотношения. В массовых сортах хлебобулочных изделий содержится низкое количество пищевых волокон.

По данным российских и зарубежных ученых нутрициологическая ценность хлебобулочных изделий имеет и другие проблемы [10, 368, 183, 432, 436, 439, 454, 462, 493, 495], связанные с их составом и производством (рисунок 1.2)



Рисунок 1.2 – Характеристика нутрициологических проблем хлебобулочных изделий

Несмотря на особое значение хлебобулочных изделий в рационе современного человека его нутрициологическая характеристика показывает наличие целого ряда нерешенных проблем производства и потребления.

*Таким образом,* современный ритм жизни, промышленное развитие индустрии питания, ухудшение экологии сформировало общемировую проблему коррекции рациона питания человека.

В России состав пищевых продуктов нуждается в обогащении пищевыми волокнами, минеральными веществами (особенно кальцием), органическими кислотами и витаминами. Результаты аналитических расчетов показали, что массовые сорта хлебобулочных изделий в основном удовлетворяют потребность организма в энергии. При этом, в них можно отметить высокую разбалансированность в соотношениях основных пищевых веществ – белков:жиров:углеводов, а также кальция:фосфора:магния. Массовые сорта содержат низкое количество пищевых волокон и обладают недостаточной биологической ценностью.

В этом аспекте основными задачами исследований, связанными с физиологической ценностью современных хлебобулочных изделий в хлебопекарной, мукомольной и зерноперерабатывающей отраслях являются:

- коррекция мучных смесей для хлебобулочных изделий путем создания сбалансированных поликомпонентных составов позволяющих повысить уровень усвоения основных пищевых веществ;
- обогащение поликомпонентных смесей для хлебобулочных изделий дополнительными сырьевыми компонентами обладающими биологически активными свойствами;
- повышение пищевой ценности поликомпонентных смесей и хлебобулочных изделий из них за счет использования дополнительного сырья, его модификации, изменения технологий производства;
- поиск инновационных ингредиентов для рецептур, которые позволят усилить физиологические свойства хлебобулочных изделий.

Решение данных задач, в настоящее время, возможно путем обогащения рецептур хлебобулочных изделий нетрадиционным сырьем,

разработкой новых видов сырья, путем модификации сырьевых источников, в том числе вторичных ресурсов, максимального использования технологического потенциала основного и дополнительного сырья, рационального сочетания технофункциональных свойств различных рецептурных ингредиентов с повышением биологической, пищевой ценности и получения привычных органолептических свойств конечного продукта.

## **1.2 Тенденции развития хлебопекарной промышленности России**

По данным Министерства сельского хозяйства РФ [114] объемы выработки зерновых занимают наибольший удельный вес (99,2%) среди отечественной сельскохозяйственной продукции и продовольствия в общем объеме ресурсов внутреннего рынка. Это показывает высокие перспективы для развития перерабатывающих производств данного сырья, в том числе хлебопекарной отрасли. Ведущими регионами по производству хлебопекарной продукции являются г. Москва, Московская область, г Санкт-Петербург, Краснодарский край и Ростовская область, обеспечивающие выработку 1640,2 тыс. т хлеба в год, что составляет 24,7 % от общего объема в Российской Федерации. В настоящее время промышленная база хлебопекарной отрасли включает около 12 тыс. малых и 882 тыс. крупных и средних предприятий [54].

Несмотря на высокую значимость хлебобулочных изделий, как социального продукта питания в последние десятилетия заметно значительное снижение потребления этой продукции за счет следующих причин [164, 420]:

- замещение в рационах питания хлебобулочной продукции другими продуктами;
- общее снижение эффективности перерабатывающих отраслей в России связанное с несовершенствами налогооблагающих систем, законодательной базы, что отрицательно влияет в возможности инвестирования и развития.

В настоящее время, для соответствия конъюнктуре рынка производителям хлебобулочной продукции необходимо вырабатывать широкий ассортимент изделий при этом не оставляя без внимания региональную специфику и привычки своего покупателя [22, 124, 125, 331].

Современной тенденцией развития хлебопечения является разработка «новинок» путем усложнения рецептур изделий, что ведет к удорожанию конечного продукта. Цена новых видов изделий является сдерживающим фактором развития данного сегмента рынка, так как российский менталитет находится в плену стереотипа, что основной продукт питания – хлеб не может быть дорогим. Тем не менее актуальность данного направления подтверждается «Концепцией обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения путем развития функционального и специализированного хлебопечения в Российской Федерации до 2020 года (Хлеб - это здоровье)» [155].

Целью Концепции является поиск способов обеспечения населения России хлебобулочной продукцией, обладающей функциональными свойствами, способствующими улучшению здоровья, его сохранению путем профилактики заболеваний, вызванных алиментарными причинами.

Достижение цели поставленной в концепции возможно путем решения следующих задач:

- внедрение новых технологий в отрасли хлебопекарной промышленности, позволяющих значительно расширить ассортимент и увеличить производство хлебобулочных изделий нового поколения с заданными качественными характеристиками, в том числе функциональных и специализированных;
- содействие улучшению здоровья и качества жизни населения посредством создания условий увеличения потребления высококачественных безопасных хлебобулочных изделий функционального и специализированного назначения;
- содействие созданию научных, экономических, нормативно-правовых и организационных условий для увеличения объемов производства

отечественной продукции хлебопечения, а также формированию системы государственного контроля качества сырья и продукции на всех стадиях;

- создание предпосылок для производства в необходимых объемах хлеба и хлебобулочных изделий для здорового питания, в том числе функциональных и специализированных;
- содействие обеспечению доступности хлебобулочных изделий здорового питания для всех слоев населения.

Структура производства хлебобулочных изделий в России отличается от существующей в настоящее время в развитых европейских странах. В последние годы в мире большое внимание уделяется обогащению хлеба различными полезными веществами, придающими ему лечебные и профилактические свойства. Лечебный и профилактический эффект от употребления диетических хлебобулочных изделий обеспечивается либо введением в рецептуру необходимых дополнительных компонентов, либо исключением нежелательных, а также изменения технологии их приготовления. Обогащение хлебобулочных изделий добавками с профилактической направленностью остается востребованным и актуальным. Особенно ценными являются натуральные добавки, которые обогащают хлеб полезными для здоровья веществами и благоприятно влияют на технологию хлебопечения. Рынок производства отечественной диетической продукции имеет большой потенциал для роста.

Создание ассортимента хлебных изделий группы «Здоровье» имеет два направления[379]:

- создание ассортимента продукции, учитывающей потребности регионального потребителя в тех или иных нутриентах, обусловленные особенностями почвенно-климатической зоны проживания, сложившиеся вкусы, национальные привычки и др.;
- расширение разнообразия ассортимента продукции обогащенной ингредиентами позволяющими придать лечебные и профилактические свойства, положительно повлиять на технологию и желательно от российских региональных производителей.

Хлебобулочные изделия с ржаной мукой, кроме России, наиболее популярны в Финляндии, Литве, Латвии, Эстонии, Германии [172]. В зарубежье ржаной хлеб имеет высокую популярность. Так в Финляндии потребление ржаного хлеба поддерживалось на уровне государственных проектов «Получи наслаждение от зерна», «Умное питание» (2007-2008 гг), «Полезный перекус» (2009-2011 гг) [163, 383]. Широкая реклама полезных свойств ржи привела к необратимому увеличению потребления ржаного хлеба, особенно среди молодежи.

Экономические преобразования в России в 90-х годах отрицательно повлияли на производство хлеба с ржаной мукой. Хлебопекарные предприятия высокой мощности, являющиеся основными производителями такого вида продукции не выдержали конкуренции с малыми предприятиями способными к гибкому изменению ассортимента, применению ускоренных технологий с применением улучшителей. В свою очередь, работники малых предприятий, чаще всего без специального образования и навыков не отказались от «сложных» технологий ржаного хлеба.

В России ржаной хлеб стал жертвой экономических преобразований в хлебопекарной отрасли, которые начались в 90-х годах. Большие «советские» хлебозаводы с производственной мощностью сотни тонн хлеба в сутки столкнулись с проблемой сбыта. Мелкие предприятия способные быстро менять ассортимент, подстраиваясь под конъюнктуру, отказались от «сложных» ржанных и ржано-пшеничных сортов хлеба. В настоящее время, из всего производимого в России ассортимента хлебобулочных изделий, только до 30 % выпускается с добавлением ржаной муки [117, 420].

Другая проблема связана с особенностями зернового рынка [244, 413]. Уменьшение посевов ржи, вице-президент Российского зернового союза А. Корбут связывает с устойчивым снижением ее потребления [198]. Это в свою очередь, наряду с рекордно низким урожаем 2018 года, может привести к перебоям в поставках ржаной муки и вынужденным переходом предприятий на еще более высокое преимущественное производство хлебобулочных изделий из пшеничной муки.



### **1.3 Направления совершенствования ассортимента и технологии хлебобулочных изделий функционального назначения с ржаной мукой**

Хлебобулочные изделия с ржаной мукой занимают особое место с позиций здорового питания. Они содержат больше полноценных белков, витаминов, антиоксидантов, чем пшеничный хлеб [436, 458]. Ржаные и ржано-пшеничные сорта хлебобулочных изделий способствуют снижению в крови холестерина и липопротеидов низкой плотности [70].

Потребление хлеба с ржаной мукой в России неравномерно по регионам. Производство его уменьшается с севера на юг. В Москве, Челябинске, Воронеже преобладает производство и потребление пшеничных сортов хлеба, в Санкт-Петербурге – ржаных. На долю пшеничных хлебобулочных изделий, в целом по России, приходится 46,5 %, ржано-пшеничных – 28,3 %, ржаных – 4,8 % [93, 165].

На потребительском рынке основными производителями ржаного и ржано-пшеничного хлеба являются крупные и средние предприятия. Ассортимент хлебобулочных изделий с ржаной мукой, главным образом представлен смесью его с пшеничной с добавлением различного количества продуктов переработки солода. Малыми предприятиями хлебобулочные изделия вырабатываются преимущественно с использованием улучшителей, что связано с применением дискретных технологий и низкой квалификацией персонала таких производств. Имеется тенденция некоторого введения в заблуждение потребителя путем применения солодовых добавок в пшеничные сорта хлеба, которые приобретают коричневатый цвет, что для невнимательного покупателя, осуществляющего поиск ржаного хлеба, ориентируясь на характерный темный цвет мякиша может служить стимулом для покупки. Очень часто предоставление информации на этикетке о составе хлеба прочитать невозможно из-за мелкого шрифта представленного на красном фоне [199].

При проведении выборочных маркетинговых исследований в отношении удовлетворения ассортиментом хлебобулочных изделий в

городах России и Украины, установлено, что только треть респондентов уверены, что обогащенные хлебобулочные изделия оказывают пользу для здоровья, остальные считают это маркетинговым ходом и только пятая часть опрошенных, готова покупать такую продукцию по любой цене. Однако, в целом, по выводу авторов исследования разработки в области обогащения хлебобулочных изделий веществами корректирующими здоровье целесообразны, но требуют грамотной политики продвижения [59, 89, 93, 298].

Существующие технологии хлебобулочных изделий с ржаной мукой и смеси ее с пшеничной, обусловлены особенностями хлебопекарных свойств ржаной муки [13, 168, 411] и могут быть классифицированы на:

- традиционные – многофазные, с применением биологических разрыхлителей (заквасок, жидких дрожжей и др.);
- ускоренные – одно- или двухфазные с применением подкислителей и биологических разрыхлителей (дрожжей, заквасок).

Современные технологии хлебобулочных изделий с ржаной мукой основаны на исследованиях советских и российских ученых в области оптимизации биохимических, физико-химических и микробиологических процессов, селекции высокопроизводительных штаммов заквасочных культур микроорганизмов, их направленного культивирования в мучных средах, формирования состава пищевых добавок улучшителей. Огромный вклад в эту работу внесли ученые ГосНИИХП и Санкт-Петербургского филиала ГосНИИХП Г.Л. Селибер, Б.Г., Сарычев, М.И. Ратнер, З.Ф. Фалунина, Л.Н. Казанская, Р.Д. Поландова, О.В. Афанасьева, Н.Д. Синявская, Е.Н. Павловская, Л.И. Кузнецова, А.П. Косован и другие ученые, результатом работы которых явились технологии хлебобулочных изделий с ржаной мукой с оптимизированными параметрами процессов тестоприготовления, которые обобщены в труде, являющемся основополагающим для работы всех хлебопеков России – «Сборник технологических инструкций для производства хлеба и хлебобулочных

изделий» (Москва, 1989) [342], а также его продолжения – «Сборника современных технологий хлебобулочных изделий» (Москва, 2008) [342].

Процесс приготовления заквасок включает разводочный и производственный циклы. Разводочный цикл предполагает использование чистых культур молочнокислой и дрожжевой микрофлоры [137]. Разработаны новые стартовые композиции заквасочных микроорганизмов с включением новых видов и штаммов бифидобактерий – *B. bifidum* лактобактерий *L. sanfrancisco* E-34, *L. plantarum* 52-АН и др. [382].

Классификация технологий приготовления ржаных и ржано-пшеничных хлебобулочных изделий на биологических разрыхлителях приведена на рисунке 1.3.

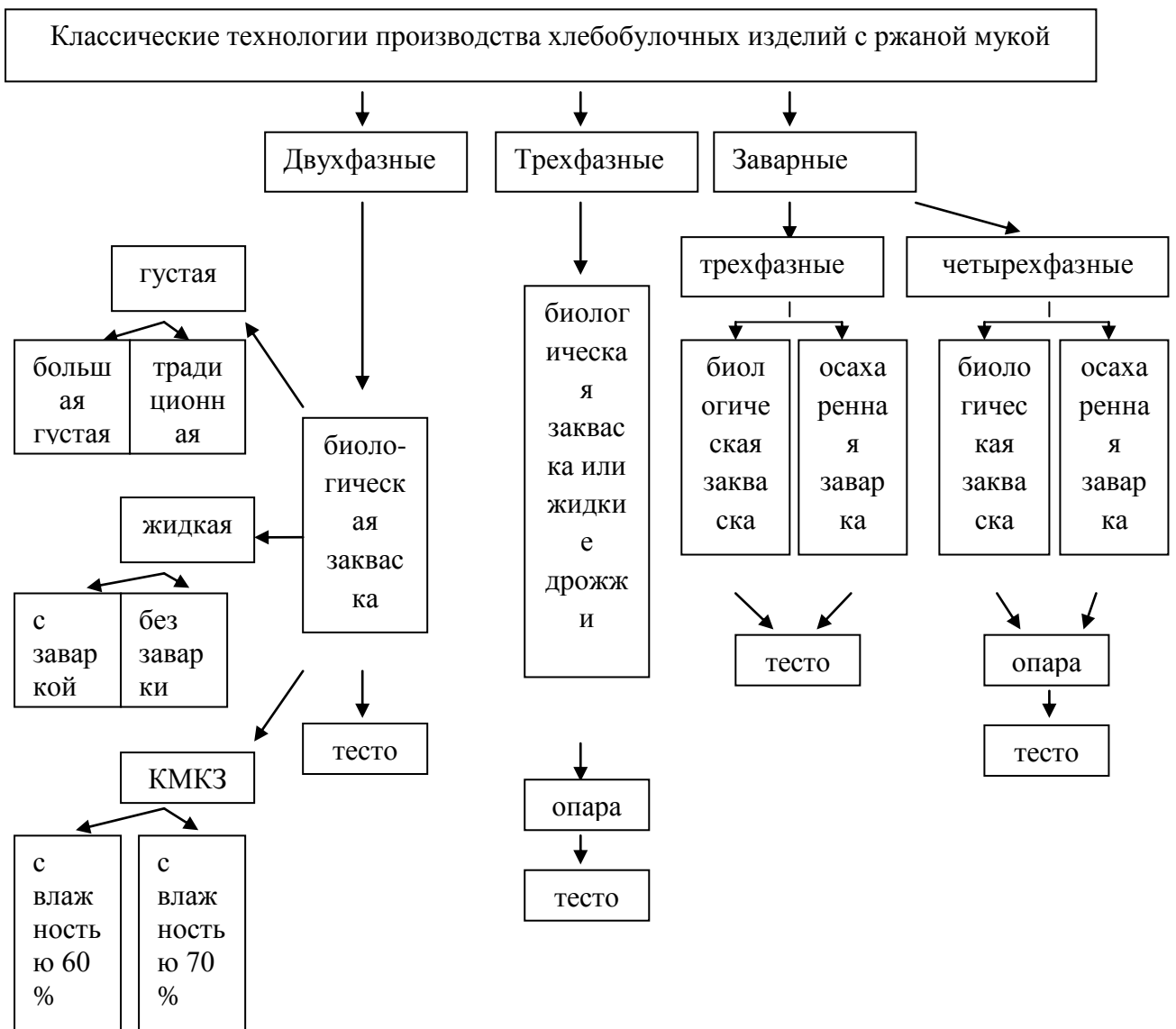


Рисунок 1.3 – Классические технологии хлебобулочных изделий с ржаной мукой

При приготовлении заквасок и теста в непрерывном цикле, через каждые 2,5-5 часов, производят их отбор на приготовление теста и добавление эквивалентного количества питательной среды, состоящей из муки, воды, или муки, воды, заварки [339, 340, 341, 342]

В дискретном режиме работы, с перерывом 8-12 часов, биологические закваски поддерживают в активном состоянии путем добавления увеличенного количества питательной среды или разжижения их холодной водой с последующей реактивацией и освежением [45, 171, 341].

Разработана технология хлебобулочных изделий с ржаной мукой с использованием в качестве заквасочной культуры микробной биомассы *Bifidobacterium longum* B379M, позволяющей обогатить закваску и готовое хлебобулочное изделие витаминами группы В. Совместное культивирование бифидобактерий с пропионовокислыми бактериями дает доказанный эффект подавления микробиологической порчи и «картофельной болезни» хлеба [202.].

В ФГАНУ НИИ хлебопекарной промышленности проведены исследования по влиянию пряностей на динамику роста биомассы молочнокислых бактерий ацидофильной закваски. Определено, что применение пряностей и их композиций способствует интенсификации роста микробной биомассы и большему накоплению летучих кислот в ржано-пшеничном хлебе [143].

Компания «Lesaffre» (Франция) предлагает российским производителям закваски на основе живых культур «Аром Левен» и «Саф-Левен» LV1. Данные закваски позволяют регулировать цвет, вкус, запах хлебобулочных изделий с ржаной мукой. Рекомендованы для поточно-механизированных линий и дискретного производства [212].

Проведены исследования применения зерновых заквасок при производстве ржано-пшеничного хлеба на питательном субстрате из ферментированного гидролизата измельчённых пророщенных зёрен пшеницы, а также пророщенной зеленой гречихи. Определено, что культивирование пропионовокислых заквасочных культур на данных

субстратах позволяет получить изделия с высокими органолептическими и физико-химическими показателями, устойчивыми к микробиологическому заражению [388, 330].

Исследовано влияние пектиновых веществ на активизацию производственных заквасок, используемых в производстве ржано-пшеничного хлеба. Определено, что яблочный и цитрусовый пектины в количестве 5 % существенно активизируют ржаную и хмелевую производственные закваски. Это приводит к улучшению реологических показателей теста, сокращает время подъема тестовой заготовки с 55-60 до 45 мин, увеличивает пористость хлеба [405].

Проведены исследования по разработке рациональных технологических параметров приготовления ржаной закваски с применением чистой культуры *L.acidophilus* А-146. Определено, что разработанная закваска способствует подавлению микробиологических возбудителей порчи, развивающихся в условиях повышенных температур [131].

Заварные хлебобулочные изделия в качестве обязательного компонента предусматривают использование такого хлебопекарного полуфабриката, как заварка технология, в которой заварка присутствует в качестве обязательного элемента [311].

В хлебопечении используются следующие виды заварок: самоосахаренная, осахаренная, неосахаренная, соленая, заквашенная или сброженная (ГОСТ 32677-2014 «Изделия хлебобулочные. Термины и определения»). В российском хлебопечении наиболее распространены заварки самоосахаренная, осахаренная и неосахаренная [169]: Разработаны также сухие заварки для использования их в составе заквасок и теста [304].

Приготовление заварок предусматривает заваривание части ржаной муки по рецептуре (5% - 15 %) с внесением ферментированного солода и, если требуется по рецептуре, пряностей водой с температурой 95 - 97 ° С. [170]. Содержание сахаров и декстринов в готовом заварном хлебе, имеет прямую зависимость от содержания их в заварке [64].

В основу технологий получения сухих завтраков положено использование процесса экструзии (5 % - 15 %) ржаной муки с ферментированным ржаным солодом или без него для получения так называемой сухой заварки (муки набухающей) или ЗСРК «Вега». Принимая во внимание, что в результате экструзионной технологии углеводный комплекс становится доступным воздействию амилолитических ферментов, была показана возможность получения, экструдата ржаной муки для замены ею традиционных завтраков [169].

В настоящее время разработано множество способов производства ржаного заварного хлеба.

Для замедления черствения, расширения ассортимента заварного хлеба с улучшенными потребительскими характеристиками разработан способ предусматривающий смешивание сухой заварки (мука набухающая или комплексная добака) «Вега» с ржаной закваской или подкислителем «Цитрасол», мукой, дрожжами, вкусовыми компонентами и водой в следующем соотношении соответственно: 5,48-11,63, 8,96-47,23 или 1,86-2,03, остальное (мука, дрожжи, вода) [269].

Улучшение вкусоароматических свойств и замедление черствения заварного хлеба предусматривает способ его приготовления с применением хмелевого отвара из цветков или шишек хмеля для заварки [313].

Для приготовления заварки используют муку, солод, ферментные препараты глюкоамилазу очищенную, амилоризин П10Х и лактокамесцин в количестве соответственно 0,01-0,02; 0,002-0,004; 0,0005-0,0015% к массе муки и солода, которые подогревают до температуры 50-55 °С и смешивают с водой и / или молочной сывороткой, подогретыми до 65-70 °С. При замесе теста используют осахаренную и сброженную заварку, мезофильную закваску, в которую перед внесением в тесто добавляют предварительно обработанные семена тмина и / или льна, а также добавляют основное и дополнительное сырье, в том числе патоку, предварительно смешанную с молочной сывороткой в соотношении от 2:1 до 1:1 и выдержанную в течение от 0,5 до 4 суток. Обработку семян тмина и / или льна проводят путем

измельчения или выдерживания в воде температурой 50-80 °С в течение от 0,5 до 2 ч [5].

Оригинальные вкусовые свойства приобретает заварной хлеб приготовленный опарным способом с применением заварки в которую кроме солода внесен кориандр, а тестовые заготовки после разделки обсыпаются отрубями и расстаиваются в деревянных липовых формах, обработанных настоем из липовых опилок [270].

С целью ускорения созревания теста вместо дрожжей применяют спелое тесто. Спелое тесто усиливает запах и вкус хлеба, заварка, заквашенная спелым тестом, улучшает показатели качества теста, например пористость хлеба возрастает до 63 – 66 %, а также способствует сохранению свежести хлеба в течение 3 суток без упаковки и 5 суток в упаковке.

Следующий способ приготовления ржаного заварного хлеба включает дополнительное внесение препарата «Гемобин» при приготовлении заварки после охлаждения ее до температуры 37-39 °С и внесения при замесе теста CO<sub>2</sub> -экстракта кориандра и лимонной кислоты. Готовые изделия обогащаются легкоусвояемым железом, улучшаются физико-химические и органолептические показатели, замедляется микробиологическая порча при хранении [275].

Для обогащения заварного хлеба пищевыми волокнами функционального назначения разработана технология предусматривающая внесение 3 % инулинсодержащего сырья марок HP, GR и P 95 в заварку при ее приготовлении [16].

Улучшение пищевой ценности заварных хлебобулочных изделий, замедление его черствения возможно путем реализации способа приготовления заварки из чечевичной муки вместо ржаной [268].

Повышение биологической ценности заварного хлеба предусматривает способ его производства с внесением при замесе биологически активной добавки из прессованных дрожжей, которая обогащает его незаменимыми аминокислотами, витаминами группы В [260].

Сокращение технологического процесса производства заварного хлеба с сохранением всех качественных показателей путем использования экструдированного ржаного солода, закваски-подкислителя, улучшителя «Рогенколор» позволяет также увеличить его выход и сроки сохранения свежести [278].

Улучшенный состав заварного хлебобулочного изделия предусматривает кроме внесения обычных компонентов заварного хлеба сухой хлебный квас и картофельное пюре [276, 277].

Для сокращения времени приготовления заварки до 15-20 минут предлагается технологическое решение предусматривающее принудительную продувку воздухом с температурой 15-33°C одновременно с процессом заваривания и охлаждения полуфабриката. Применение такой заварки способствует улучшению потребительских свойств хлеба, увеличивает сроки сохранения его свежести [274, 280].

Повышение качества заварки предлагается путем использования способа предусматривающего предварительную подготовку воды для ее приготовления. Для этого воду фильтруют через полупроницаемую мембрану с одновременным инфракрасным облучением [264].

Улучшение органолептических показателей заварного хлеба при одновременном снижении его себестоимости предусматривает применение композиции в состав которой включен концентрат квасного суслу [261].

Предлагается использование рябинового порошка для ускоренной технологии заварного хлеба позволяющего улучшить его органолептические и физико-химические показатели, обогатить биологически активными веществами и пищевыми волокнами [101].

На современном этапе все более значительную долю промышленного производства хлебобулочных изделий занимают малые предприятия и пекарни ритейла. Данные производства имеют значительный ассортимент продукции, а также работают в дискретном режиме производства. Это вызывает необходимость развития такой области производства хлебобулочных изделий с ржаной мукой, как ускоренные технологии [310].



Работой в этой области занимались зарубежные, советские и российские ученые. Одним из первых направлений в этой области исследований была разработка способов приготовления теста на сухой закваске, содержащей заключенные в ней микроорганизмы в активном состоянии.

Сухая закваска получила значительное распространение в хлебопечении Чехословакии, где ее приготавливали из спелой закваски. С этой целью готовую закваску с кислотностью 9-10°Н смешивали с мукой в пропорции 1:2. Смесь протирали через проволочное сито и высушивали при температуре 18-20 °С в течение 24 часов. Влажность сухой закваски составляла около 20 %, кислотность 10-11 °Н. Срок хранения составлял 7 суток при температуре 12 °С, при которой сохранялась активность кислотообразующих бактерий. Сухую закваску готовили в централизованном порядке и рассылали на хлебопекарные предприятия, где расходовали раз в неделю при выведении заквасок вновь [370].

С. Weiser [133] для сокращения продолжительности разводочного цикла приготовления закваски предлагал специальную сухую закваску, названную им «заквасочным ферментом». Эта закваска являлась смесью высушенной чистой культуры гомо- и гетероферментативных кислотообразующих бактерий и сушеных дрожжей. Данный препарат с влажностью около 8 %, имел срок хранения 8-10 недель. Дозировка его составляла 1 % при разведении один раз в неделю исходной закваски.

Предлагаемые способы приготовления хлебобулочных изделий с ржаной мукой предусматривают только сокращение разводочного цикла выведения заквасок. Производственный цикл приготовления теста по своей продолжительности остается неизменным.

М.И. Ратнер, Э.С. Канель [325] разрабатывали технологию приготовления молочнокислых бактерий в прессованном и сушеном виде и ускоренный метод приготовления на них теста. Кислотообразующие бактерии, специфические для ржаного теста, накапливали на мелассе, добавляя к ней отвар из солодовых ростков. Биомассу выделяли

центрифугированием и при влажности 73 % - 76 % смешивали с крахмалом, получая брикеты. Тесто готовили однофазным способом при температуре 35 °С, добавляя в него 2 % прессованных бактерий и 0,3 % прессованных дрожжей. Тесто после 3,5-часового брожения до конечной кислотности 11-12 °Н делили на куски, растаивали и выпекали хлеб. Весь процесс приготовления хлеба занимал 5,5-6 часов.

Поскольку прессованные молочнокислые бактерии нестойки при хранении, эти же авторы разрабатывали методы их консервирования [324]. Для этого подвергали сушке бактериальную массу, состоящую из трех культур: бактерии группы А /штамм 70/, группы В /штамм 17/ и бактерии типа Дельбрюка. Испытывали различные методы высушивания: в шкафной сушилке, на сублимационной и распылительной установках. Активность сухой культуры проверяли по интенсивности кислотонакопления в тесте. С применением высушенных культур бактерий приготавливали тесто однофазным способом. При расходе их равном 2 % к весу муки, брожение теста до кислотности 11-12 °Н продолжалось 3,5-4 часа. Хлеб стандартного качества был приготовлен за 5,5-6 часов. Таким образом, данный способ также существенно не сокращает продолжительность приготовления теста.

Способ приготовления хлеба из ржаной муки на сухой закваске был предложен Б.Г. Сарычевым [338].

При этом получение сухой закваски заключалось в смешивании производственной закваски с мукой и сушке при температуре не более 35 °С до массовой доли влаги 9% - 10 %. Приготовление теста на таком полуфабрикате осуществлялось опарным способом на прессованных дрожжах. Сухая закваска, опара и дрожжи вносились в опару. В зависимости от количества сухой закваски брожение опары длилось 3,5-5 часов, затем на опаре замешивали тесто. Выработка хлеба по этому способу занимала 8-13 часов.

М.И. Ратнер, З.Ф. Фалунина [327] проводили опыты по ускоренному выведению закваски. Они установили, что при отсутствии бродильного материала (старой закваски или чистых культур микроорганизмов) закваску

можно приготовить из ржаного хлеба, содержащего, по их данным, определенное число активных кислотообразующих бактерий и дрожжей.

Разработка способа получения сухой закваски из жидкой ржаной закваски с заваркой и КМКЗ предусматривал при приготовлении исходных полуфабрикатов для высушивания с культивированием микрофлоры резистентной сушки. После изучения различных способов высушивания заквасок предложены оптимальные режимы псевдосуемого способа сушки, позволяющего получить сухую закваску способную к полному восстановлению микрофлоры после регидратации в течение 16 часов [126].

Разработана технология сухой хмеле-тыквенной закваски спонтанного брожения, позволяющая обогатить хлеб ржано-пшеничный биологически активными веществами, что подтверждается данными нутриентного баланса. В качестве основного оборудования процесса сушки выбрана двухступенчатая конвективная вакуум-импульсная сушилка, для которой получены оптимальные режимы [121].

В процессе тестоведения в заквасках и тесте образуются различные соединения, в том числе летучие и нелетучие органические кислоты, обуславливающие качественные показатели хлеба и в значительной мере определяющие его вкусовое достоинство. Так, по данным П.М. Плотникова, М.И. Княгиничева и других [140], в хлебе из ржаной обойной муки молочная кислота составляет примерно 60 %, янтарная и яблочная (в сумме) – 4 %, винная и лимонная – 4 %, летучие кислоты – 32 % от общей кислотности. Содержание в тесте органических кислот оказывает существенное влияние не только на вкус хлеба, но и на физические свойства теста и активность присутствующих в нем ферментов. С целью ускорения процесса тестоведения данные авторы предлагали исключить фазы брожения полуфабрикатов и вносить в тесто при замешивании недостающее количество органических кислот.

Первые опыты в этом направлении проводил А.И. Островский [252]. Тесто приготавливали с применением 3 % прессованных дрожжей. В тесто из ржаной обойной муки вносили 1,2 % молочной кислоты в пересчете на

кислоту с концентрацией 100 % и 0,15 % уксусной эссенции (к весу муки). Значительное улучшение качества хлеба наблюдали при длительном замесе теста (в течение 20 минут). При этом объемный выход хлеба увеличивался, улучшались структура мякиша и отчасти вкус хлеба. Для ускорения расстойки ржаное тесто готовили при повышенной температуре (30-31 °С). Увеличение температуры теста до 34-36 °С приводило к форсированию процесса разрыхления, однако мякиш хлеба в этом случае был грубым и менее эластичным. Как показали проведенные опыты, продолжительность приготовления хлеба сокращалась в два раза по сравнению с обычными способами тестоведения.

В дальнейшем опыты по ускоренному приготовлению ржаного теста с применением органических кислот были продолжены П.М. Плотниковым. Им было показано, что вкус хлеба значительно улучшался, если при замешивании теста одновременно с молочной и уксусной кислотой вносили спелую головку или опару (в количестве 50 % к весу муки) [292].

Однако исследователи ускоренных способов хлебобулочных изделий с ржаной мукой, приходят к заключению, что хлеб при сокращенном тестоведении они получили значительно более низкого качества, чем при обычном заквасочном способе. Поэтому способы ускоренного тестоведения они не предлагали к практическому применению.

В Германии, в свое время, получил некоторое распространение ускоренный способ приготовления ржаного хлеба на сухой закваске [126]. Сухую закваску получали из оклейстеризованной ржаной муки, путем ее пропитывания молочной кислотой до кислотности примерно 200 °Н. В тесто при замешивании вводили закваску в количестве, обеспечивающем обычную его кислотность. В дальнейшем от этого способа отказались из-за низкого качества получаемого хлеба.

В настоящее время предлагается широкий ассортимент импортных подкислителей, разработанных для ускоренного производства хлебобулочных изделий с ржаной мукой с кислотностью от 200 до 500 град.

В состав данных подкислителей чаще всего включены такие органические кислоты, как молочная и уксусная и дозировка их равна 1,5 % - 2,0 % [58, 88].

Российскими учеными предложены сухие подкисляющие дообвк-улучшители на основе натуральных компонентов «Полимол», «Цитрасол», ЗРСК «Вега» ( ГосНИИХП ) «Биоэкс» (МГУПП) [67, 159], которые позволяют вырабатывать ржаные и ржано-пшеничные хлебобулочные изделия однофазным способом достаточного потребительского достоинства.

На кафедре молекулярной и авангардной гастрономии Национального университета пищевых технологий (г. Киев) разработаны поликомпонентные подкислители для ускоренного (однофазного) способа производства ржано-пшеничного хлеба, в состав которых входят лимонная и аскорбиновая кислоты, солод ржаной ферментированный, сухая молочная сыворотка, камедь гуары. Соотношение компонентов подкислителей определялось на основании рекомендаций производителей и экспериментальным путем. Производство ржано-пшеничных хлебобулочных изделий на поликомпонентных подкислителях рекомендовано для ресторанных технологий [118].

Для приготовления ржано-пшеничного хлеба ускоренным способом на предприятиях общественного питания рекомендован подкислитель «Анифарин», в состав которого входит ржаная мука, лецитин, лимонная кислота, крахмал и фосфат кальция. Применение данного подкислителя позволяет сбалансировать состав хлебобулочного изделия по содержанию кальция фосфора - 1:1,5, а также по содержанию белков и углеводов – 1:4 [321].

Разработан состав новых подкисляющих добавок на основе аскорбиновой кислоты и смеси ферментов ксиланазы и амилазы для применения в ускоренной технологи ржано-пшеничного хлеба для мини-пекарен и заведений ресторанного хозяйства. Установлено, что внесение добавок способствует улучшению эластических свойств теста, повышает его влагоудерживающую способность, а также положительно влияет на формирование структуры и качества мякиша хлеба [364].

Таким образом, направлением совершенствования классических способов приготовления хлебобулочных изделий с ржаной мукой является использование новых культур молочнокислых бактерий и дрожжей, оптимизация питательной среды для заквасок. Разработаны режимы тестоприготовления откорректированные для дискретных условий работы предприятий, предусматривающие увеличение дозировки питательной среды в закваске или ее охлаждение. Совершенствование заварных сортов хлебобулочных изделий направлены на ускорение процессов приготовления заварки путем использования различных физических методов (продувкой горячим воздухом, паром, экструзией), оптимизацией соотношения муки и жидкости в заварке.

Сокращение продолжительности технологического процесса производства хлеба с ржаной мукой, в том числе заварных сортов осуществляется путем использования различных подкисляющих смесей, в основном импортного производства, использования сухих заварок, заквасок и различных добавок, вносимых, как при приготовлении заварки, так и теста. В связи с этим актуальным направлением исследований в области совершенствования технологий производства хлеба с ржаной мукой является разработка технологических приемов для работы в дискретном режиме предприятия с сокращенным периодом работы, что возможно путем использования натуральных сухих хлебопекарных полуфабрикатов (заварок) и подкислителей сбалансированного состава.

#### **1.4 Характеристика способов применения нетрадиционного сырья и пищевых добавок для повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий из ржано-пшеничной муки**

Рациональное использование пищевых ресурсов вызывает необходимость совершенствования технологий их использования и переработки для снижения эколого-экономического ущерба, повышения эффективности производства. Кроме того, применение вторичных ресурсов

дает возможность организации инновационных производств, имеет большой потенциал для обогащения пищевых продуктов, так как вторичное сырье содержит наиболее ценнейшие в пищевом отношении вещества – пищевые волокна, витамины, зольные элементы. Также оно обладает значительным технологическим потенциалом (водосвязывающей, водоудерживающей, жиросвязывающей способностями) и имеет невысокую стоимость, а перед производителями всегда стоит проблема утилизации вторичного сырья для снижения эколого-экономического ущерба [465, 482, 494].

Разработаны технологии хлебобулочных изделий с ржаной мукой с использованием мелассы [2, 3], водной вытяжки из хвостиков и боя свеклы [4], сахаросодержащего порошка из сахарной свеклы [1], клеточного сока картофеля при приготовлении хлебобулочных изделий с ржаной мукой [400].

Использование тыквенного жмыха его при производстве хлебобулочных изделий из ржано-пшеничной муки в количестве до 7 % позволяет увеличить удельный объем хлеба, пористость мякиша, повысить пищевую ценность и придать конечному продукту функциональные свойства [176].

Приготовление ржано-пшеничного теста путем замены в рецептуре 20 % сахара-песка на сироп рожкового дерева, и 20 % пшеничной муки – на жмыхи из зародышей пшеницы и семян тыквы сокращает продолжительность брожения теста на 30 минут, при этом удельный объем и пористость готовых изделий повышаются на 6 и 7 % соответственно, улучшаются органолептические показатели [60].

Предлагается использование вторичного сырья переработки ягод облепихи, образующегося при получении облепихового сока – облепиховый жмых в высушенном виде – для повышения потребительских характеристик и пищевой ценности ржано-пшеничного хлеба. Установлено, что при внесении порошка жмыха облепихи при замесе теста, сокращается продолжительность его брожения. Потребительские свойства хлебобулочного изделия улучшаются за счет появления золотисто-оранжевого цвета, приятного вкуса и аромата облепихи. Установлено, что

добавление порошка облепихи увеличивает пищевую ценность ржано-пшеничных хлебобулочных изделий по содержанию Na, K, Ca, Mg, Fe, витаминов E, A, B<sub>1</sub> и B<sub>2</sub>. [205].

Оптимизирована ускоренная технология ржано-пшеничного хлеба с использованием вторичного сырья – порошка яблочных выжимок и жидкой концентрированной закваски «БАЗ» (Backaldrin, Австрия). Определено, что оптимальными дозировками порошка яблочных выжимок и закваски являются 5 и 2 % соответственно к массе муки. при этом является целесообразным предварительная гидратация порошка яблочных выжимок при температуре 60- 70 °С [412].

Разработана технологическая схема бездрожжевого ржано-пшеничного хлеба с использованием настоя семени льна и его шрота. Рациональный способ подготовки настоя семени льна, определенный на основании экспериментальных исследований – смешивание его с водой в соотношении 2:10. Рекомендован для людей страдающих заболеваниями пищеварительного тракта, дыхательных путей, а также страдающим сахарным диабетом [227].

Расширение ассортимента и снижение себестоимости ржано-пшеничных хлебобулочных изделий, обогащенных пищевыми волокнами, минеральными веществами, витаминами возможно путем использования гречневой мучки. Внесение данного компонента в количестве до 8 % способствует улучшению физико-химических и органолептических показателей конечного продукта [108].

Обогащение ржано-пшеничного хлеба возможно путем введение в его рецептуру шрота расторопши и ее масла. Определено положительное влияние совместного внесения компонентов в количестве до 7 % к общей массе муки на реологические свойства теста, улучшение качества хлеба, в том числе сроков сохранения его свежести [257].

Повышение биологической ценности и микробиологической безопасности ржано-пшеничных хлебобулочных изделий возможно за счет



введения в состав рецептуры обезгореченного белкового ингредиента из специально обработанных остаточных пивных дрожжей, обладающих свойствами сорбента микотоксинов. Использование ингредиента в количестве 1 % к массе муки, улучшает физико-химические показатели хлеба, обогащает его витаминами В, D, E, F. [175].

Установлено, что замещение ржаной муки при производстве хлебобулочных изделий семенами черного тмина позволит обогатить конечный продукт пищевыми волокнами, железом, кобальтом, магнием, кунжутной мукой – белком, магнием, фосфором, цинком, мукой из ядер кедрового ореха – полиненасыщенными жирными кислотами, марганцем, фосфором, кобальтом, медью, порошком из виноградных косточек – растворимыми и нерастворимыми пищевыми волокнами, железом, медью, кальцием. Использование всех видов сырья снизит глютенную нагрузку на организм человека [415].

Повышение физико-химических и органолептических свойств и пищевой ценности ржано-пшеничных хлебобулочных изделий осуществляют за счет применения добавок из растительного сырья, особенно зерновых и крупяных культур и продуктов их переработки.

Мука ячменная имеет состав и технологические свойства близкие ржаной муке, хотя и имеет свои специфические особенности [473]. В ней больше клетчатки и содержатся дубильные вещества (полифенолы), придающие хлебу терпкий привкус [152].

В работе Л.В. Сновицкой [366] рекомендуемая дозировка ячменной муки при приготовлении ржаного хлеба составляет не более 10 %. При этом целесообразно повысить влажность ржаного теста до 56 %, а пшеничного 54 %.

Исследование физиологического статуса лабораторных крыс при введении в их рацион ржаного хлеба с ячменной мукой показали, что он оказывает гипополипидемическое действие, что позволяет рекомендовать его для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний [459, 460, 468, 491].

Отсутствие в рисовой муке белков, способных образовывать массу, подобную клейковине пшеницы, накладывают определённые трудности на её использовании при выработке хлебных изделий [446, 483]. Одновременно, податливость крахмала рисовой муки действию ферментов хлебопекарных изделий позволяет интенсифицировать технологический процесс брожения, что снижает технологические затраты. При этом повышаются диететические показатели конечного продукта [441, 467, 469]. Наиболее широко рисовую муку применяют для диетического безглютенового питания при целиакии [437, 445, 452, 464, 477, 486, 487].

Предлагается использование рисовой муки как источника питательной среды для культивирования хлебной закваски. При этом её подвергают предварительному осахариванию с помощью амилолитического ферментного препарата. [284].

Мука гречневая имеет богатый химический состав обусловленный наличием в ней высокого количества незаменимых аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот, рутина, клетчатки [78]. Продукты с гречневой мукой рекомендуются в профилактическом питании связанном с нарушением сердечной деятельности, а также при безглютеновой диете [456]. При производстве мучных изделий, в том числе хлебобулочных, применение гречневой муки позволяет снизить калорийность изделий, а также их гликемический индекс [449, 450, 489].

Изучена возможность использования при производстве ржано-пшеничных хлебобулочных изделий смеси круп: шлифованное зерно, гречневый продел и рисовая крупа. Определено, что внесение круп целесообразно после их предварительного отваривания до полуготовности, а рациональная дозировка составляет 2 %-7 % взамен пшеничной муки первого сорта [115].

Исследовано влияние различных дозировок гречневой муки в заварке с жидкой закваской на качество хлебобулочного изделия, приготовленного по рецептуре хлеба украинского и его пищевую ценность. Определено, что замена 100 % муки в заварке для закваски увеличивает пористость

хлебобулочных изделий на 3 %, титруемую кислотность на 1 град, объемный выход на до 10 % [228].

Проведены исследования направленные на увеличение антиоксидантной активности ржано-пшеничного хлеба путем использования в качестве компонента рецептуры гречневой муки из семян гречихи сорта «Башкирская красностебельная». Оптимальным способом внесения гречневой муки является добавление ее в заварку в количестве 5 %. Антиоксидантная активность разработанного хлебобулочного изделия составляет 58,1 %, за счет реакции торможения радикалов, общее количество флавоноидов – 1,88 % [359].

Для улучшения потребительских свойств ржано-пшеничного хлеба исследована возможность использования овсяной и гречневой муки составе заварки [53, 302].

Для обогащения ржано-пшеничного хлеба витаминами в легкоусвояемой форме, микро- и макроэлементами предложена технология добавления гречневой муки совместно с порошком черноплодной рябины при замесе теста [224]. Исследовано влияние цикория, как источника пищевых волокон для ржано-пшеничного хлеба [381].

Предложена технология обогащения ржано-пшеничных хлебобулочных изделий витаминами и минеральными веществами, в том числе селеном. Исследовалось влияние продуктов переработки гречихи, тыквы, березового гриба чаги, кураги, чернослива на свойства полуфабрикатов и качество готового продукта. При этом, гречиха использовалась в виде экструдата, тыква в виде пюре, а так же из нее, кураги, чернослива и чаги получали тонкодисперсные порошки. Обогащители вносили в количестве до 10 % к общей массе муки [236].

Расширение ассортимента и снижение себестоимости ржано-пшеничных хлебобулочных изделий, обогащенных пищевыми волокнами, минеральными веществами, витаминами возможно путем использования гречневой муки. Внесение данного компонента в количестве до 8 %

способствует улучшению физико-химических и органолептических показателей конечного продукта [108].

При получении муки пшеничной в связи с тем, что крупный зародыш проса глубоко внедрен в ядро он полностью попадает в муку, что позволяет увеличить содержание в ней витаминов, клетчатки, белка, ненасыщенных жирных кислот [481]. Пшеничную муку применяют создания для продуктов повышенной пищевой и биологической ценности [488].

Исследована возможность использования муки из проса разных сортов при производстве хлебобулочных изделий [453], а также продуктов его переработки – хлопьев, крупы и крупки [484]. Лучшее качество продукта получается при предварительной подготовке продуктов переработки проса перед использованием в хлебопечении (заваривание и набухание). Такая предподготовка позволяет улучшить свойства полуфабрикатов, готовой продукции, в том числе сохранении свежести. [440,490].

Разработана технология ржано-льняного хлеба, обладающего антиоксидантными свойствами. Установлены зависимости антиоксидантной емкости гидрофильной и липофильной фракции по отношению к катион-радикалу ABTS разработанного хлеба от способа выпечки хлеба. Определено, что наибольшей антиоксидантной емкостью обладают хлебобулочные изделия, выпеченные в атмосфере нагретого пара [247].

Повышение функциональной направленности ржано-пшеничных хлебобулочных изделий, выработанных по рецептуре хлеба «Дарницкий» возможно при замене 10 % пшеничной муки первого сорта на муку из пророщенных зерен пшеницы. Отмечается отсутствие негативного влияния добавки на органолептические свойства [335].

Предлагается использование полбяной муки в технологии ржано-пшеничных хлебобулочных изделий для повышения содержания в конечном продукте белков, ненасыщенных жирных кислот, растворимых полисахаридов, витаминов А, Е, группы В [50].

Для обогащения ржано-пшеничных хлебобулочных изделий  $\omega$ -3 полиненасыщенными жирными кислотами, пищевыми волокнами предлагается использовать муку чиа. Установлено, что внесение в рецептуру 2 % муки чиа и молочной закваски увеличивает содержание белка, жира, углеводов, энергетической ценности и срок сохранения свежести хлебобулочных изделий высокой степени готовности из замороженных полуфабрикатов [129].

Придание лечебно-профилактических свойств ржаному хлебу возможно путем применения пищевых волокон из остей овса и овсяной муки в виде заварки [319, 444].

Для повышения биологической ценности ржаных хлебобулочных изделий антиоксидантными, противовоспалительными, противоаллергическими, противоопухолевыми и иммуномодулирующими свойствами рекомендовано использование водного экстракта и настоя листьев и цветков девясила британского в количестве 10 % к массе муки. Определено, что внесение данного количества добавки позволяет не только улучшить физико-химические показатели конечного продукта, но и придать ему функциональные свойства за счет обогащения флавоноидами [51].

Определено, что водно-спиртовые экстракты зиры и кардамона позволяют увеличить в ржано-пшеничном хлебе антиоксидантную и антирадикальную активности, при чем большей активностью во всех исследованиях обладали образцы с кардамоном [132].

Экспериментальное обоснование применения экструдата зерна пшеницы и семян расторопши при производстве ржано-пшеничных сортов хлебобулочных изделий вместо заварки показало следующее. Внесение данных рецептурных компонентов в количестве до 7 % к массе муки позволяет получить готовые изделия высокого качества с повышением содержанием таких нутриентов, как витамины, флавоноиды полиненасыщенные жирные кислоты [428].

Для обогащения ржано-пшеничных хлебобулочных изделий функциональными компонентами (минеральные вещества, пищевые волокна, полноценные белки и полиненасыщенные жирные кислоты) предлагается использование эструдатов пшеницы и льна [173].

Обогащение ржано-пшеничных хлебобулочных изделий скваленом, а также получение продукта с новыми органолептическими свойствами предложено применение продуктов размола амаранта: муки [301] и отрубей [427].

Свежее и высушенное растительное сырье (плоды, ягоды, фрукты, овощи, корнеплоды и клубнеплоды и др.), являются перспективным компонентом рецептур пищевых продуктов, в том числе массового производства, такого, как ржано-пшеничные хлебобулочные изделия. В них содержится высокое количество биологически активных веществ, таких как антоцианы, лейкоцианы, катехины, рутин и другие, обладающие детоксилирующим, противоопухолевым, противовоспалительным действием и антимикробным влиянием. В них содержатся растворимые и нерастворимые пищевые волокна, макро- и микроэлементы, витамины. Растительное сырье является высоким источником органических кислот, таких, как L-аскорбиновая, янтарная и другие кислоты, оказывающие положительное влияние на обмен веществ человеческого организма.

Определено, что использование в составе ржано-пшеничного хлеба композиции ламинарии с пюре моркови и тыквы или яблочного пектина позволяет, кроме йода увеличить в готовых изделиях содержание витамина С,  $\beta$ -каротина, клетчатки и водорастворимых волокон, что позволяет отнести разработанные изделия к функциональным [207].

С целью обогащения ржано-пшеничных хлебобулочных изделий минеральными, ароматическими, азотистыми, пектиновыми веществами, витаминами и органическими кислотами были использованы плодово-ягодные порошки рябины обыкновенной, рябины черноплодной, шиповника и клюквы. Определено, что внесения 5 % любого из порошков позволяет

увеличить пористость хлебобулочных изделий на 3 % - 4 % и улучшить органолептические показатели [47].

Установлено, что обогащение хлеба ржано-пшеничного витаминами, такими как В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР, и витамином С возможно путем применения порошков земляники садовой, малины, красной смородины в дозировке по 5 % каждого порошка. При суточном употреблении разработанного хлебобулочного изделия в количестве 300 г он удовлетворяет потребность более 15 % от суточной нормы по магнию, фосфору и пищевым волокнам, что показывает его функциональные свойства [398].

Для обогащения ржано-пшеничных хлебобулочных изделий антиоксидантами рекомендовано введение в состав заквасок для ржано-пшеничного хлеба порошка перца сладкого, земляники садовой, рябины обыкновенной. Определено, что инновационное приготовление заквасок с использованием порошков позволяет получать конечный продукт функционального назначения [258].

Для обогащения ржано-пшеничного хлеба макро- и микронутриентами определены оптимальные дозировки порошков моркови, тыквы, апельсина и сиропа черной смородины, позволяющие получить готовый продукт с высокими органолептическими показателями, обладающий антиоксидантными свойствами [305]. Эти же авторы предлагают внесение в ржано-пшеничный хлеб порошки винограда, яблока, апельсина и лимона [323].

Определено влияние порошков яблока, лимона и свеклы на перевариваемость и сроки сохранения свежести ржано-пшеничных хлебобулочных изделий, приготовленных на густой закваске. Наилучшей переваримостью обладает образец с добавлением порошка яблока. Внесение всех видов порошков замедляет процесс черствения ржано-пшеничных хлебобулочных изделий по сравнению с контрольным образцом [463].

Повышение содержания пектина, клетчатки, β-каротина и антиоксидантной активности ржано-пшеничного хлеба возможно за счет введения в его рецептуру порошков тыквы и моркови. Исследованиями

влияния порошка тыквы на качество хлебобулочных изделий занимались также зарубежные исследователи [498]. Повышение антиоксидатной активности ржано-пшеничного хлеба предлагается путем использования водного экстракта сбора успокоительных трав взамен воды по рецептуре [141].

На кафедре «Технология переработки сельскохозяйственной продукции» Новгородского государственного университета имени Ярослава Мудрого разработана технологическая схема производства ржано-пшеничного хлеба, обогащенного CO<sub>2</sub>-экстрактом розмарина [174]. Также разработан ассортимент ржано-пшеничного хлеба со свежими ягодами клюквы, брусники, черной смородины [141], ассортимент хлеба с курагой и грецким орехом, черносливом и грецким орехом, изюмом и семенами подсолнечника [397]. Изделия обогащены клетчаткой, витаминами, минеральными веществами, без химических консервантов и усилителей вкуса. Разработки прошли апробацию в условиях предприятия ОАО «Новгородхлеб».

В Белгородском университете кооперации, экономики и права исследовано разработаны ржано-пшеничные хлебобулочные изделия с добавлением порошков свеклы, кабачка, тыквы, моркови, вишни, яблок. Определено, что дозировка указанных порошков не должны превышать 5 % от массы муки [22].

Исследовано влияние порошков яблок и крапивы на технологические свойства муки и качество готового ржано-пшеничного хлеба. Установлено, что наилучшие качественные показатели хлеба, возможно получить при внесении не более 5 % порошка яблок и не более 0,5 % порошка крапивы [426].

Разработана рецептура ржано-пшеничного хлеба с измельченными плодами жимолости. Исследован состав ягод жимолости. Определено, что содержание пектиновых веществ составляет 1,12 % - 1,45 %, титруемых кислот 1,12 % - 3,52%. Витамины и минеральные вещества (мг/100г): С – 6-299, А – 0,15-0,3, В<sub>2</sub> – 25-38, В<sub>9</sub> – 72-102, К – 73, Mg – 21,7, З – 35,7, Са –



19,3, Fe – 0,816. Плоды жимолости предварительно измельчали на миксере и вносили на стадии приготовления теста. Определено, что наиболее высокими потребительскими свойствами обладали ржано-пшеничные хлебобулочные изделия с 2 % - 3 % измельченных ягод жимолости от общей массы муки [150].

Для расширения ассортимента ржано-пшеничных хлебобулочных изделий функционального назначения предложено использование местного растительного сырья, содержащего природные антиоксиданты и вещества, обладающие антимикробным действием – порошки яблок, капусты брокколи, цветной капусты, мяты перечной [52].

Предложено для улучшения химического состава и потребительских свойств ржано-пшеничного хлеба применение пюре из якона [92].

Показана целесообразность обогащения ржано-пшеничного хлеба белком за счет использования нового малоисследованного сырья – порошка щавната в качестве рецептурного ингредиента. Показано положительное влияние данного компонента на формирование реологических свойств ржано-пшеничного теста и качества готового хлеба [66].

Повышение пищевой ценности ржано-пшеничных хлебобулочных изделий предлагается путем использования грибного порошка из шампиньонов и вешенок [63].

Исследованы противоопухолевые свойства ржано-пшеничного хлеба с добавлением мелкодисперсного (измельченного до наночастиц) корневищ куркумы, иммобилизованного на полисахаридном носителе из древесины лиственницы сибирской. На исследованиях *in vivo* определено, что в результате кормления подопытных животных хлебом с модифицированным порошком корней куркумы происходит уменьшение роста очагов и опухолевой массы в мышечной ткани [316].

Проведены исследования *in vivo* по влиянию ржано-пшеничного хлеба с внесением арабиногалактана. Установлено, что добавление 2 % арабиногалактана в рецептуру хлеба способствует снижению содержания сахара в модели сахарного диабета, повышается иммуномодулирующая

активность на фоне депрессии, вызванной азатиоприном, в сыворотке крови снижается уровень холестерина и липопротеидов низкой плотности. Это позволяет рекомендовать данное хлебобулочное изделие для больных сахарным диабетом, заболеваниями почек, печени, часто болеющих простудными заболеваниями [209].

Проводились исследования по разработке технологий и рецептур ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с использованием настойки чайного гриба вместо воды [106], внесения жира печени трески в сочетании с улучшителем восстановительного действия [229].

Для обогащения ржано-пшеничных хлебобулочных изделий комплексом биологически активных веществ используются готовые БАДы: «Лактусан», на основе лактулозы [48], «Панторин» – на основе пантов марала [218].

В последние годы наблюдается тенденция производства сухих мучных композитных смесей, имеющих в своем составе как традиционное сырье так и нетрадиционное сырье растительного и животного происхождения.

Для изменения органолептических свойств хлебобулочных изделий с ржаной мукой предлагаются различные импортные концентраты включающие смесь семян, продуктов переработки крупяных культур, отрубей и улучшающих добавок (сухая клейковина, эмульгаторы, ферменты, антислеживающие агенты, консерванты). Комбинирование широкого ассортимента различных растительных культур (семена льна, кунжута, люпин, отруби, расторопша, гречневая, овсяная крупа и хлопья, различные виды муки – соевая, кукурузная, пшеничная и т.п.) позволяет получать хлебобулочные изделия с различным составом и свойствами. [86, 128, 151, 226, 245, 246, 365, 479, 406]. Из российских разработчиков продукцию аналогичной направленности предлагают в Санкт-Петербургском филиале ГосНИИХП [337].

Таким образом, для повышения качества и пищевой ценности ржано-пшеничных хлебобулочных изделий применяют различные виды зерновых и крупяных культур, семена масличных культур, экструдаты растительного

сырья, вторичное сырье пищевых производств (жмыхи, шроты, пивные дрожжи), а также готовые БАДы. Предлагаемые компоненты с высокой пищевой и биологической ценностью дополнительно вносятся при замесе полуфабрикатов – закваски и теста, это затрудняет их внедрение, так как большинство предложенного сырья производится региональными предприятиями, имеет низкие сроки хранения, а также должно быть закуплено дополнительно производителем хлебобулочных изделий. Такая проблема решена ведущими зарубежными фирмами по производству добавок для хлебопечения: «Пуратос», «Бакальдрин», «ИРЕКС» и др. предлагающими широкий ассортимент готовых композитных смесей для ржано-пшеничного хлеба. Состав смесей довольно близок и включает солод, закваски, улучшители, пшеничную муку, глютен, молочную сыворотку, семена масличных культур. Как правило, готовые композитные смеси предлагаются для ускоренного приготовления на подкислителях. Подкисляющий агент для такого хлеба либо входит в состав смеси, либо предлагается, как отдельная добавка. Из российских разработчиков, готовых предложить смеси для хлебопечения можно отметить ГосНИИХП и ВНИИЗ. Наряду с достоинствами предлагаемых композитных смесей для ржано-пшеничного хлеба – сокращение технологического процесса, широкий ассортимент и разнообразие применяемого сырья, они обладают такими недостатками, как необходимость применения для производства улучшителей, а также низкое содержание ржаной муки в составе, то есть конечные продукты являются больше пшеничными, чем ржаными.

Общим недостатком применения нетрадиционного сырья и пищевых добавок при разработке рецептур и технологий для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий является то, что учитывается в основном органолептическая совместимость компонентов, определяются оптимальные дозировки и далее рассчитывается пищевая ценность продукта. При этом, на стадии создания таких рецептур, чаще всего не учитываются основные принципы пищевой комбинаторики: соотношение незаменимых аминокислот, белков, жиров и углеводов, минеральных веществ, а также

технофункциональные свойства компонентов, что вызывает необходимость использования улучшителей.

Указанные недостатки показывают актуальность задачи разработки формализованного метода оптимизации поликомпонентных смесей для ржано-пшеничного хлеба путем моделирования технологической и нутриентной адекватности ее компонентов с учетом их парциальных качеств и физико-химического взаимодействия с основным сырьевым ингредиентом – мукой.

### **1.5 Анализ состояния проблемы, связанной с моделированием состава многокомпонентных пищевых продуктов**

Направление, связанное с решением задач по моделированию состава многокомпонентных пищевых продуктов позволяющих достичь рационального использования сырья при одновременном получении продукта с заданными характеристиками, является актуальным. На данном этапе развития рецептурной оптимизации продукции функционального назначения современным инструментарием комплексной оптимизации ее свойств является имитационное моделирование с применением математического аппарата [18].

Современная пищевая промышленность имеет возможность использовать широчайший ассортимент сырьевых ингредиентов, обладающих разнообразнейшими свойствами, как органолептическими, так и физико-химическими и функциональными.

Для упрощения автоматизации проектирования данные свойства должны быть систематизированы и формализованы. Автоматизированный расчет рецептур позволит гибко реагировать на изменяющиеся потребительские предпочтения с учетом поправок на переменные свойства сырьевых ингредиентов, а так же оптимизирует и упростит создание функциональной продукции с заданными показателями пищевой адекватности.

Оптимизированное решение поставленных задач возможно путем их формализации с помощью аналитического представления функциональных зависимостей в виде математических моделей связи свойств сырьевых компонентов (технологических, экономических и др.) с качеством конечного продукта в виде целевой функции, учитывающей ограничения исходящие из целевого назначения продукта [251].

Исследования российских и зарубежных ученых, показывают, что состав функциональной продукции, в том числе хлебопекарной формируется различными видами нетрадиционного сырья: вторичных сырьевых ресурсов (продуктов переработки зерна, плодов и овощей, круп), различных крупяных культур (гречихи, проса, овса, ячменя и т.п.), а так же внесением препаратов витаминов, минеральных веществ, высушенных порошков плодовоовощной продукции и др.

В настоящее время в технической литературе все более частое применение находит термин «проектирование» или «конструирование» продуктов питания. Под данным понятием понимается разработка рациональных композиционных рецептурных составов пищевых продуктов в соответствующих потребительским предпочтениям и обеспечивающих заданное значение содержания минорных компонентов пищи и энергии [7, 435].

Данное направление исследований, находящееся на стадии развития позволяет создавать рецептурные составы с учетом заданных количественных и качественных свойств, входящих в них ингредиентов. При этом, реестр, учитываемых свойств постоянно увеличиваясь, включает, как качественные показатели в соответствии с требованиями потребителя, так и технологические, экономические, микробиологические и др.

Приоритетным направлением конструирования пищевых продуктов многокомпонентного состава является оптимизация количественного и качественного состава рецептуры новой функциональной пищевой продукции для категорий населения с учетом пола, возраста, вида трудовой деятельности и географического проживания [317].

Проектирование модельных композиций для продукции повышенной пищевой ценности предложено на основе многопланового комплексного подхода состоящего из комплекса взаимообусловленных аспектов, учитывающих химический, свойства и экономические параметры сырьевых ресурсов (рисунок 1.4) [377].

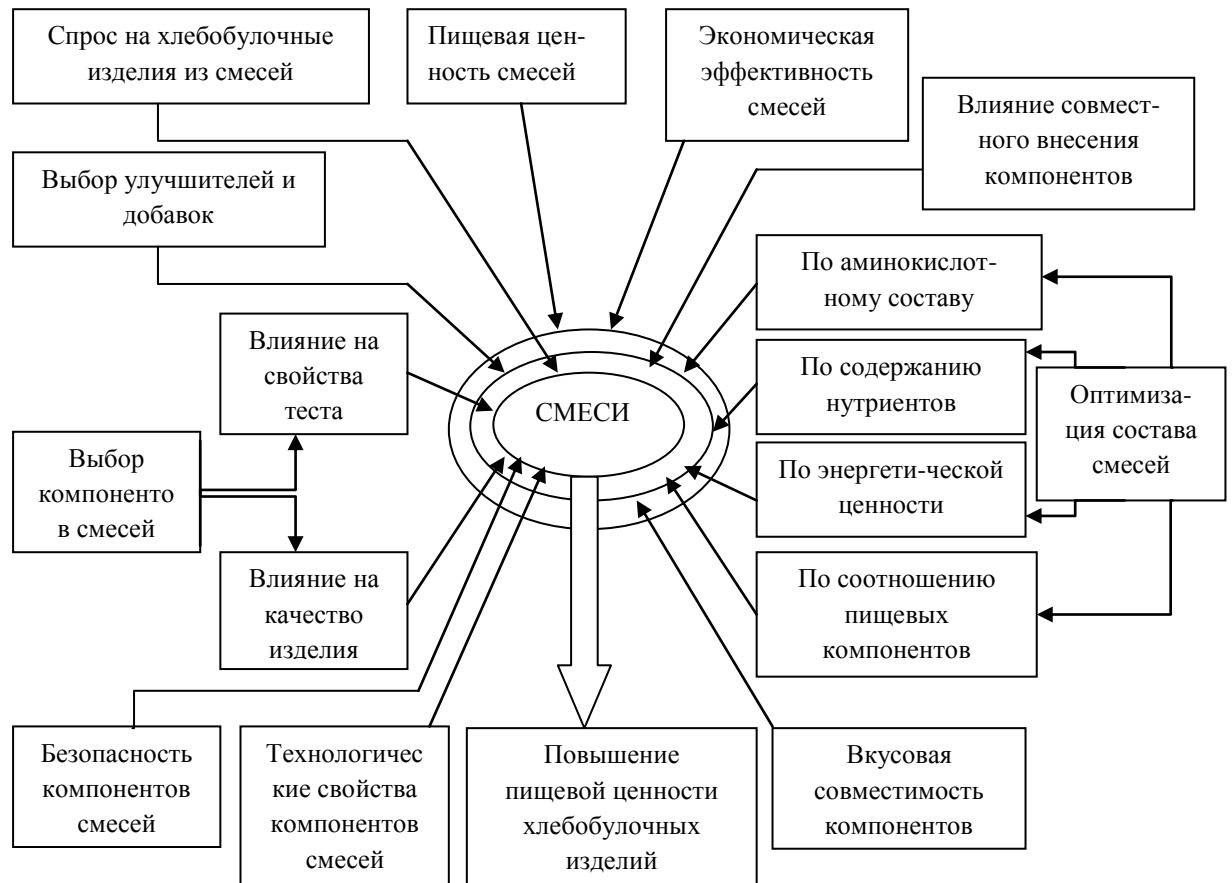


Рисунок 1.4 – Комплексный подход к моделированию композиций для продукции повышенной пищевой ценности

Этапы разработки модельных композиций пищевых ингредиентов на основе комплексного подхода включают:

1. подбор сырьевых компонентов с учетом их пищевой безопасности и свойств, обеспечивающих функциональную направленность;
2. изучение влияния рецептурных ингредиентов на технологические свойства полуфабрикатов и качественные показатели конечного продукта. Здесь же, в зависимости от заданных свойств целевого продукта,

производится подбор сырьевого состава оптимизирующего критерии пищевой ценности смесей функционального назначения и продукции, изготовленной с их использованием. При этом критериальными значениями качества предполагается аминокислотный состав, количество и соотношение макро- и микроэлементов, соотношение основных пищевых компонентов, а так же снижение или увеличение энергетической ценности;

3. разрабатывается технология производства пищевых продуктов на основе спроектированных модельных композиций для функционального питания. Производится корректировка отрицательного влияния новых видов функциональных рецептурных компонентов на физико-химические и органолептические показатели конечного продукта путем использования различных улучшителей, технологических приемов и добавок. Это является завершающим этапом разработки перед выпуском опытно-промышленной партии композиционных смесей для хлебобулочных и кондитерских изделий функционального назначения.

Недостатком указанного подхода является отсутствие в схеме методики автоматизированного расчета рецептур.

Предложена методика разработки мучных хлебопекарных смесей для функциональной продукции хлебопечения с применением математического моделирования. В качестве критериев оптимизации были приняты биологическая ценность, гликемический индекс [376] и показатель сопоставимой избыточности аминокислот [157]. В использованной математической модели для оптимизации не учтены технологические свойства рецептурных компонентов функционального назначения, что сделало необходимым применение улучшителей и корректирующих добавок для нивелирования низкого технологического достоинства разработанных составов.

Предложена методика проектирования функциональной продукции, в том числе, с пониженным гликемическим индексом с использованием дескрипторно-профильного метода. Суть метода заключается в сравнительной оценке дескрипторов из органолептических показателей

продукта функционального назначения и, так называемого, «идеального» продукта, созданного на основании аналитической оценки предпочтений потребителя к такому виду продукта.. На рис. 1.5 представлена схема разработки функционального продукта с применением дескрипторно-профильного метода [422].



Рисунок 1.5 – Схема разработки функционального продукта с применением дескрипторно-профильного метода

На первом этапе прогнозируется востребованность создаваемого продукта-новинки, а так же выбирается целевая аудитория потребителей. Данный этап осуществляется с помощью маркетинговых исследований. На втором этапе производится выявление конкурирующих продуктов, сравнение их между собой, при этом учитываются сенсорные характеристики, но и социально-эргономические показатели, а также эстетическое восприятие. На третьем этапе строится дескрипторная панель с учетом их значимости. Далее выстраивается графический «портрет» профиля идеального конкурентоспособного продукта, в наибольшей степени отвечающего



потребительским предпочтениям. Полученный портрет является эталоном для нового функционального продукта. Проектирование вариантов рецептур осуществляется путем подбора вариантов состава рецептурных компонентов с использованием дегустационного анализа.

Преимуществом разработанной методики является создание продукции, востребованной потребителями, наглядное определение качественных показателей в количественных характеристиках, коррекция нежелательных оттенков и привкусов вводимых функциональных добавок и экономия на маркетинговых исследованиях производителя при разработке нового ассортимента изделий за счет своевременного учета потребительских предпочтений на стадии разработки рецептурного состава. Проведенные исследования позволили разработать программу ЭВМ для подбора биопротектора органолептически совместимого с обогащаемым продуктом [294].

Недостатком данного метода является то, что его затруднительно применить для разработки композиционных смесей с большим количеством вносимых функциональных добавок, не учтена нутриентная сбалансированность компонентов (биологическая ценность, минеральный состав).

Как видно из вышеприведенных данных, сложность задачи расчета рецептур пищевых продуктов наиболее целесообразно путем использования современных компьютерных технологий.

Создание математической модели для проектирования состава рецептурной смеси пищевого продукта включает следующие этапы: определение (выбор) вида проектируемого продукта, целеполагание исследования, выбор критерия оптимизации, определение ограничений и формализация математической постановки задачи (рисунок 1.6) [90].

При выборе объекта проектируемого продукта необходимо учитывать особенности различных групп изделий, их ингредиентный «базовый» состав.

При определении цели модификации пищевого продукта необходимо четко и однозначно сформулировать цель, от которой будет зависеть содержание и вид модели, а также алгоритм работы.

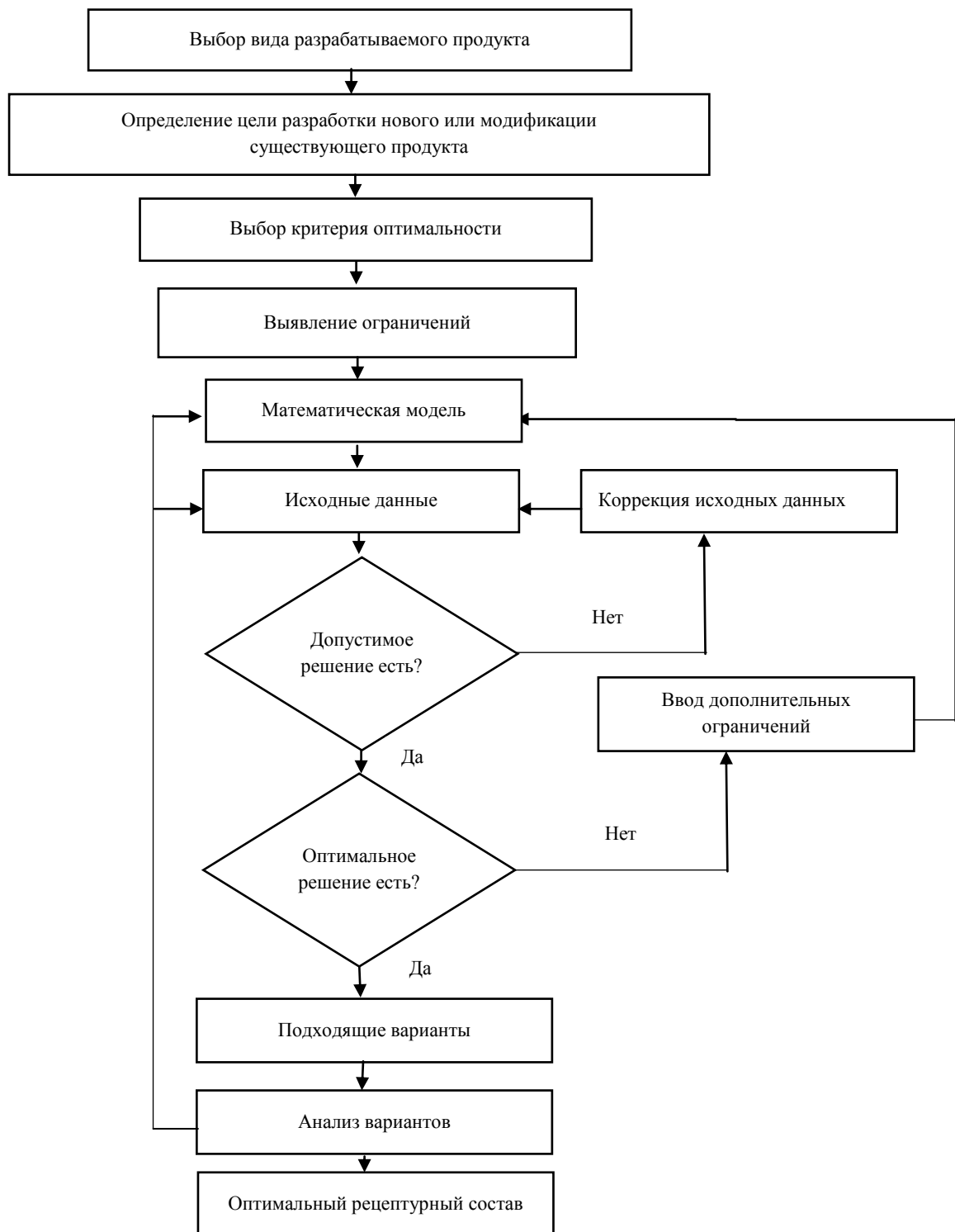


Рисунок 1.6 – Алгоритм построения модели для проектирования продукта

Критерий оптимизации определяется поставленной целью исследований, он может быть, как технологическим, так и квалиметрическим, функциональным и др. с которым будут сравниваться возможные вариации проектирования. Критерий может иметь заданную размерность, а также в зависимости от поставленной цели их может быть несколько. В этом случае необходимо задать требование к сочетанию критериев, т.е. осуществить многокритериальную оптимизацию

Обычно применение математического аппарата требует введения определенных ограничений, зависящих, как от особенностей проектируемого объекта, так и от установленных требований проектирования.

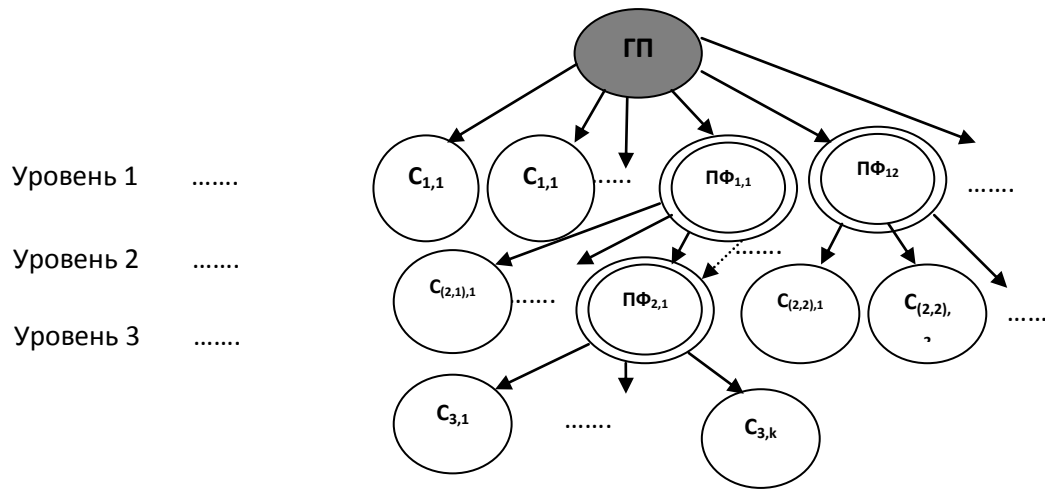
Включение в модель большого количества ограничений нецелесообразно, так как это осложняет вычисления и может сократить проектируемую область и уменьшить количество решений. Недостаточное количество ограничений может снизить пригодность модели, а также привести к получению неудовлетворительных решений. Уточнение количества ограничений производится в процессе решения задачи.

Для математической формализации при проектировании продуктов применимы аналитические и экспериментальные модели, в том числе полученные на основании математического планирования эксперимента.

Предложена методология проектирования пищевых продуктов целевого назначения – для геродиетического питания, основанная на комплексной квалиметрической модели расчета путем сведения единичных параметров в одно безразмерное значение.. Однако, использование данной методологии имеет недостаток, присущий объединению различных критериев в один – полученное решение не является стабильным и обусловлено эмпирическими свойствами факторов [423].

Методология проектирования состава многокомпонентных рецептурных составов предложенная в работе [317] предполагает использование объектно-ориентированного подхода. Особенностью данной методологии создания рецептурных составов является иерархическое представление проектирования продукта (рисунок 1.7).

Структура иерархии представляет собой граф в котором вершины обозначают готовый продукт, сырье и полуфабрикаты, каждый уровень – стадия производства.



ГП – готовый продукт; С – сырье; ПФ - полуфабрикат

Рисунок 1.7 – Вид структуры составления рецептуры продукта в виде иерархии

Основным преимуществом объектно-ориентированного подхода является возможность применения в алгоритме новых формул для расчета, учитывающих, как введение новых ингредиентов, так и технологические изменения, связанные с корректировкой процесса и даже техническим перевооружением линий. В качестве ограничений в алгоритме является интервал допуска производственных потерь, заданные качественные характеристики продукта, его себестоимость. При этом процесс создания комбинированных продуктов питания в соответствии с целями оптимизации предполагает достижение заданных параметров пищевой адекватности. Моделирование рецептурных составов в оптимизационных задачах стремятся сделать, как можно проще, стараясь свести их к комплексному единичному показателю. Объектно-ориентированный подход к расчету составов позволит произвести решение задач связанных с многокритериальной оптимизацией.

Разработана методология оптимизации состава поликомпонентных смесей для пищевых продуктов основанная на построении математической модели в которой учтено технологическое, физико-химическое воздействие на ключевой компонент рецептуры всех составляющих и каждого в отдельности ингредиента [332].

В соответствии с предложенной методологией на первом этапе заключается в подборе ингредиентного состава на основе данных о входном анализе ингредиентов по физико-химическим, технологическим и органолептическим показателям. Для этого используется аналитическая модель вида:

$$F_k = F_{k0} \left( 1 + \sum_i (u_i) M_i \sum_i \sum_l (u_i u_l) M_i M_l \right) \quad (1.1)$$

где  $F_{k0}$  - показатели составной смеси без учета взаимодействия рецептурных ингредиентов;

$u_i, u_l$  - усредненные по объему показатели значений потенциальной энергии рецептурных ингредиентов;

$M_i, M_l$  – массовые доли  $i$ -го (ключевого) рецептурного ингредиента и  $l$ -го (дополнительного) ингредиента.

На этом же этапе с учетом параметров вышеуказанной модели производят подбор рецептуры смеси с заданными показателями качества и осуществляют промежуточные контрольные исследования конечного продукта по органолептической пригодности потребительских свойств.

На втором этапе разработки производится анализ свойств рецептурной смеси. При этом, выделяется ключевой компонент рецептуры, формирующий показатели качества конечного продукта и влияние дополнительных рецептурных ингредиентов на его свойства.

Данные эмпирических исследований ключевого и дополнительных рецептурных ингредиентов в различных сочетаниях используются для расчета коэффициентов модели. Расчет производится с помощью инструмента «Поиск решения встроенного в пакет офиса Microsoft Excel.

Данные расчета коэффициентов вводятся в компьютерную программу MIX на платформе среды Delphi, которая позволяет рассчитать оптимальный рецептурный состав. Интерфейс программы позволяет произвести ввод эмпирических значений качественных показателей каждого рецептурного ингредиента и их смеси. Далее программа производит минимизацию термодинамической поправки методом наименьших квадратов и рассчитывает оптимальный ингредиентный состав рецептуры. Полученные эмпирические данные позволили создать компьютерную базу данных технофункциональных свойств ингредиентов [332].

Недостатком данной методики оптимизации рецептур является проведение громоздких экспериментов для получения массива данных и сложных промежуточных расчетов.

Предложена методология, основанная на экспериментальном статистическом построении на выделении доминирующего компонента с последующей оптимизацией его свойств [189].

Наибольшее распространение данный прием компьютерного проектирования нашел в аналитической оптимизации белковой составляющей рецептурной смеси, при этом критерием расчета является количественное содержание незаменимых аминокислот. Компьютерные расчеты позволяют получить полные полиномы на основании которых строятся поверхности отклика, показывающие комбинации химического состава составляющих рецептуры. Выбор окончательного варианта поликомпонентной смеси производится на основе графической интерпретации полученных поверхностей отклика [217].

Недостатком данного метода является возможность варьирования небольшого диапазона параметров, а также большая погрешность при перенесении лабораторных исследований в промышленные масштабы обусловленная отсутствием в качестве критерия оптимизации технологически формирующего параметра. Однако для получения данных для «первого приближения» методика дает хорошие результаты, особенно для малоизученных областей исследования.

Широкое распространение имеет использование для произведения расчетных вычислений, связанных с оптимизацией состава продуктов питания является Microsoft Excel. Данный табличный процессор является наиболее распространенным в мире приложением, позволяющим производить решение различных математических задач, в том числе оптимизационных, связанных с расчетом рецептов [91]. Однако, как все «универсальные» программы MS Excel имеет такие недостатки, как невозможность автоматизированного ввода данных, гибкого изменения каких-то входных параметров, а также получения решений с заданным уровнем приближения.

Для этих целей более эффективным, но и требующим специальных знаний являются программы MathCad, MathLab.

В настоящее время на рынке программных продуктов предложены расчетные модули для автоматизированного управления производством пищевой продукции, а также для различных целевых расчетов.

И.А. Бугаец с сотрудниками разработаны программы «Разработка рецептов композиций из растительного сырья» и «Подбор оптимального состава пищевых продуктов на плодоовощной основе» [345, 346].

Программы для разработки рецептов продукции общественного питания предложены компанией «Эксперт Софт»: «Технолог-кулинар», «Технолог-кондитер», «Технолог-хлебопек» [307].

Н.Г. Колесниковой с сотрудниками предложена программа ШкоОтиПит [344] для оптимизации рационов школьного питания путем включения блюд из бобовых. Недостатком программы является отсутствие количество расчетных модулей для введения в рацион детей функциональной продукции с другим функциональным сырьем.

Торговой маркой R-Keereg предложена линейка программных продуктов для автоматизации документооборота ресторанов – учета расхода продуктов в соответствии с технико-технологическими картами, сбалансированного меню и др. [307].

Для разработки рационов питания детей в дошкольных учреждениях предлагаются программы «Вижн-Софт: Питание в детском саду» и «АВЕРС: расчет меню питания». В расчетный модуль программы включены справочники химического состава, сборник технологических инструкции для приготовления блюд, что позволяет рассчитать рацион на десять дней и требуемое количество продуктов [307]

Автоматизированную подготовку технологической документации, а также составление технико-технологических карт на продукцию общественного питания с учетом потерь, пищевой и энергетической ценности позволяет использование программ «Шеф Эксперт» и «МультиМит Эксперт» [307].

А.А. Запорожским, В.А. Запорожским разработана программа Generic 2.0 предназначенная для оптимизированного расчета рецептур продуктов питания из растительного и животного сырья функционального назначения [358].

А.А. Борисенко предложено программное обеспечение «Etalon» [343] для автоматизированного расчета функциональных рационов питания целевого назначения с учетом особенностей здоровья, возраста, пола, физических нагрузок.

Разработана программа проектирования пищевых продуктов [353], предназначенная для оптимизации жирнокислотного состава поликомпонентных пищевых систем, компоненты которых содержат полиненасыщенные жирные кислоты.

Программа автоматизированного расчета рецептурного состава для восполнения индивидуальных потребностей организма в витаминах и минеральных веществах [354] позволяет по данным об уровнях витаминов, минералов (МЭ, мкг/мл) в сыворотке крови рассчитать отклонение от физиологической нормы. С помощью оригинальной методики зависимостей среднего превышения концентраций МЭ (до и после приема пищевых продуктов) от дозировки МЭ (мг/кг МТ) вычислить необходимую доза МЭ, при которой их концентрация восстанавливается. Из набора пищевых



продуктов выбирается соответствующее количество наименований, контролируемое программой, производится расчет состава индивидуального комплексного продукта. Возможен автоматический перебор сочетаний из выбранных продуктов при различном количестве требующих восполнения МЭ. В результате находится состав продукта с необходимым содержанием МЭ. Программа автоматизированного расчета не учитывает ограничений в дозировке рецептурных компонентов состава, что имеет недостаток аналогичный предыдущей программе – невозможность обеспечения качества конечного спроектированного продукта.

Программа расчета химического состава продуктов для организации питания в общеобразовательных учреждениях [347] применима для проведения расчетов калорийности и пищевой ценности блюд и продуктов для школьников. Недостатком программы является отсутствие потенциала оптимизации рациона школьников по пищевой адекватности.

Программа для оценки энергетической и пищевой ценности рациона питания населения [350] позволяет рассчитать химический состав рациона по показателям количества основных пищевых веществ (белково-жировой и углеводной составляющей), витаминов, по количественному составу холестерина, крахмала и моносахаридов. В программе не предусмотрен модуль оптимизации состава рациона питания по показателям биологической и минеральной ценности, а так же функциональной направленности.

Программа сбора и аналитического использования данных о химическом составе российских продуктов питания [348] делает возможным расчет содержания основных пищевых веществ и микронутриентов (витаминов, минеральных веществ) в заданном количестве пищи, а также осуществлять поиск и подбор продуктового набора в соответствии с определенным критерием пищевой адекватности. Недостатком программы является то, что она носит только справочный характер, не позволяя оптимизировать количественный и качественный состав продуктов.

Г.И. Касьяновым с сотрудниками разработана программа для определения белковой ценности продуктов и поликомпонентных систем из

сырья животного и растительного происхождения [351], позволяющая рассчитать их аминокислотный состав и биологическую ценность. К недостаткам программы можно отнести возможность расчета только одного показателя – биологической ценности, отсутствие расчетного модуля для проведения оптимизации состава поликомпонентной смеси по другим показателям пищевой адекватности и актуальным потребителским свойствам.

М.С. Куракиным, П.А. Некрасовым предложена программа для общественного питания [349] позволяет рассчитывать рационы питания на любой день месяца, состоящие из 4-х приемов пищи (завтрак, обед, ужин, доп. прием). Рацион создается из имеющихся в программе продуктов с учетом массовой составляющей каждого из них. Реализована наглядность выходной информации о количественном химическом составе рациона и его процентном соотношении к нормам физиологических потребностей в пищевых веществах и энергии для различных групп населения. Недостатком является справочный характер программы, отсутствие возможности оптимизации химического состава проектируемых рационов пищевых продуктов.

М.А. Никитина с сотрудниками разработала программу «Конструктор рецептов» [356] для расчета оптимизированного рациона на основе продуктов со свободным выбором ингредиентов в своем составе. Недостатком данного программного обеспечения является отсутствие гарантии получения органолептически приемлемого продукта из выбранного программой набора продуктов. Этими же авторами разработана программа [355] для расчета пищевой ценности продуктов питания в том числе витаминно-минерального и аминокислотного. Недостатком программы невозможность оптимизации потребительского качества конечного продукта.

Программный продукт для оценки состава и расчета пищевой и ценности и калорийности блюд, изделий и напитков, приготовленных по конкретному рецепту [357] позволяет произвести расчет массового выхода

готового блюда по выбранному в рецептуре количеству закладки сырьевых ингредиентов с учетом потерь массы в ходе холодной и тепловой обработок. Расчет калорийности и пищевой ценности рецептурного состава блюда проводится с учетом степени потерь содержания нутриентов и витаминов при кулинарной обработке, в том числе и с учетом последовательности технологической обработки. Программа рекомендуется к использованию при проведении индивидуального консультирования по вопросам оздоровления характера питания в кабинетах и отделениях медицинской профилактики в качестве методической помощи медицинскому специалисту. Программа применима в отраслях, связанных с медициной и профилактикой заболеваний, в клинико-эпидемиологических исследованиях, в сфере общественного питания и в образовательном процессе при обучении специалистов соответствующего профиля. Недостатком программы является невозможность расчета оптимизированного состава питания.

Программа для расчета энергетической и пищевой ценности блюд и продуктов питания, входящих в рацион больных с различными стадиями заболевания туберкулезом легких [352] позволяет оценить химический состав пищевого рациона, произвести расчет суточной обеспеченности важнейшими пищевыми веществами больных туберкулезом легких с учетом стадии заболевания. Программа рекомендована для организации питания специалистами, осуществляющими контроль за питанием больных туберкулезом легких в медицинских учреждениях. Программированный расчет обеспечивает выполнение следующих функций: формирование рациона питания в медицинских учреждениях, специализирующихся на лечении больных туберкулезом легких; расчет химического состава продуктов, входящих в сформированный пользователем рацион; сравнение расчетных значений основных пищевых веществ с суточной нормой (в зависимости от принадлежности к четырем возрастным категориям, полу и стадии заболевания); возможность экспортирования полученных данных и вывода на печать результата расчетов. Недостатком программы является отсутствие возможности расчета оптимизированного состава питания.

Общим недостатком существующих методов программированного расчета с помощью ЭВМ является отсутствие модулей оптимизации рецептурного состава, по совокупности основных критериев пищевой ценности и технологических свойств рецептурных ингредиентов. Кроме того, такой подход не оценивает потребительских свойств изделия, что не позволяет говорить о возможности его полноценного запуска в промышленных масштабах. Внедрение специализированных программ автоматизированного управления технологическими процессами производства пищевых продуктов влечет за собой высокие затраты на их покупку. Кроме того, внедрение их на промышленных предприятиях влечет за собой продвинутый уровень подготовки обслуживающего персонала, характерна высокая зависимость от офисного программного обеспечения и привязка к ограниченному количеству конкретной продовольственной продукции.

Таким образом, анализ данных существующих методов рецептурной оптимизации при проектировании функциональных пищевых продуктов повышенной пищевой и биологической ценности позволяет увидеть общую тенденцию формализации задачи оптимизации по одному базовому критерию с последующим наложением ограничений на него. Оптимизация рецептур пищевых продуктов в соответствии со всеми требованиями пищевой адекватности является сложной задачей. Сложность обусловлена многокритериальностью, связанной с учетом большого количества ограничений и оптимизацией по различным параметрам. Многие способы оптимизации рецептур не учитывают качественную составляющую конечного продукта, а также технофункциональные показатели сырьевых компонентов и их возможное взаимовлияние на основной технологически формирующий компонент. При построении инновационной модели для определения оптимального состава поликомпонентной мучной смеси необходимо учесть эти недостатки. Расчетный модуль должен предусматривать возможность оптимизации сырьевого состава в зависимости от заданных целей: повышение биологической ценности, оптимизацию

содержания основных пищевых веществ (белков, жиров, углеводов) в соотношении благоприятном для усвоения, повышение содержания минеральных веществ и их оптимального соотношения для усвоения в зависимости от назначения продукта для конкретных возрастных групп и физиологической активности. При этом, потребительское качество продукта должно быть приемлемым, не ниже, чем у аналогов.

### **Заключение по главе 1**

Современный ритм жизни, промышленное развитие индустрии питания, ухудшение экологии сформировало общемировую проблему коррекции рациона питания человека. Научный подход к решению данной проблемы, учитывающий новые научные исследования в области физиологии пищеварения, биохимии пищи, микробиологии, возможен с учетом законов рационального питания.

Массовые сорта хлебобулочных изделий удовлетворяют потребность организма в энергии, но имеют высокую разбалансированность в соотношениях основных пищевых веществ – белков:жиров:углеводов, а также кальция:фосфора:магния, содержат низкое количество пищевых волокон и обладают недостаточной биологической ценностью. В этой связи, особую актуальность приобретает Концепция обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения путем развития функционального и специализированного хлебопечения в Российской Федерации до 2020 года (Хлеб - это здоровье). Несмотря на высокую значимость хлебобулочных изделий, как социального продукта питания в РФ, в последние десятилетия заметно значительное снижение его потребления, что может быть компенсировано созданием продукции с повышенной пищевой ценностью, в порции которого сбалансировано содержание основных пищевых веществ, минеральный состав, повышена биологическая ценность и концентрация полезных компонентов.

Это определило развитие мирового хлебопечения направленного на обогащение хлеба различными полезными веществами, придающими ему лечебные и профилактические свойства. При производстве хлебобулочных изделий с ржаной мукой применяются заквасочные технологии с использованием новых культур молочнокислых бактерий и дрожжей, а также сокращением технологического процесса путем использования различных подкисляющих смесей, в основном импортного производства: сухих заварок, заквасок и различных добавок, вносимых, как при приготовлении заварки, так и теста. Это показывает актуальность создания, с целью импортозамещения, собственных разработок сухих хлебопекарных полуфабрикатов (заварок) и подкислителей сбалансированного состава

Повышение качества и пищевой ценности ржано-пшеничных хлебобулочных изделий основано на применении зерновых и крупяных культур, семян масличных культур, экструдатов растительного сырья, вторичного сырья пищевых производств (жмыхов, шротов, пивных дрожжей), а также готовых БАДов. Общим недостатком применения нетрадиционного сырья и пищевых добавок при разработке рецептур и технологий для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий является то, что при их разработке на стадии составления рецептур чаще всего не учитываются основные принципы пищевой комбинаторики: соотношение незаменимых аминокислот, белков, жиров и углеводов, минеральных веществ, а также технофункциональные свойства компонентов, что вызывает необходимость использования улучшителей.

Рациональное соотношение пищевых ингредиентов в рецептурах хлебобулочных изделий, учитывающее основные принципы пищевой комбинаторики при одновременном получении конечного продукта с высокими потребительскими свойствами целесообразно применением математического аппарата, предполагающего использование информационных технологий для автоматизации данного процесса.

## ГЛАВА 2 ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 2.1 Организация работы и схема проведения эксперимента

Исследование технологических свойств сырья, его химического состава, физико-химических свойств полуфабрикатов, готовой продукции, показателей безопасности сырья и готовой продукции проводилось в лабораториях ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»: на кафедрах пищевых технологий и организации ресторанного дела, промышленной химии и биотехнологии; в производственных лабораториях предприятий ООО «Звягинского крахмального завода» (п. Звягинки), ОАО «Сахарного завода «Колпнянского», «Колпнянского хлебозавода» (п. Колпна), ООО мини-пекарни «Юность» (пгт Хомутово), ЗАО «Крахмал» (п. Шаблыкино), а также испытательных лабораториях БУЗ Орловской области «Детской поликлиники №1», АНО «ТРЦ «Комбикорм» (г. Воронеж), ФГНУ, Центра химической и сельскохозяйственной радиологии (г. Орёл), ФГБУ «Центральной научно-методической ветеринарной лаборатории», испытательного лабораторного центра ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Орловской области», инновационного научно-испытательного центра Орловского государственного аграрного университета. Порошки пищевые свекловичные, сахаросодержащие продукты из картофеля и сухие заварки из муки крупяных культур получали в условиях лабораторий кафедры технологии продуктов питания и организации ресторанного дела и производственных условиях на ЗАО «Сахарный комбинат «Колпнянский», ООО «Звягинский крахмальный завод», ЗАО «Крахмалопродукты».

Схема проведения экспериментов представлена на рисунке 2.1.

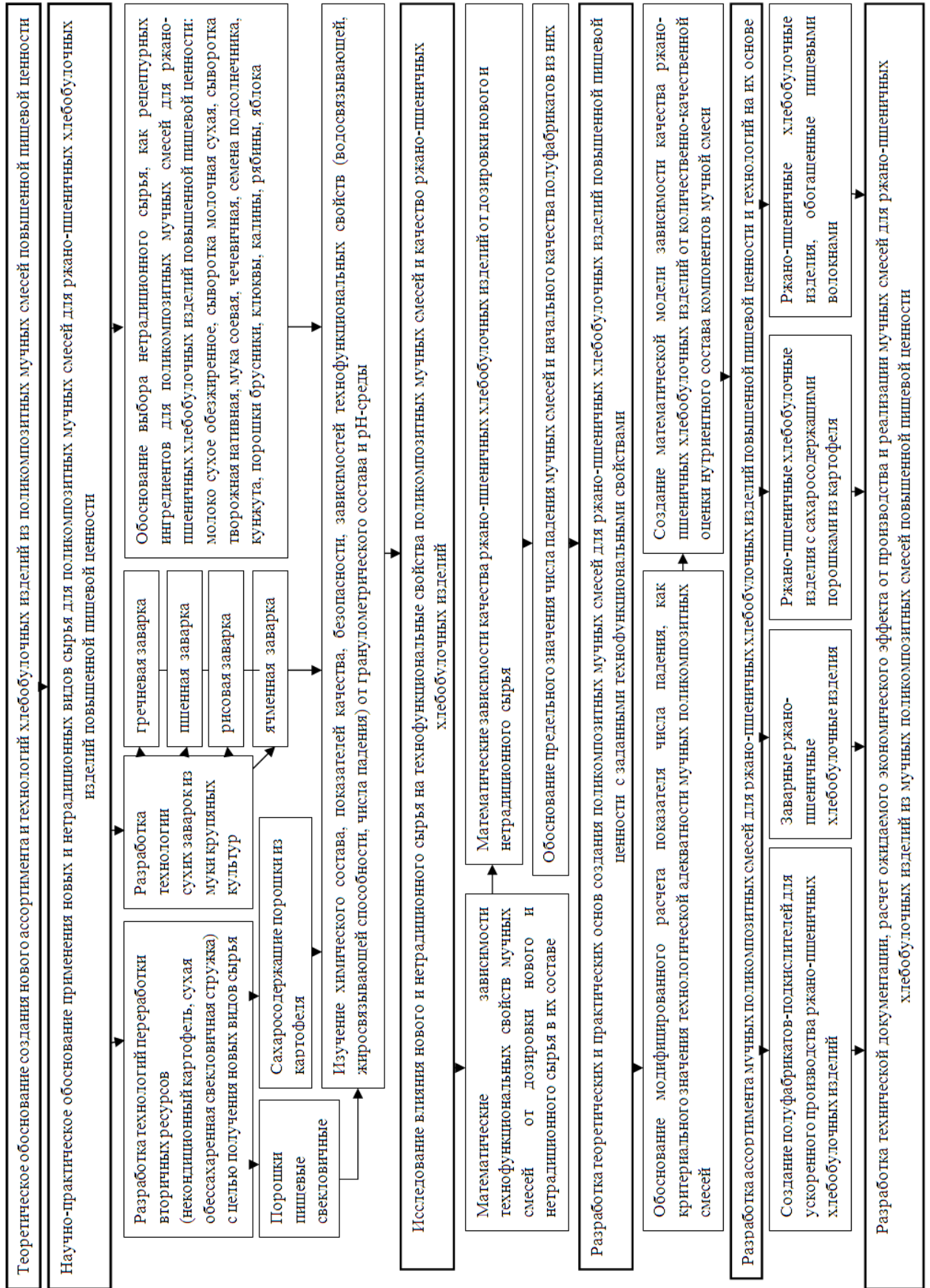


Рисунок 2.1 – Структурная схема исследований



## 2.2 Объекты исследования

Объектами исследований являлись: хлебопекарная мука – ржаная обдирная по ГОСТ Р 52809-2007, пшеничная I сорта по ГОСТ Р 52189-2003, сухая обессахаренная свекловичная стружка по ГОСТ Р 54901-2012, цельный картофель по ГОСТ Р 51808-2013, порошок калины, рябины, клюквы, брусники, яблока ТУ 10.39.25-003-69275064-2017, мука ячменная по ТУ 9293-007-00932169-96, мука рисовая по ТУ 9293-002-43175543-03, мука гречневая по ТУ 9293-005-00932169-96, мука пшеничная по ТУ 9293-006-00932169-96, мука соевая по ГОСТ 3898-56, мука чечевичная по ТУ 9293-009-89751414-10, кунжут по ГОСТ 12095-76, подсолнечник по ТУ 9729-233-01597945-05, молоко сухое обезжиренное по ГОСТ 33629-2015, сыворотка молочная сухая по ГОСТ 33958-2016, концентрат квасного суслу по ГОСТ 28538-90, заварки из муки ячменной, рисовой, гречневой, пшеничной, картофельная масса, полуфабрикаты из картофеля и сахаросодержащие продукты из картофеля, порошок пищевой свекловичный, порошок пищевой свекловичный экструдированный, мучные поликомпонентные смеси, тесто и хлебобулочные изделия из мучных поликомпонентных смесей.

В работе применяли следующее сырье: крахмал кукурузный высшего сорта по ГОСТ Р 51985-2002, вода питьевая, соответствующая СанПиН 2.1.4.1074, ГОСТ Р 51232-98, соль поваренная пищевая по ГОСТ Р 51574-2000, дрожжи хлебопекарные прессованные по ГОСТ 171-81, кислота лимонная по ГОСТ Р 908-2004, кислота молочная по ГОСТ 490-2006, кислота уксусная по ГОСТ Р 55982-2014, кислота муравьиная ГОСТ 5848-73, кислота янтарная ГОСТ 6341-75, нативная молочная сыворотка по ГОСТ Р 53438-2009.

Все сырье соответствовало требованиям качества нормативной документации и безопасности по ТР ТС 021/2011, ТР ТС 029/2011.

### 2.3 Методы исследований

Свежий картофель сорта «Брянская новинка» урожая 2011-2017 года предоставлялся ООО «МТС-Змиевка». В работе был использован нестандартный картофель: мелкие клубни с размером не соответствующим установленным нормам в ГОСТ 51808-2013, ГОСТ 7176-2017, с небольшими дефектами (порезы, трещины, вмятины глубиной менее 4 мм и длиной менее 10 мм). Массовую долю крахмала в картофеле определяли по ГОСТ 7194-81.

Процесс подготовки к осахариванию картофельной массы осуществляли по определению изменения углеводного комплекса с помощью прибора «Амилотест». Для этого осуществляли отбор проб через 0, 10, 20, 30 и 40 минут гидротермической обработки (варки). Массовую долю влаги картофельной массы определяли по ГОСТ 28561-90. Количество картофельной массы необходимое для проведения анализа для обеспечения одинаковых условий эксперимента, определяли исходя из пересчета на массовую долю влаги в пробе 75 % в соответствии с таблицей 2.1, взвешивая навески с точностью 0,01 г.

Навески картофельной массы, определенные в соответствии с таблицей 2.1 помещали в вискозиметрические пробирки, смешивали их с 25 мл дистиллированной воды и далее осуществляли работу в режиме 2 на приборе «Амилотест». По данным изменения вязкости при нагревании водно-картофельной суспензии картофеля строили амилограммы.

Гидролизат картофеля оценивали по показателям влажности по ГОСТ 28561-90, содержания сахаров по ГОСТ 8756.13-87 и ГОСТ 28561-90, декстринов по методу М.П. Попова и Е.Ф. Шаненко [178]. В пасте гидролизата картофельной массы, центрифугате пасты картофельной массы определяли массовую долю влаги и содержание сухих веществ по ГОСТ 28561-90.

Таблица 2.1 - Масса навески картофельной массы для анализа в зависимости от ее массовой доли влаги

| Массовая доля влаги картофельной массы, % | Масса навески, г | Массовая доля влаги картофельной массы, % | Масса навески, г | Массовая доля влаги картофельной массы, % | Масса навески, г |
|---|------------------|---|------------------|---|------------------|
| 69 - 69,4                                 | 12,45            | 74 – 74,4                                 | 12,95            | 79 – 79,4                                 | 13,45            |
| 69,5 – 69,9                               | 12,50            | 74,5 – 74,9                               | 13,00            | 79,5 – 79,9                               | 13,50            |
| 70 – 70,4                                 | 12,55            | 75 – 75,4                                 | 13,05            | 80 – 80,4                                 | 13,55            |
| 70,5 – 70,9                               | 12,60            | 75,5 – 75,9                               | 13,10            | 80,5 – 80,9                               | 13,60            |
| 71 – 71,4                                 | 12,65            | 76 – 76,4                                 | 13,15            | 81 – 81,4                                 | 13,65            |
| 71,5 – 71,9                               | 12,70            | 76,5 – 76,9                               | 13,20            | 81,5 – 81,9                               | 13,70            |
| 72 – 72,4                                 | 12,75            | 77 – 77,4                                 | 13,25            | 82 – 82,4                                 | 13,75            |
| 72,5 – 72,9                               | 12,80            | 77,5 – 77,9                               | 13,30            | 82,5 – 82,9                               | 13,80            |
| 73 – 73,4                                 | 12,85            | 78 – 78,4                                 | 13,35            | 83 – 83,4                                 | 13,85            |
| 73,5 – 73,9                               | 12,90            | 78,5 – 78,9                               | 13,40            | 83,5 – 83,9                               | 13,90            |

Сухая обессахаренная свекловичная стружка была предоставлена ЗАО «Сахарный комбинат «Колпнянский» в течение сезонов переработки сахарной свеклы в сахар в 2014-2016 гг. При осуществлении кислотно-термической модификации свекловичной стружки температурные значения и рН-среды регулировали с помощью термостата и внесения раствора уксусной кислоты имеющей соответствующую рН. Концентрацию  $\text{CH}_3\text{COOH}$  для растворов с заданным значением рН определяли исходя из теории Бренстеда, позволяющей на основании известного состава растворенного вещества регулировать его свойства.

Расчет рН для растворов  $\text{CH}_3\text{COOH}$  производили по формуле:

$$pH = \frac{K_a + C_{CH_3COOH}}{2} \quad (2.1)$$

где  $K_a$  – константа автопротолиза (для  $CH_3COOH$  равна 4,76);

$C_{CH_3COOH}$  – отрицательный логарифм концентрации (моль/л)  $CH_3COOH$ .

Результаты расчетов и опытные данные представлены в таблице 2.2.

График зависимости pH раствора от отрицательного логарифма концентрации  $CH_3COOH$  для получения pH, соответствующей плану эксперимента представлен на рисунке 2.2.

Таблица 2.2 – Зависимость значения pH опытного и расчетного pH раствора  $CH_3COOH$  от концентрации

| Концентрация $CH_3COOH$ , моль/л | Отрицательный логарифм концентрации | Расчетная pH | Опытная pH |
|----------------------------------|-------------------------------------|--------------|------------|
| 0,01                             | 2                                   | 3,38         | 3,32       |
| 0,0001                           | 4                                   | 4,38         | 4,35       |
| 0,00001                          | 5                                   | 4,88         | 4,85       |
| 0,000001                         | 6                                   | 5,38         | 5,36       |
| 0,0000001                        | 7                                   | 5,88         | 5,84       |
| 0,00000001                       | 8                                   | 6,38         | 6,34       |

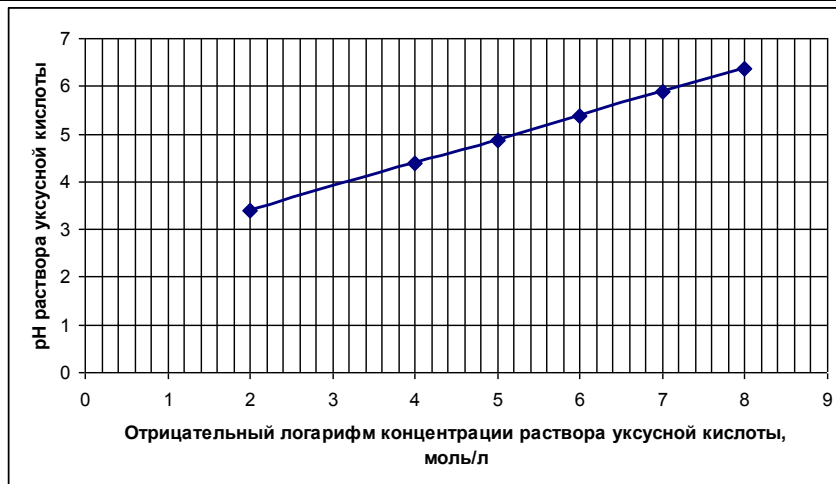


Рисунок 2.2 – Зависимость pH раствора от логарифма концентрации  $CH_3COOH$

Органолептические показатели сухой обессахаренной свекловичной стружки, сахаросодержащих продуктов из картофеля и порошков пищевых свекловичных определяли по ГОСТ 13340.1-77, влажность – по ГОСТ 28561-

90, рН – по ГОСТ 26188-84, металломагнитную примесь и наличие вредителей – по ГОСТ 13340.2-77, дисперсность – по ГОСТ 13340.1-77, количество минеральных примесей – по ГОСТ 27558-87, редуцирующие сахара – по ГОСТ 8756.13-87.

При оценке медико-биологической эффективности новых пищевых ингредиентов: сахаросодержащих продуктов из картофеля порошков пищевых свекловичных, использовали закрытую, генетически контролируемую колонию линейных аутбредных мышей CD-1 (самцы, масса 25-32 г) вивария инновационного научно-исследовательского испытательного центра Орловского Государственного аграрного университета. Содержание животных осуществлялось с применением стандартного рациона и в соответствии с гуманными требованиями содержания лабораторных животных [156, 255, 336]. В рацион опытных животных включали порошки пищевые свекловичные и порошки сахаросодержащие из картофеля в дозировках  $32 \cdot 10^{-3}$  на 1 г живого веса мыши, что составляет около 5 % от общего рациона. Продолжительность эксперимента составляла 15 дней, размер опытной группы включал 10 особей. Влияние порошков пищевых свекловичных и сахаросодержащих продуктов из картофеля оценивали по биохимическим показателям качества крови в соответствии с рекомендациями [6, 147]. Проводили копрологические исследования для оценки влияния порошков пищевых свекловичных на микрофлору толстого кишечника в соответствии с рекомендациями [225, 300, 306]. Для сравнения аналогичные исследования проводили с использованием в эксперименте отрубей пшеничных, как наиболее широко применяемых источников пищевых волокон в хлебопечении.

Органолептические показатели муки пшеничной хлебопекарной первого сорта, ржаной хлебопекарной обдирной, ячменной, рисовой, гречневой и пшенной определяли по ГОСТ 27558-87, массовую долю влаги определяли по ГОСТ 9404-88, число падения – по ГОСТ 30498-97,

амилографические исследования с помощью прибора Амилотест АТ-97 в режиме 2 «Амилограмма» в соответствии с паспортом к прибору.

В мучных заварках по методу Зихерта и Блейера, уточненного Смирновым В.А. [391] определяли количество глюкозы и мальтозы. Метод основан на последовательном определении глюкозы, глюкозы и мальтозы, общего количества углеводов (декстрины, мальтоза, глюкоза), затем по разнице между значениями находят количество глюкозы и мальтозы с учетом поправочного коэффициента к этим расчетам, найденным Смирновым В.А. Сахарозу определяли методом Иссекутца, основанном на восстановлении железосинеродистого калия в железистосинеродистый в щелочных растворах с последующим пересчетом на сахарозу, учитывая содержание ранее определенных глюкозы и мальтозы [391].

Массовую долю влаги в мучных заварках определяли методом высушивания с помощью прибора СЭШ-3М, кислотность – методом титрования водной вытяжки 0,1н раствором NaOH в присутствии индикатора фенолфталена, аминный азот – формальдегидным методом, содержание бисульфитсвязывающих соединений – по методу, основанному на взаимодействии карбонильных соединений, содержащихся в заварках, с бисульфитом натрия [153].

В пищевых ингредиентах, используемых для составления поликомпонентных мучных смесей определяли сырую клетчатку методом Кюршнера и Ганека, лигнин – по методу основанному на выделении его путем кислотного гидролиза, холоцеллюлозу (смесь целлюлозы и гемицеллюлозы) – весовым методом после делигнификации навески, пектиновые вещества [215], массовую долю золы – по ГОСТ 32933-2014. Аминокислотный состав определяли совместно с АНО НТЦ «Комбикорм» (г. Воронеж) [214], содержание фосфора – по ГОСТ 32904-2014, 51420-99 и кальция по ГОСТ 26657- 97, 26570-95 определяли совместно с ФГНУ Центра химизации и сельскохозяйственной радиологии (г. Орел), и Орловским государственным аграрным университетом, содержание магния и натрия – по ГОСТ EN 15505-2013 и Методическими указаниями к прибору iCar 6300.

Водосвязывающую способность определяли следующим образом: 1г навески после помещения в центрифужную пробирку смешивали с 10 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, смесь оставляли на 30 мин, затем центрифугировали в течение 5 мин при числе оборотов 4000 мин<sup>-1</sup>, сливали воду несвязанную продуктом, пробирки взвешивали, показатель рассчитывали, как отношение массы навески после сливания несвязанной воды к массе сухой навески. Сорбционную способность определяли следующим образом: к 0,5 г навески добавляли 50 см<sup>3</sup> раствора 0,1 н NaNO<sub>3</sub>, перемешивали в течение 30 мин, отфильтровывали раствор и определяли показатель преломления на фотоэлектрокалориметре при длине волны 670 нм, концентрацию NaNO<sub>3</sub> находили по калибровочному графику, показатель рассчитывали по разности показателя преломления до и после экстракции.

Показатели безопасности новых видов пищевых ингредиентов определяли совместно с испытательным лабораторным центром ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Орловской области», инновационным научно-исследовательским испытательным центром Орловского Государственного аграрного университета.

Хлебобулочные изделия исследовали по показателям массовой доли влаги по ГОСТ 21095-75, титруемой кислотности по ГОСТ 5670-51, пористости по ГОСТ 5669-51, удельный объем, выход изделий определяли в соответствии с методиками, приведенными в [153]. Определение переваримости хлебобулочных изделий из мучных поликомпонентных смесей *in vitro* осуществляли путем инкубации 20%-ной хлебной суспензии в растворе пепсина в глициновом буфере, в растворе трипсина в фосфатном буфере и определением оптической плотности вытяжек на фотоэлектрокалориметре.

Медико-биологические исследования хлебобулочных изделий из поликомпонентных смесей повышенной пищевой ценности осуществляли на белых мышах совместно с ФГБУ «Центральная научно-методическая ветеринарная лаборатория» по показателям биохимического анализа крови

(АЛТ, АСТ, глюкоза, калий, кальций, магний, неорганический фосфор) и в ходе неклинических исследований на здоровых 14 добровольцах-волонтерах по показателям сыворотки крови [46, 177, 191] (триглицерин, холестерин, глюкоза, кальций, фосфор, калий, липопротеиды высокой плотности, липопротеиды низкой плотности, общий анализ крови) после введения в рацион новых видов хлебобулочных изделий в течении 21 дня.

Приготовление мучных поликомпонентных смесей, теста и хлебобулочных изделий осуществляли в условиях лабораторий кафедры технологии продуктов питания и организации ресторанного дела, производственных условиях ООО мини-пекарня «Юность» и ООО «Колпнянский хлебозавод».

## **2.4 Математические методы планирования эксперимента, обработки результатов исследований и оптимизации**

В работе применялись методы математического планирования эксперимента и статистической обработки данных, современные стандартные и специальные методы исследований. Опыты проводили в 3-5 кратной повторности с получением средних значений и доверительного интервала [180]. Построение планов экспериментов, получение регрессионных зависимостей [197] и статистическую оценку полученных моделей осуществляли с помощью Statistica 12.0, MicrosoftOfficeExcel 2013, Maple 2015.



### **ГЛАВА 3 ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ ВИДОВ СЫРЬЯ ДЛЯ ПОЛИКОМПОЗИТНЫХ МУЧНЫХ РЖАНО-ПШЕНИЧНЫХ СМЕСЕЙ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ**

Современный ритм жизни, развитие промышленной индустрии питания, ухудшение экологической ситуации обуславливает необходимость коррекции пищевой ценности массовых продуктов питания, в том числе хлебобулочных изделий. Массовые сорта хлебобулочных изделий имеют невысокую биологическую ценность, высокую разбалансированность в соотношении основных пищевых веществ (белки:жиры:углеводы, кальций:фосфор:магний), содержат низкое количество пищевых волокон. Также особую актуальность имеет развитие способов производства ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с сокращенным технологическим циклом. Это показывает необходимость совершенствования существующих рецептур и технологий путем применения нетрадиционного сырья.

Целью данного этапа работы является разработка новых видов пищевых ингредиентов повышенной пищевой ценности из вторичных ресурсов пищевых производств – сахаросодержащих порошков из картофеля и порошков пищевых свекловичных, завтраков из муки крупяных культур (ячменной, рисовой, гречневой и пшенной). Обоснование комплексного применения новых видов разработанных пищевых ингредиентов, а так же такого ценного в пищевом отношении сырья, как сухая молочная сыворотка, сухое молоко, мука соевая, чечевичная, кунжут, подсолнечник для создания поликомпозиционных мучных смесей повышенной пищевой ценности для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий. Осуществление научно обоснованной оценки технологического потенциала растительных порошков из брусники, клюквы, калины, рябины, яблока, нативной молочной сыворотки и концентрата квасного суслу для развития ускоренных (однофазных) технологий производства ржано-пшеничных хлебобулочных изделий.

### **3.1 Разработка технологий переработки вторичных ресурсов с целью получения новых видов сырья**

Вовлечение в производство вторичных ресурсов, возможно путем создания малоотходных технологий, позволяющих произвести на основе инновационных подходов осуществление структурной диверсификации пищевых производств и получить новые виды продукции с сохранением ценных в пищевом отношении компонентов в максимальном количестве.

Ценными видами сырьевых ресурсов являются некондиционный картофель и свекловичный жом – обессахаренная свекловичная стружка, представляющая собой продукт переработки сахарной свеклы в товарный сахар. Некондиционный картофель (поврежденный, мелкий) является сезонным видом сырья, значительно подвержен микробиологической порче и высыханию, в связи с чем должен быть переработан, в кратчайшие сроки. Доля потерь от недопереработки некондиционного картофеля составляет от 20 % до 66 % [201]. Обессахаренная свекловичная стружка составляет значительную долю отходов при производстве товарного сахара, переработка тонны сахарной свеклы позволяет получить до 35 кг сахара и до 540 кг сырой обессахаренной свекловичной стружки [374, 375].

Вышесказанное показывает практическую значимость и научный интерес применения данных видов вторичных ресурсов для получения новых ценных видов пищевого сырья. Это позволит снизить эколого-экономический ущерб в перерабатывающих отраслях от неиспользованных сырьевых ресурсов и расширить ассортимент ценного в пищевом отношении сырья для хлебобулочных изделий с ржаной мукой.

### 3.1.1 Технология получения сахаросодержащих продуктов из картофеля

Картофель содержит значительное количество веществ полезных для организма. Содержание минеральных соединений в нем таково, мг/100г: Na – 28, Ca – 10, Mg – 23, P – 58, Fe – 0,9. Картофель является лидером среди овощей по содержанию K – 568 мг/100г. В состав картофеля входят витамины, мг/100 г: B<sub>1</sub> – 0,12, B<sub>2</sub> – 0,05, B<sub>3</sub> – 1,2, B<sub>5</sub> – 0,3, B<sub>6</sub> – 0,03, C – 20, E – 0,1, а также ненасыщенные жирные кислоты – 0,244 г/100г, пищевые волокна – 1,0 г/100 г, моно и ди-сахариды – 2,0 г/100г. Содержание белка в картофеле составляет 2,0 г/100г, в нем содержатся все незаменимые аминокислоты, из которых наибольшим количеством представлен лизин. Большую часть сухого вещества картофеля составляет крахмал – от 9 % до 29 %. Однако значительная часть массы картофеля – вода, доля которой составляет 75% - 78 %. Это обуславливает его склонность к микробиологической порче и высыханию при хранении, особенно в случае механического повреждения [120].

Известны способы увеличения сроков хранения картофеля путем получения из него таких продуктов, как сухое картофельное пюре, картофель сушеный для полуфабрикатов быстрого приготовления, замороженные брусочки картофеля для сетей фаст-фуда и др. [182]. Однако для приготовления данных видов продуктов применяется картофель высокого качества, что не решает проблему переработки некондиционного картофеля.

В связи с тем, что в картофеле содержится значительное количество крахмала, наиболее целесообразным является получение из него новых видов сырья путем высокоэффективного комплексного воздействия именно на этот компонент картофеля. Крахмал, как известно, в результате воздействия на него ферментами, кислотами или комбинированным способом разлагается до сахаристых продуктов. Это широко применяется при производстве различных видов патоки. Патока представляет собой рафинированное сахаросодержащее сырье, вырабатываемое так же из

рафинированного сырья – крахмала, который предварительно выделяют из сырьевых ресурсов, очищая их от всех компонентов ценных в пищевом отношении [387].

В связи с этим, разработка новых видов сырья из картофеля с максимальным сохранением ценных пищевых веществ и имеющих удлиненные сроки хранения представляет научный и практический интерес.

Технологический процесс получения высокосахаренного полуфабриката из картофеля осуществлялся по следующей схеме:

- удаление механических примесей (мойка);
- очистка от кожицы ;
- подготовка картофеля к осахариванию;
- осахаривание картофельной массы;
- получение гидролизата картофеля.

Высокосахаренный полуфабрикат разделяли на центрифугат и пасту, которую подвергали высушиванию с использованием осушителей и измельчению.

*Исследование подготовки картофеля к осахариванию.* Важным этапом при производстве сахаросодержащих продуктов с применением ферментных препаратов является предподготовка гидролизуемого субстрата, заключающаяся в предварительном разрушении крахмала, входящего в состав исходного сырья. Это позволяет повысить эффективность действия ферментов при осахаривании сырья за счет его биотрансформации. Данный технологический прием имеет широкое применение в спиртовой промышленности, где для осахаривания применяется нерафинированное крахмалсодержащее сырье (картофель, пшеница, рожь и др.) [404]. Наиболее простым способом предподготовки крахмалсодержащего сырья к осахариванию, не требующим специального оборудования является гидротермическая обработка (варка) и измельчение [431].

Гидротермическую обработку (варку) картофеля проводили при режимах, рекомендуемых в спиртовой промышленности [390]: гидромодуль картофель: вода, равный 1:1,5-2, при атмосферном давлении с последующим

измельчением до частиц размером не более 3 мм [431]. Исследование изменения свойств углеводного комплекса картофельной массы осуществляли с помощью прибора Амилотест, режим 2 «Амилограмма» [153]. Пробы для анализов отбирали через 0, 10, 20 и 30 минут. Данные экспериментов представлены на рисунке 3.1.

Определено, что на начальном этапе гидротермической обработки картофеля наибольшее усилие перемешивания, обусловленное вязкостью исследуемого объекта, наблюдается при температуре 95,5 °С. Через 10 минут гидротермической обработки максимальное усилие перемешивания определено при температуре 49 °С, через 20 минут – 44,5 °С, что показывает на протекание начальных процессов деструктивных изменений крахмала. Амилограммы, соответствующие гидротермической обработке картофеля в течение 30 и 40 минут, указывает отсутствие пиков изменения усилия перемешивания картофельной суспензии, что свидетельствует о максимально возможном разрушении углеводного комплекса картофеля при данных режимах обработки.

Таким образом, получение более пологих амилограмм при увеличении продолжительности гидротермической обработки показывает на более глубокие деструктивные изменения углеводного комплекса картофеля. Минимальная вязкость определена через 40 минут, что показывает его готовность к дальнейшей технологической операции осахаривания.

***Осахаривание картофельной массы.*** Известны способы осахаривания крахмалсодержащего сырья путем применения ферментов, минеральных кислот или комбинированным воздействием кислот и ферментов [289, 290].

Однако кислотный гидролиз требует больших затрат энергии, дорогостоящего кислотоустойчивого оборудования, воздействия высоких температур, при этом не обеспечивается достаточное качество конечного продукта в связи с загрязнением его продуктами реверсии сахаров. В связи с этим, для разработки новых видов сахаросодержащего сырья из картофеля была принята более прогрессивная технология с применением ферментного препарата.

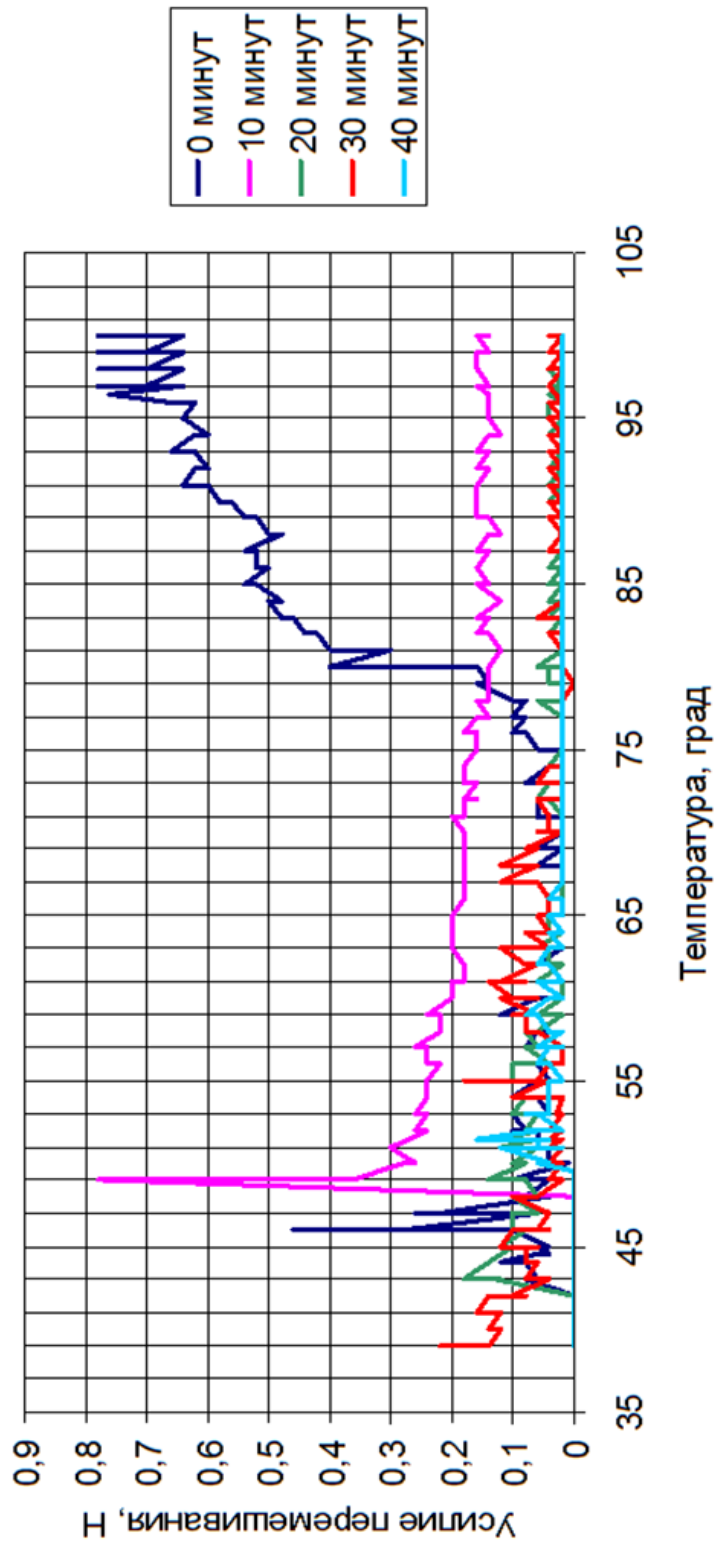


Рисунок 3.1 – Влияние гидротермической обработки на изменение свойств углеводного комплекса картофеля

В ранее проведенных исследованиях автора была определена возможность применения ферментного препарата AMG для получения сахаросодержащей пасты из картофеля (патенты РФ №№ 2214711, 2228638) [271, 273], определены оптимальные режимы: температура 45 °С, концентрация 20 %, рН 6,4, дозировка ферментного препарата 0,035 - 0,05 % от массы картофеля, продолжительность осахаривания 3-4 часа. Однако полученный продукт имел низкое содержание сахаров – 17,5 % на сухое вещество [42], что обусловлено недостаточной активностью используемого фермента и не учтенного взаимодействия факторов. Для оптимизации процесса целесообразно провести эксперимента с использованием математического планирования. Кроме того целесообразно использование ферментного препарат нового поколения с большей эффективностью воздействия.

Ферментный препарат нового поколения AMG 1100 BG (фирма «Novozymes», Дания), представляет собой высокоочищенный фермент амилоглюкозидазу (глюкоамилазу), продуцентом которого является *Aspergillus niger*. В результате гидролиза 1,4- и 1,6-глюкозидных связей крахмала под действием глюкоамилазы образуется преимущественно глюкоза и декстрины. Оптимальными режимами работы препарата является рН 3-5 и температура от 40 до 80 °С. Рекомендованными областями применения препарата является хлебопекарное производство и получение высокосахаренных полуфабрикатов [204]. Характеристика ферментного препарата амилоглюкозидазы AMG 1100 BG приведена в приложении 1.

Определение оптимальных условий осахаривания картофеля осуществлялось методом математического планирования эксперимента. В качестве факторов, влияющих на интенсивность протекания ферментолиза были приняты основные параметры определяющие интенсивность и глубину ферментолиза [179]:  $X_1$  – количество ферментного препарата,  $X_2$ , – сухое вещество картофельной массы,  $X_3$  – рН,  $X_4$ . – температура.

Выход (качество) процесса оценивалось по количеству редуцирующих веществ на сухое вещество. Для определения оптимальных условий

ферментализа гидролиз осуществляли в течение часа. Уровни факторов эксперимента приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Уровни факторов эксперимента

| Уровни эксперимента               | Пределы изменения факторов                 |  |                        |  |
|-----------------------------------|--|--|------------------------|--|
|                                   | X <sub>1</sub> ,<br>доза AMG<br>1100 BG, % | X <sub>2</sub> ,<br>концентрация сухого<br>вещества, % | X <sub>3</sub> ,<br>рН | X <sub>4</sub> ,<br>температура,<br>°С |
| Основной уровень                  | 0,04                                       | 15,00  | 4,00                   | 55,00                                  |
| Интервал<br>варьирования          | 0,01                                       | 5,00   | 1,00                   | 15,00                                  |
| Верхний уровень (+1)              | 0,05                                       | 20,00  | 5,00                   | 70,00                                  |
| Нижний уровень (-1)               | 0,03                                       | 10,00  | 3,00                   | 40,00                                  |
| Верхняя звездная<br>точка (+1,41) | 0,06                                       | 25,00  | 6,00                   | 85,00                                  |
| Нижняя звездная точка<br>(-1,41)  | 0,02                                       | 5,00   | 2,00                   | 25,00                                  |

Заданные режимы варьирования факторов поддерживались с помощью термостата и путем применения ацетатного буфера с соответствующей температурой и рН. Эксперименты проводили в трехкратной повторности. План эксперимента и средние данные содержания редуцирующих сахаров в гидролизате, а также регрессионный анализ полученной математической модели процесса представлены в приложении 2.

Математическая модель второго порядка, после исключения незначимых переменных, характеризующая влияние дозы ферментного препарата AMG 1100 BG, концентрации сухого вещества картофельной массы, рН и температуры на количество редуцирующих сахаров в гидролизате имеет вид:

$$Y = 23,5 + 0,69X_1 - 0,93X_2^2 + X_3^2 - 0,38 X_4^2 + X_3X_4; \quad (3.1)$$

Анализ параметрической чувствительности процесса по математической модели 3.1 показан на рисунках 3.2-3.5. Расчеты сделаны для центра плана.



Установлено, что количество редуцирующих сахаров в гидролизате линейно увеличивается при увеличении дозы ферментного препарата AMG 1100 BG (рис. 3.2).

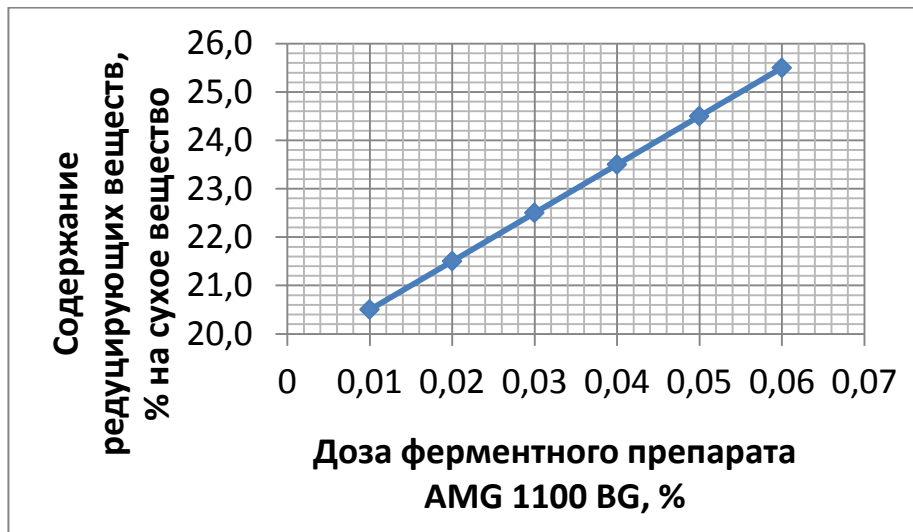


Рисунок 3.2 – Влияние дозы ферментного препарата на содержание редуцирующих сахаров в гидролизате

Определено, что зависимость накопления редуцирующих сахаров в гидролизате в процессе ферментализации имеет экстремальный характер и достигает максимума в центре плана (рис.3.3)

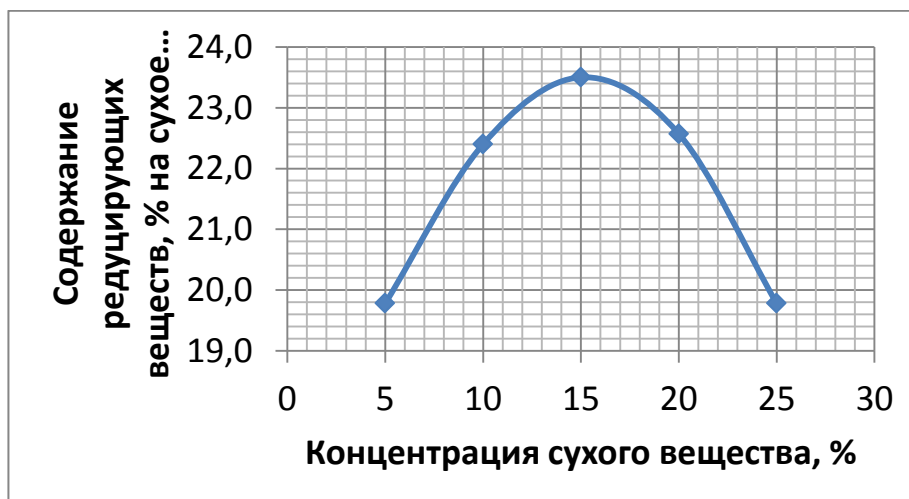


Рисунок 3.3 – Влияние концентрации сухого вещества на накопление редуцирующих сахаров в гидролизате

Установлено, что зависимость накопления редуцирующих сахаров в гидролизате картофеля имеет экстремум (минимум) в центре плана

эксперимента при рН 4, затем начинает увеличиваться, достигая максимума при рН 6. Некоторое увеличение содержания редуцирующих сахаров при рН 3 обусловлено кислотным гидролизом крахмала, при рН 4 кислотный гидролиз проходит уже не столь интенсивно, а на фермент оказывает ингибирующее действие (рис.3.4).

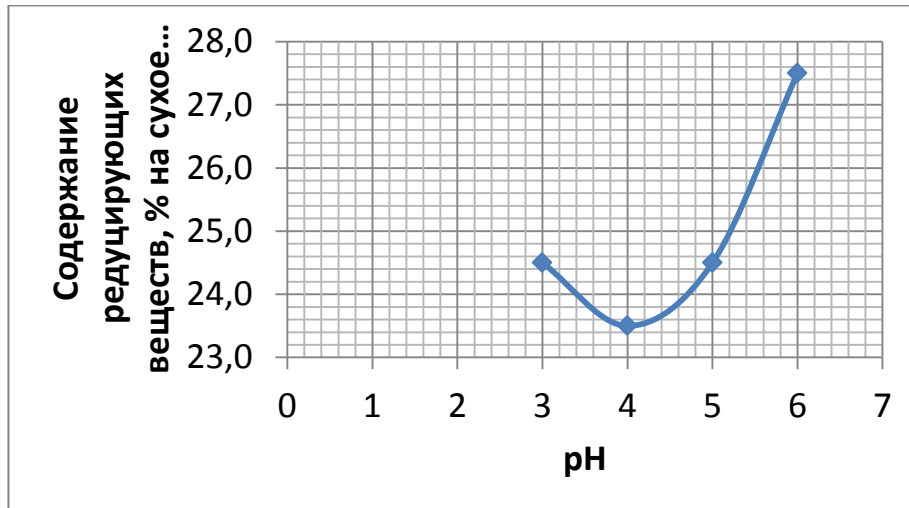


Рисунок 3.4 – Влияние рН на накопление редуцирующих сахаров в гидролизате

Определено, что зависимость содержания редуцирующих веществ в гидролизате картофеля имеет экстремальные максимальные значения при температурах 55-65 °С (рис. 3.5).

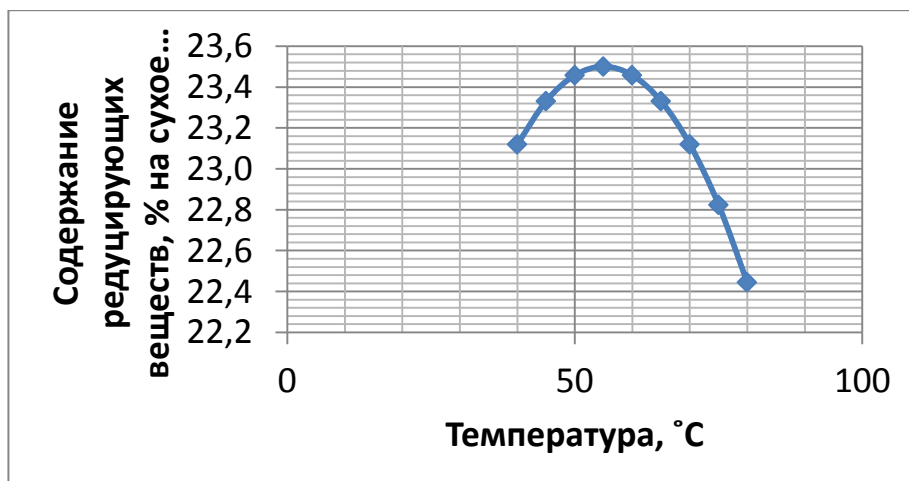


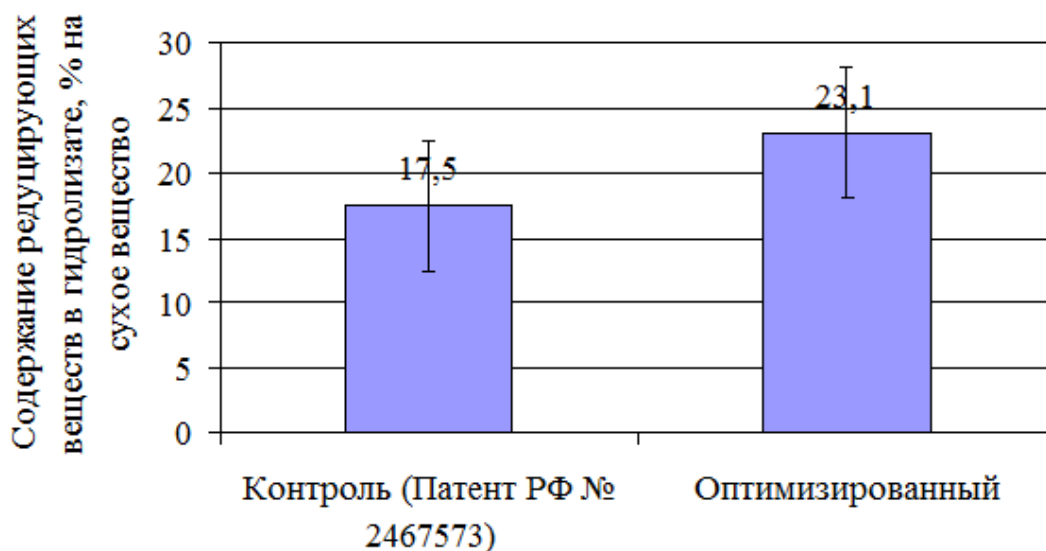
Рисунок 3.5– Влияние температуры на накопление редуцирующих сахаров в гидролизате

Таким образом, анализ параметрической чувствительности процесса по математической модели (3.1) позволил установить:

- интенсивность увеличения содержания редуцирующих веществ в гидролизате картофеля увеличивается при увеличении дозы ферментного препарата. Максимальное содержание редуцирующих сахаров равно 24,5 % - 25,5 % достигается при дозе ферментного препарата 0,05 % - 0,06 %;
- наибольшее накопление редуцирующих веществ в гидролизате картофеля наблюдается при значениях сухого вещества в центре плана эксперимента равного 15 %. При этом количество редуцирующих сахаров в гидролизате достигает значения 23,5 %;
- максимальные значения количества редуцирующих сахаров в гидролизате картофеля достигаются при pH более 5. При этом количество редуцирующих сахаров составляет 24,5 % - 27,5 %;
- максимальное положительное влияние температуры на накопление редуцирующих сахаров в гидролизате наблюдается при 55-65 °С. При этом количество редуцирующих сахаров достигает значения 23,46 % - 23,5 %.

Оптимизацию режимов гидролиза осуществляли с помощью MicrosoftOfficeExcel 2013 (инструмент «Поиск решения»). Определено, что максимальное количество редуцирующих сахаров в гидролизате достигается при использовании ферментного препарата AMG 1100 BG в количестве 0,02 %- 0,06 %, концентрации сухого вещества картофельной массы 19,4 % - 25 %, pH и температуры 55-75 °С.

Экспериментальная проверка влияния полученных оптимальных режимов осахаривания картофельной массы на накопление редуцирующих сахаров в сравнении с известным способом, приведенным в патенте РФ № 2214711 [271] показала, что содержание редуцирующих веществ в гидролизате увеличилось на 5,6 %. При этом, в известном способе количество редуцирующих сахаров – 17,5 % в гидролизате достигается за три часа, а в оптимизированном способе – 23,1 % – за один час (рис 3.6).



### Способ приготовления гидролизата

Рисунок 3.6 – Содержание редуцирующих веществ в гидролизате картофеля при разных режимах гидролиза

Таким образом, в результате оптимизации процесса осахаривания картофельной массы получены режимы гидролиза картофеля, позволяющие увеличить содержание редуцирующих сахаров в гидролизате по сравнению с известным способом.

**Исследование процесса получения высокоосахаренного полуфабриката картофеля.** Оптимальные режимы ферментализации картофеля использовали для получения высокоосахаренного полуфабриката картофеля. Процесс осахаривания осуществляли в течение 7 часов. Результаты исследований определения содержания редуцирующих сахаров в гидролизате картофеля при оптимальном режиме представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Экспериментальные данные массовой доли влаги и содержания редуцирующих сахаров в гидролизате картофеля

| Наименование показателей                  | Продолжительность, т, ч            |      |                                 |      |      |      |      |      |      |      |
|---|------------------------------------|------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
|   | гидротермическая обработка (варка) |      | осахаривание картофельной массы |      |      |      |      |      |      |      |
|   | 0                                  | 0,7  | 0                               | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    |
| Массовая доля влаги, %                    | 75,0                               | 75,8 | 78,8                            | 80,2 | 80,2 | 80,2 | 80,8 | 80,8 | 80,8 | 80,8 |
| Содержание редуцирующих веществ $P_r$ , % | 0,3                                | 0,8  | 0,8                             | 4,4  | 8,3  | 8,9  | 9,5  | 9,6  | 9,7  | 9,7  |

Установлено, что на стадии подготовки картофеля к осахариванию при гидротермической обработке происходит увеличение содержания редуцирующих сахаров в 2,6 раза по отношению к первоначальному количеству. Это связано с деятельностью собственных ферментов картофеля [75], активность которых повышается в процессе прогрева, их воздействие способствует частичному разрушению крахмала и накоплению редуцирующих сахаров.

При осахаривании картофельной массы происходит увеличение количества редуцирующих сахаров в гидролизате картофеля в 31,6 раза по отношению к начальному количеству в сырье. Также наблюдается увеличение массовой доли влаги на 5,8 % по сравнению с массовой долей влаги в сырье.

Рассмотрение механизма ферментативного действия препарата AMG 1100 BG на картофельную массу в процессе ее осахаривания возможно путем изучения кинетических параметров процесса. Кроме того, сведения о механизме ферментализации имеют практическую значимость, так как позволяют влиять на интенсивность технологического процесса в заданном направлении.

Кинетические параметры ферментативных реакций оцениваются по показателям средней скорости ферментативного гидролиза, константе скорости реакции, мгновенной (истинной) скорости и порядку реакции [62].

Периоды активности ферментного препарата в течение времени осахаривания оценивались с помощью дифференциальной кривой, построенной в координатах  $\Delta P_r / \Delta t$  (рис. 3.7)

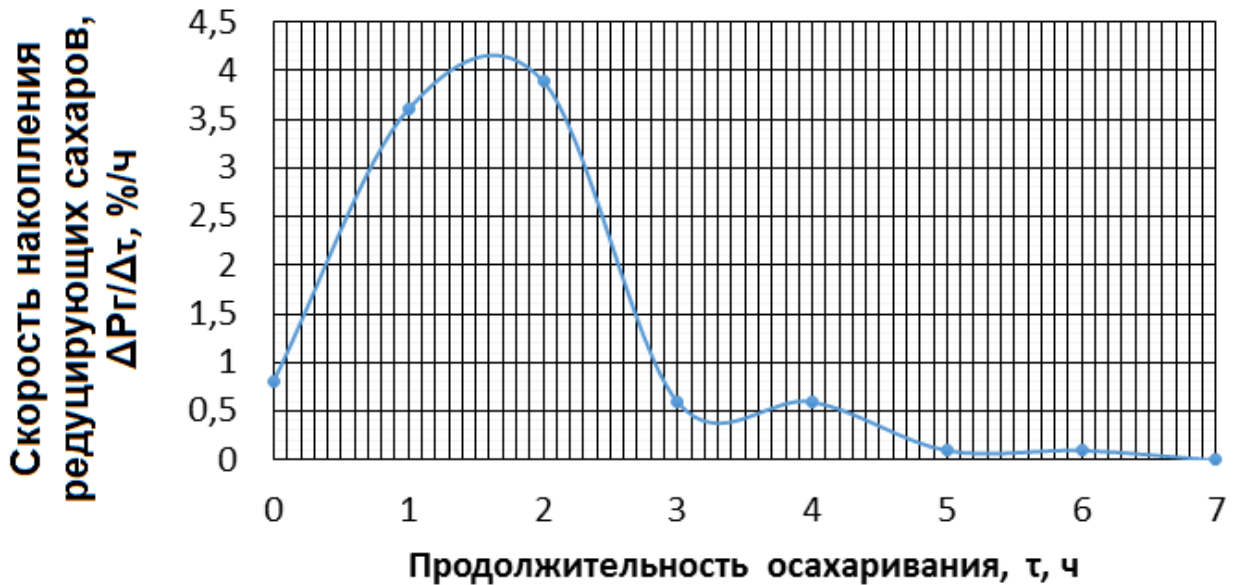


Рисунок 3.7 – Дифференциальная кривая процесса осахаривания картофельной массы

Определено, что за 7 часов осахаривания картофельной массы в ней образуется 9,7 % редуцирующих сахаров (таблица 3.2). За этот период на дифференциальной кривой отмечаются два пика скорости накопления редуцирующих сахаров. Наиболее высокий через 2 часа ( $\Delta P/\Delta \tau = 4,2$  %/ч) и следующий – через 4 часа ( $\Delta P/\Delta \tau = 0,7$  %/ч). Через 6-7 часов наблюдается замедление скорости накопления редуцирующих сахаров, что связано с ингибирующим действием продуктов гидролиза на активность фермента.

Определение средней скорости ферментативного гидролиза осуществляли по формуле [179]

$$\bar{v} = \pm \frac{P_{ГН} - P_{ГК}}{\tau_H - \tau_K} = \pm \frac{\Delta P}{\Delta \tau}, \%/\text{ч} \quad (3.2)$$

где  $P_{ГН}$  и  $P_{ГК}$  – содержание редуцирующих веществ в начале и конце гидролиза, %,

$\tau_H$  и  $\tau_K$  – начальное и конечное время гидролиза, ч.

В результате анализа данных таблицы 3.2 и рисунка 3.7, а также проведения необходимых расчетов была получена средняя скорость осахаривания картофельной массы, равная 1,11 %/ч.

Мгновенная скорость ферментативной реакции определяется по формуле [179]

$$v = \pm \frac{dP_1}{d\tau}, \%/\text{ч} \quad (3.3)$$

где  $dP_1$  – производная содержания редуцирующих веществ за единицу времени  $d\tau$ .

После проведения необходимых расчетов была построена кинетическая кривая в координатах  $P_1$ -  $\tau$  представленная на рисунке 3.8.

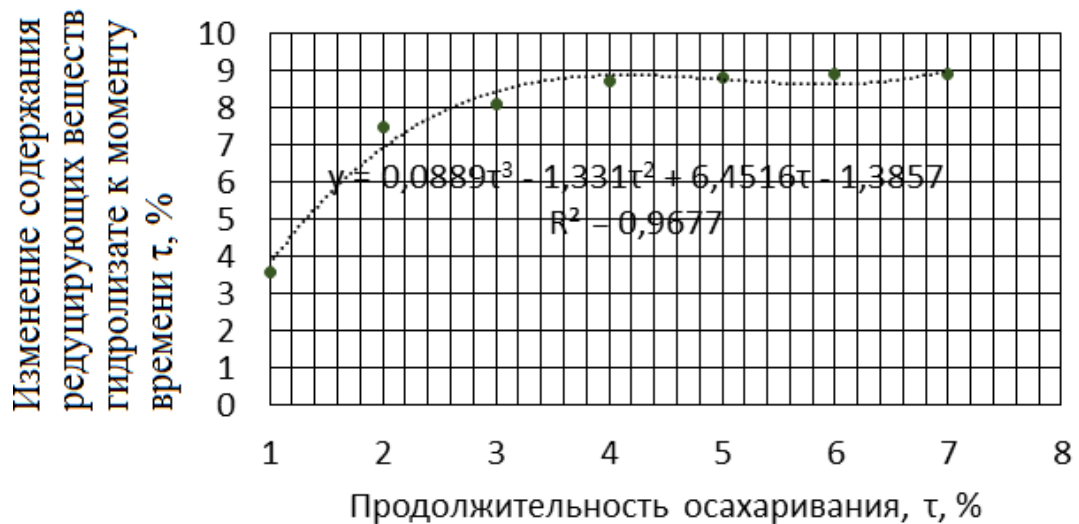


Рисунок 3.8 – Кинетическая кривая осахаривания картофельной массы

Кинетическая кривая осахаривания картофельной массы под действием ферментного препарата с высокой достоверностью аппроксимации описывается уравнением третьего порядка.

Нахождение истинной скорости реакции в любой момент времени осуществляется путем подстановки значений  $\tau$  в производную от полученного уравнения:

$$\frac{dP_1}{d\tau} = 0,2667\tau^2 - 2,662\tau + 6,4516 \quad (3.4)$$

Расчет истинной скорости реакции гидролиза картофельной массы представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Расчетные значения истинной скорости реакции гидролиза картофельной массы

| Продолжительность, $\tau$ , ч | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   |
|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Скорость реакции, $v$ , %/ч   | 4,1 | 2,2 | 0,9 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |

Определено, что значение истинной скорости реакции гидролиза картофельной массы по редуцирующим веществам близко к средней скорости реакции, определенной ранее и составляет 1,1 %/ч.

Характеристика зависимости скорости реакции ( $v$ ) от концентрации реагирующих веществ выражается порядком реакции [179]. В соответствии с законом действующих масс порядок реакции – это степень, в которую возводят концентрацию веществ-реагентов:

$$v = k \cdot C^n \quad (3.5)$$

где  $k$  – константа скорости реакции;

$C$  – концентрация субстрата;

$n$  – порядок реакции.

Основной субстрат в осахариваемой картофельной массе, подвергающийся воздействию ферментного препарата AMG 1100 BG – крахмал. Однако при исследовании процесса осахаривания необходимо учитывать, что в биотрансформируемую картофельную массу входят и другие компоненты – минеральные вещества, белки, промежуточные продукты гидролиза. Существующие методы количественного определения крахмальной фракции сырья не позволяют определить ее с достаточной достоверностью. Данные искажаются как за счет наличия соединений, входящих в состав самого сырья, так и продуктами реакции гидролиза. В



связи с этим, считали целесообразным осуществить расчет условного содержания крахмала в осахариваемой картофельной массе. Для этого в картофельной массе после предполготовки (гидротермической обработки) было определено содержание крахмала в соответствии с методикой [391], которое составило 15,61 %. Это значение было принято за  $C_0$ . Реализацию дальнейших расчетов осуществляли, исходя из предположения уменьшения количества крахмала в процессе осахаривания за счет затраты его на образование редуцирующих сахаров:

$$C = C_0 - P_1 \quad (3.6)$$

где  $C$  – расчетная концентрация крахмала, %

$C_0$  – экспериментальное начальное содержание крахмала в субстрате, 15,61 %;

$P_1$  – изменение содержания редуцирующих веществ в гидролизате, %.

Расчетные значения содержания крахмала в осахариваемой картофельной массе приведены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Расчетные значения содержания крахмала в картофельной массе при осахаривании

|                                |       |       |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|
| Продолжительность, $\tau$ , ч  | 0     | 1     | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    |
| Концентрация крахмала, $C$ , % | 15,61 | 12,01 | 8,11 | 7,51 | 7,11 | 6,81 | 6,71 | 6,71 |

Подбор системы координат соответствующий реакции третьего порядка осуществляли графическим способом [179].  $\tau$  (рисунок 3.9).

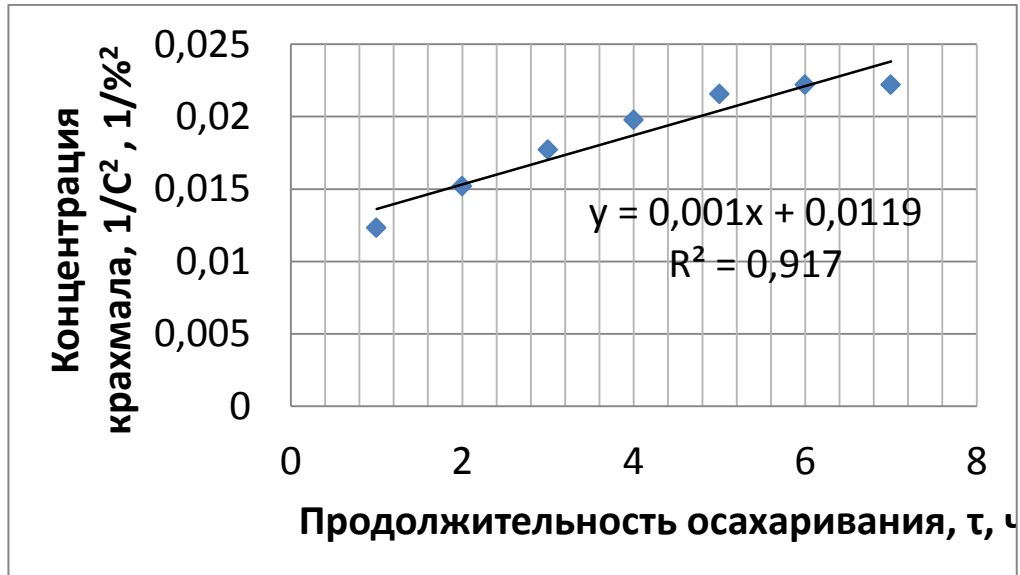


Рисунок 3.9 – Влияние продолжительности осахаривания на концентрацию крахмала в субстрате

Константу скорости реакции определяют по тангенсу угла наклона прямой [179]. Данные рисунка 3.9 показывают, что искомое значение константы скорости реакции анализируемого процесса составляет  $0,0119 (\% \cdot \text{ч})^{-2}$ .

Таким образом, проведенные теоретические изыскания определения кинетических параметров осахаривания картофельной массы под действием AMG 1100 BG позволили описать механизм процесса и установить параметры, позволяющие регулировать его интенсивность и направленность: порядок реакции равный 3, константа скорости реакции –  $0,0119 (\% \cdot \text{ч})^{-2}$ , истинная скорость реакции по редуцирующим веществам –  $1,1 \%/ч$ .

Определение динамики накопления сахаров в осахариваемой картофельной массе проводили путем исследования углеводного состава гидролизата производимого при оптимальных режимах определенных ранее. В осахариваемой массе исследовали количественное содержание общих, восстанавливающих сахаров и декстринов. Экспериментальные данные приведены на рисунке 3.10.

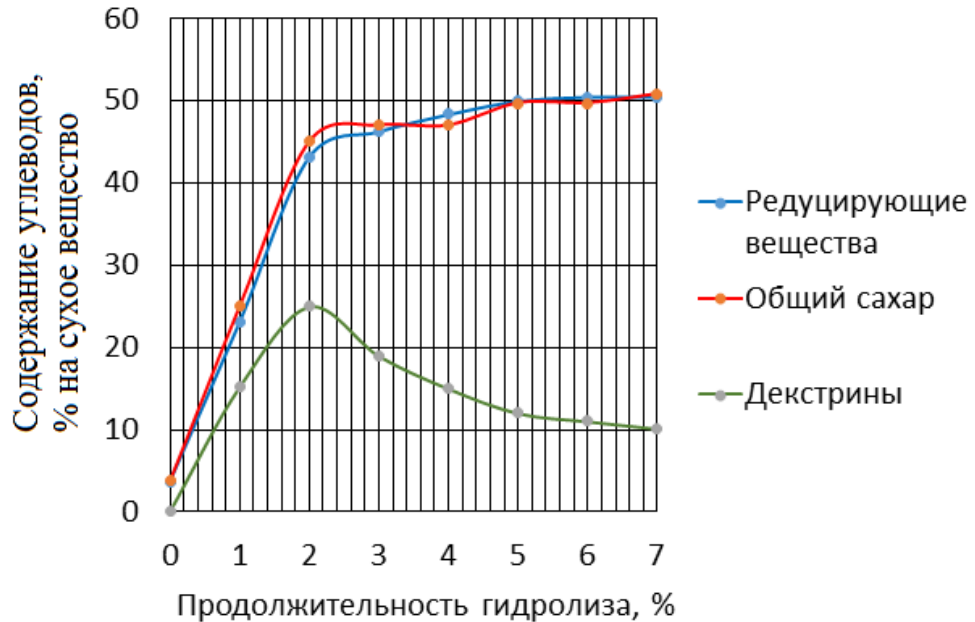


Рисунок 3.10 – Динамика углеводного состава при осахаривании картофельной массы

Исследования позволили установить, что в осахариваемой картофельной массе содержание общих и восстанавливающих сахаров увеличивается в 13,6 и 13,1 раза соответственно по отношению к первоначальному количеству. Определено, что в течение первых 2 часов осахаривания количество декстринов увеличивается в 25 раз по отношению к первоначальному количеству. Дальнейшее осахаривание ведет к разрушению декстринов до простых углеводов, что снижает их количество, которое через 7 часов осахаривания составляет 10,1 %.

Таким образом, проведенные исследования динамики накопления сахаров в осахариваемой картофельной массе показали, что содержание редуцирующих сахаров в гидролизате картофельной массы составляет 50,5 % на сухое вещество, что позволяет считать полученный полупродукт высокоосахаренным полуфабрикатом.

Полуфабрикат картофельной массы имеет значительный показатель влажности – 80,8 %, что делает его высокоподверженным микробиологической порче. Кроме того, в состав композитных мучных смесей для хлебобулочных изделий сырьевой компонент с такой высокой влажностью входить не может. Наиболее подходящее состояние сырья для

композитной смеси длительного хранения является порошкообразное сухое, что позволит также увеличить сроки его хранения.

***Исследование процесса получения сахаросодержащих порошков из высокосахаренного полуфабриката картофеля.***

Пищевое сырье в порошкообразном сухом состоянии имеет значительные преимущества по сравнению с влажным сырьем в связи со сниженным весом, повышенной концентрацией питательных веществ, более длительными сроками хранения и повышенными требованиями к режимам хранения.

Определение способа высушивания материала обусловлено биохимическими, физическими и структурно-механическими свойствами сырья, требуемыми показателями качества конечного продукта, а также трудоемкостью и экономичностью процесса [360]. Наиболее простым и более распространенным способом сушки является конвекционная сушка с помощью горячего воздуха.

Для интенсификации процесса высушивания гидролизат картофельной массы разделяли на центрифугат и пасту с помощью лабораторной центрифуги Е1Т при 3000 об/мин в течение 10 минут разделяли на центрифугат и пасту. Исследовалось влияние пасты из картофеля при производстве хлебобулочных изделий с ржаной мукой, результаты исследований, приведены в работе [40, 158].

Концентрирование центрифугата осуществляли путем уваривания до содержания сухих веществ 50 % - 55 %.

Высушивание пасты с влажностью 70 % - 72 % осуществляли путем размещения ее на сетчатой поверхности кассет лабораторной сушилки VES Electric слоем 35-40 мм.

В результате предварительных исследований было установлено, что высушивание пасты при температуре менее 80 °С вызывает закисание конечного продукта в связи с высокой длительностью высушивания (20-24 часа) и развитию посторонней микрофлоры. Высушивание при температуре более 85 °С способствует снижению органолептических и

физико-химических свойств конечного продукта – затрудняется измельчение высушенной массы до нужной дисперсности, порошок приобретает темный цвет за счет реакции меланоидинообразования.

Сушку пасты осуществляли при следующих параметрах сушильного воздуха: температура - 80-85 °С, относительная влажность – 65 %, скорость движения воздуха – 0,5 м/с. Высушивание осуществлялось до конечной влажности не более 14 %. В процессе высушивания полупродукт перемешивали.

При высушивании в пасте определяли массовую долю влаги и содержание редуцирующих сахаров. Данные экспериментов представлены на рисунке 3.11.

В процессе высушивания пасты наблюдается увеличение содержания редуцирующих сахаров на 1,4 % по отношению к начальному количеству. Это обусловлено тем, что активность ферментного препарата AMG 1100 BG сохраняется в течение четырех часов высушивания.

После завершения высушивания полученные гранулы измельчали и просеивали. В результате просеивания был получен порошок (далее СПК) с размерами частиц, соответствующих размерам частиц хлебопекарной муки.

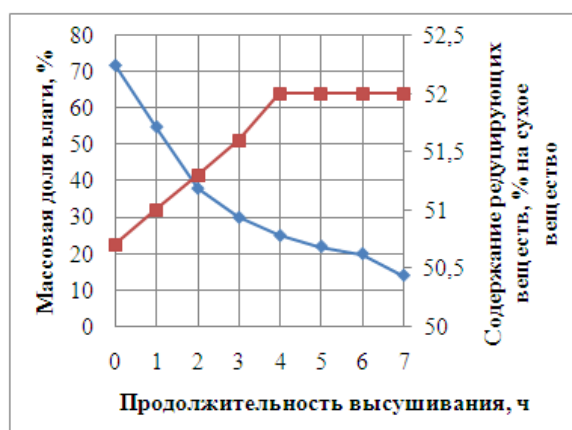


Рисунок 3.11 – Зависимость массовой доли влаги и содержания редуцирующих веществ в пасте из полуфабриката картофельной массы от продолжительности высушивания

Для сокращения продолжительности высушивания пасты решено было применить рециркуляционный тип сушки. Данный способ высушивания заключается в добавлении осушителей в качестве которых могут быть

использованы химические вещества – сорбенты или другие компоненты, уменьшающие начальную влажность высушиваемого материала. В качестве таких осушителей были выбраны: сухой порошок предыдущего высушивания (СПК), или мука ржаная, или мука пшеничная. Выбор муки в качестве осушителя в первую очередь обусловлен тем, что разрабатываемый продукт предполагается для использования в качестве сырья для поликомпонитных мучных смесей. А также использование для этих целей пищевого сырья позволит обогатить его ценными в пищевом отношении компонентами и повысить показатели безопасности по сравнению с внесением химических осушителей.

В результате предварительных исследований было установлено, что количество выбранных осушителей должно составлять не менее 60 % от массы высушиваемой пасты. Данная дозировка осушителей позволяет получать гранулированную структуру высушиваемого продукта. Это снижает трудоемкость размещения его на сетчатой поверхности кассет и перемешивание в процессе сушки.

Влияние внесения СПК в качестве осушителя пасты из полуфабриката картофельной массы на влажность и содержание редуцирующих сахаров в процессе высушивания приведены на рисунке 3.12.

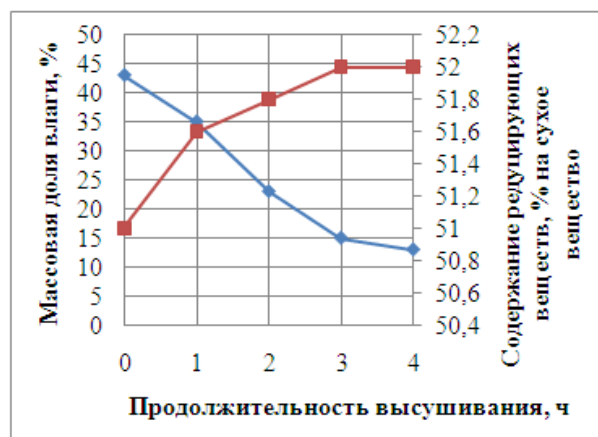


Рисунок 3.12 – Влияние внесения СПК в качестве осушителя пасты полуфабриката картофельной массы на массовую долю влаги и содержание редуцирующих сахаров

Определено, что внесение СПК в качестве осушителя пасты из полуфабриката картофельной массы позволяет снизить длительность

высушивания в 1,75 раза. При этом, за три первых часа высушивания происходит накопление редуцирующих сахаров на 0,8 % по отношению к начальному количеству.

Влияние внесения ржаной обдирной муки в качестве осушителя пасты из полуфабриката картофельной массы на влажность и содержание редуцирующих сахаров в процессе высушивания приведены на рисунке 3.13.



Рисунок 3.13 – Влияние внесения ржаной обдирной муки в качестве осушителя пасты полуфабриката картофельной массы на массовую долю влаги и содержание редуцирующих сахаров

Определено, что внесение ржаной обдирной муки в качестве осушителя пасты из полуфабриката картофельной массы позволяет снизить длительность высушивания в 1,8 раза. При этом, наблюдается увеличение количества редуцирующих сахаров на 5 % по отношению к начальному количеству. Это связано с тем, что с мукой вносится субстрат (крахмал), который позволяет проявиться ферментативной активности препарата AMG 1100 BG.

Влияние внесения пшеничной муки I сорта в качестве осушителя пасты из полуфабриката картофельной массы на влажность и содержание редуцирующих сахаров в процессе высушивания приведены на рисунке 3.14.

Установлено, что внесение пшеничной муки I сорта в качестве осушителя пасты из полуфабриката картофельной массы позволяет снизить длительность высушивания в 1,8 раза. При этом, наблюдается увеличение количества редуцирующих сахаров на 7 % по отношению к начальному

количеству. Это обусловлено как сохранением активности ферментного препарата, так и внесением доступного субстрата с мукой.

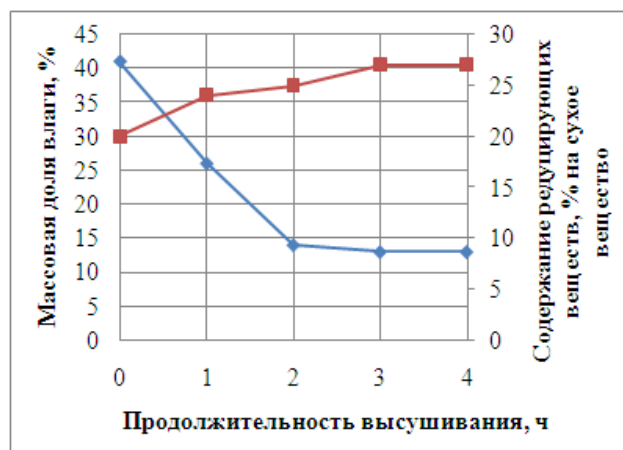


Рисунок 3.14 – Влияние внесения пшеничной муки I сорта в качестве осушителя пасты полуфабриката картофельной массы на массовую долю влаги и содержание редуцирующих сахаров

В результате проведенных исследований установлено, что внесение таких сорбентов, как СПК, или мука ржаная, или мука пшеничная за счет снижения начальной влажности пасты из полуфабриката картофельной массы с 72 % до 40 % - 43,5 % позволяет сократить продолжительность сушки максимум в 1,8 раза. В процессе высушивания происходит нарастание количества редуцирующих сахаров на 0,8 % - 7 % по сравнению с первоначальным количеством.

После завершения высушивания полученные гранулы измельчали и просеивали. В результате просеивания были получены порошки с размерами частиц соответствующих хлебопекарной муке [35]: при использовании в качестве сорбента СПК далее СПК<sub>СПК</sub>; при использовании в качестве сорбента ржаной обдирной муки – далее СПК<sub>РЖ</sub>; при использовании в качестве сорбента пшеничной муки далее – СПК<sub>ПШ</sub>.

Принципиальная схема производства сахаросодержащих порошков из картофеля приведена на рисунке 3.15.



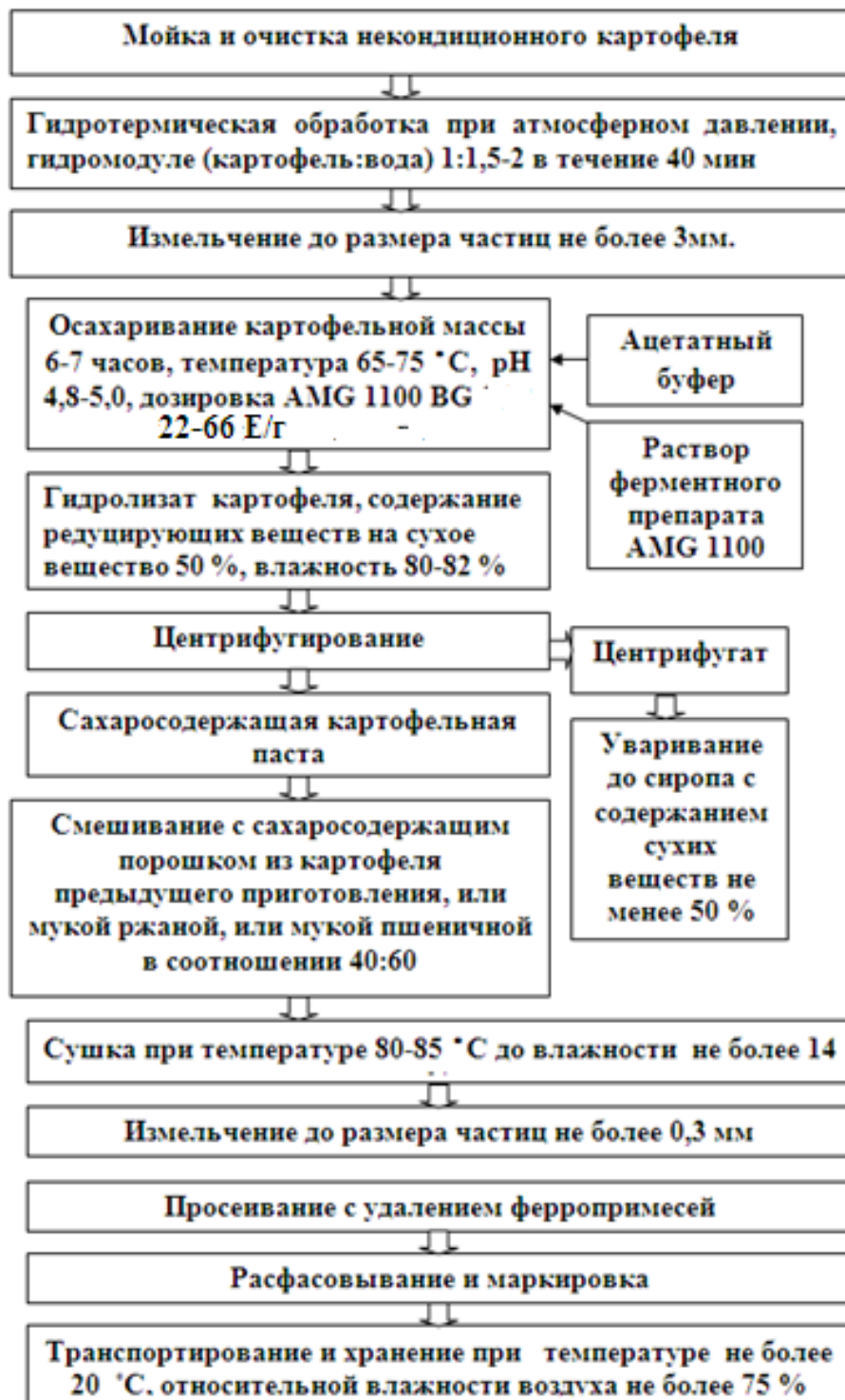


Рисунок 3.15 – Принципиальная схема получения сахаросодержащих порошков из картофеля

Аппаратурно-технологическая схема производства сахаросодержащих порошков из картофеля представлена в приложении 3. Разработана и утверждена техническая документация ТУ 9166-293-02069036-2012 «Порошок сахаросодержащий из картофеля» (приложение 4), получены

патенты РФ №№ №№ 2214711, 2228638, 2467573, 2580137. [271, 273, 285, 288].

Апробация основные этапы получения сахаросодержащих продуктов из картофеля произведено на ЗАО «Крахмалопродукты». Акт промышленной апробации представлен в приложении 5.

### **3.1.2 Технологии получения порошков пищевых свекловичных из сухой обессахаренной стружки сахарной свеклы**

Обессахаренная свекловичная стружка представляет собой освобожденную от сахара в процессе диффузии мякоть сахарной свеклы (свекловичный жом). Содержит большое количество воды, значительно подвержена микробиологической порче. После частичного обезвоживания путем прессования может использоваться на кормовые цели. Может также высушиваться и использоваться для выработки пищевого пектина, производства бумаги и картона, а также получения пищевых волокон [478, 492].

Наиболее перспективным и востребованным направлением использования обессахаренной свекловичной стружки является производство пищевых ингредиентов сырья содержащих высокое количество пищевых волокон [148, 149, 303, 375, 442, 443, 472].

При рассмотрении перспектив использования обессахаренной свекловичной стружки в качестве сырьевого ресурса для получения пищевого сырья, следует учитывать, что темпы роста объемов переработки сахарной свеклы увеличиваются с каждым годом [219], что подразумевает под собой увеличение отходов производства в виде обессахаренной свекловичной стружки. При этом, главным преимуществом сухой обессахаренной свекловичной стружки является то, что ценные вещества при хранении и транспортировании практически не теряются.

Известные технологии производства пищевых ингредиентов-источников пищевых волокон из свекловичного имеют различные

недостатки, связанные со сложностью получения, значительной токсичностью и высокой стоимостью очистки, применением сложных установок [192, 194, 259, 262, 263, 265, 266, 267, 272, 279].

Наибольшие перспективы и актуальность имеют разработки направленные на создание новых пищевых ингредиентов с сохранением всех полезных компонентов исходного сырья, в том числе пектина. Кроме того, путем проведения модификации получить новое сырье с улучшенными физико-химическими свойствами, в том числе с повышенной сорбционной и водосвязывающей способностью. В сухой обессахаренной свекловичной стружке, предоставленной ЗАО «Сахарный комбинат «Колпнянский» значения массовой доли влаги составили  $11,0 \pm 1,0\%$ , лигнина -  $9,5 \pm 0,5\%$ , холоцеллюлозы –  $47,0 \pm 1,5\%$ , пектиновых веществ  $19,0 \pm 0,5\%$ , редуцирующих сахаров –  $5,9 \pm 1,1\%$ , рН –  $5,2 \pm 0,2\%$ , коэффициенты водосвязывающей способности –  $4,1 \pm 0,1$ , сорбционной способности  $0,015 \pm 0,05$ .

Модифицирование свойств сухой обессахаренной свекловичной стружки осуществляли путем гидролиза ее раствором уксусной кислоты. Выбор уксусной кислоты в качестве реагента обусловлен ее низкой ценой, повсеместным применением, как регулятора кислотности при производстве широкого спектра пищевых продуктов и отсутствием ограничения в использовании, в том числе в различных странах. После окончания гидролиза полупродукт подвергали высушиванию при температуре  $90-95\text{ }^{\circ}\text{C}$  до получения сухих веществ  $86\% - 88\%$ , измельчению и просеиванию продукта через сито из полиамидной ткани № 27 ПА-120 для получения дисперсности, соответствующей хлебопекарной муке.

Определение оптимальных условий модификации сухой обессахаренной свекловичной стружки выполняли методом математического планирования эксперимента. В качестве факторов были приняты рН среды  $X_1$ , продолжительность гидролиза  $X_2$ , температура гидролиза  $X_3$ . Параметрами оптимизации конечного продукта являлись такие показатели, как водосвязывающая и сорбционная способность, содержание пектиновых веществ.

В соответствии с планом эксперимента рН-среды и температура обрабатываемой сухой обессахаренной свекловичной стружки регулировалась путем добавления раствора уксусной кислоты, имеющие соответствующую рН и температуру. Заданную температуру процесса поддерживали с помощью термостата. В соответствии с литературными данными, гидромодуль обработки сухого растительного сырья для получения пищевого растительного волокна, позволяющий подвергнуть расщеплению лигнин, вызывающий потемнение продукта должен быть 1:5 [82, 272], что и было принято в эксперименте. Эксперименты проводили в трехкратной повторности. Координаты центра плана, интервалы варьирования и уровни факторов приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Уровни факторов эксперимента

| Условия планирования               | Пределы изменения факторов |   |                                     |
|------------------------------------|----------------------------|---|-------------------------------------|
|                                    | X <sub>1</sub> ,<br>рН     | X <sub>2</sub> ,<br>продолжительность<br>гидролиза, мин | X <sub>3</sub> ,<br>температура, °С |
| Основной уровень                   | 5                          | 40  | 50                                  |
| Интервал варьирования              | 1                          | 20  | 25                                  |
| Верхний уровень (+1)               | 6                          | 60  | 75                                  |
| Нижний уровень (-1)                | 4                          | 20  | 25                                  |
| Верхняя звездная точка<br>(+1,682) | 6,68                       | 73,64   | 92,04                               |
| Нижняя звездная точка<br>(-1,682)  | 3,32                       | 6,36  | 7,96                                |

План эксперимента и средние значения водосвязывающей, сорбционной способности, содержания пектиновых веществ в порошке пищевом свекловичном, полученные в результате эксперимента представлены в приложении 6.

***Исследование влияния кислотно-термической модификации на водосвязывающую способность порошка пищевого свекловичного.*** Водосвязывающая способность относится к одним из важнейших технофункциональных свойств пищевого сырья. От ее размера зависит как качество продукции, так и ее количество (выход) [102].

Известно, что водосвязывающая способность сырьевых ингредиентов продуктов может оказывать позитивное влияние на деятельность желудочно-кишечного тракта [433], путем увеличения скорости транзита фекальных масс [457].

Водосвязывающая способность пищевого сырья обусловлена свойствами гидрофильности входящих в него полимеров, их количеством, природой и способом технологической обработки [103]. Так как основную массу сухой обессахаренной свекловичной стружки составляют целлюлоза, гемицеллюлоза, пектин и лигнин, практический и научный интерес представляет комплексное влияние кислотнo-термической модификации на формирование их водосвязывающей способности в порошке пищевом свекловичном.

Математическая модель второго порядка, после исключения незначимых переменных (приложение 6), характеризующая влияние рН, продолжительности гидролиза и температуры на водосвязывающую способность порошка пищевого свекловичного имеет вид:

$$Y_1 = 4,99 - 0,23X_1^2 + 0,14X_2 + 0,175X_1X_2 - 0,2X_1X_3 + 0,175X_2X_3 \quad (3.7)$$

Графическое изображение линий равного выхода, построенных по модели 3.7, приведено на рисунках 3.16–3.18.

Определено, что зависимость водосвязывающей способности порошка пищевого свекловичного от продолжительности гидролиза и рН среды носит экстремальный характер, достигая максимума при рН от 4 до 6,5 и продолжительности гидролиза от 40 до 75 минут (рис 3.16).

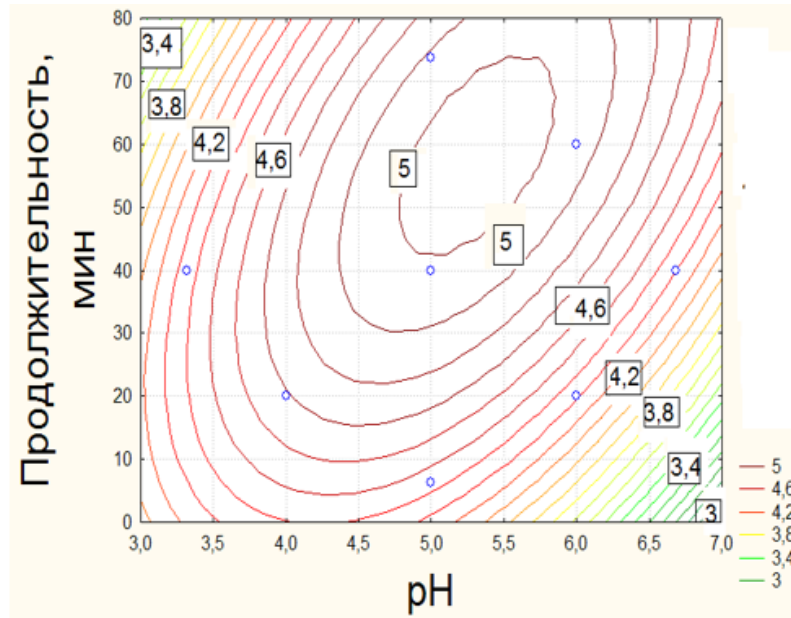


Рисунок 3.16 – Зависимость водосвязывающей способности порошка пищевого свекловичного от рН и продолжительности гидролиза

Установлено, что водосвязывающая способность порошка пищевого свекловичного имеет максимальные значения при рН от 5 до 6,5. Из экспериментальных данных видно, что снижение температуры гидролиза менее 50 °С так же положительно влияет на водосвязывающую способность (рис. 3.17).

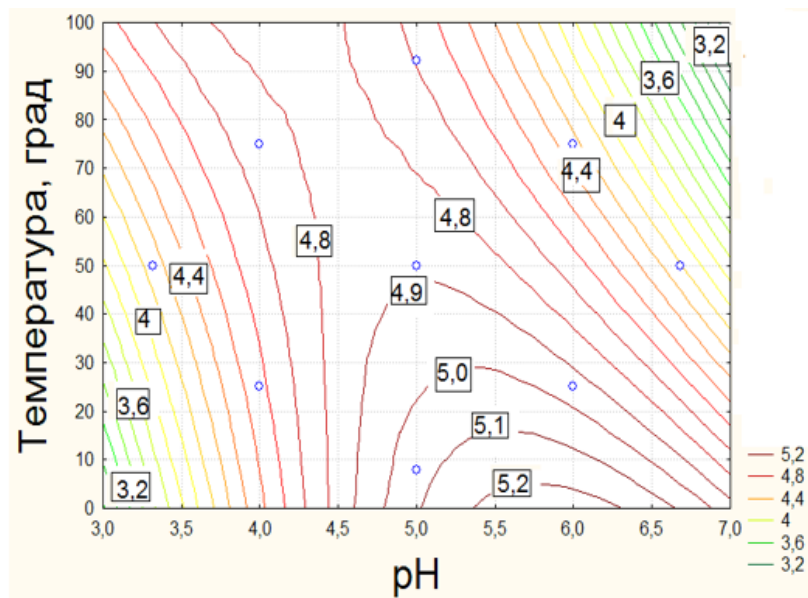


Рисунок 3.17 – Зависимость водосвязывающей способности порошка пищевого свекловичного от рН и температуры

Экспериментальные зависимости влияния продолжительности гидролиза и температуры на водосвязывающую способность порошка

пищевое свекловичное показывают наличие совместного влияния факторов типа минимакса. Данная зависимость обусловлена значительным взаимовлиянием режимов гидролиза. При этом наблюдается увеличение водосвязывающей способности порошка пищевого свекловичного при температуре более 50 °С и увеличении продолжительности гидролиза. Однако, снижение температуры гидролиза менее 50 °С также способствует увеличению водосвязывающей способности при меньшей продолжительности гидролиза (рис. 3.18).

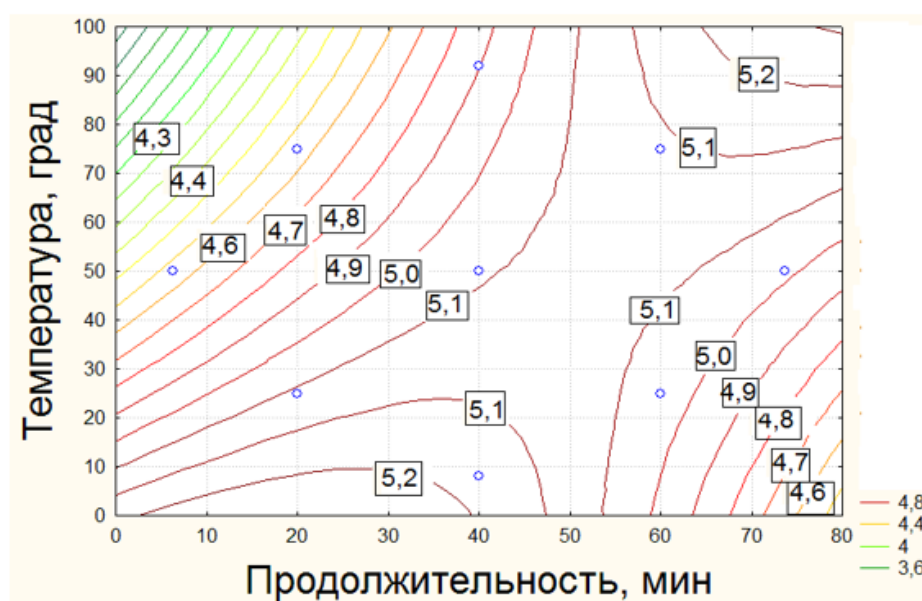


Рисунок 3.18 – Зависимость водосвязывающей способности порошка пищевого свекловичного от продолжительности гидролиза и температуры

При температуре более 50 °С раствор уксусной кислоты вызывает деструктивные изменения основных элементов клеточных стенок обессахаренной свекловичной стружки (гемицеллюлозы, целлюлозы, лигнина) и получением более развитой поверхности пищевых волокон, что приводит к увеличению их водосвязывающей способности. При температурах менее 50 °С создаются более благоприятные условия перехода протопектина в пектин, что также может благоприятно влиять на водосвязывающую способность порошка пищевого свекловичного. Установление данной сложной зависимости показывает необходимость осуществления многокритериальной оптимизации для подбора режимов

гидролиза для формирования оптимальных технофункциональных свойств порошка пищевого свекловичного.

Таким образом, анализ сечений (рис.3.16-3.18), выполненных по модели 3.7, показывает, что изменения водосвязывающей способности порошка пищевого свекловичного от температуры гидролиза обусловлено особенностями химического состава исходного сырья – сухой обессахаренной стружки. Более определенно видно влияние рН-среды, находящейся в пределах 5-6.

Широко исследована способность пищевого сырья богатого пищевыми волокнами к связыванию и выведению из организма пестицидов, тяжелых металлов и радионуклидов [17, 100, 103, 105, 371]. Считается, что механизм данного процесса основан на катионообменных свойствах пищевых волокон [103]. Сорбционная способность пищевых волокон сырья имеет комплексный характер и зависит от их природы, рН-среды, температуры и др.

*Исследование влияния кислотно-термической модификации на сорбционную способность порошка пищевого свекловичного.* Исследования проводили путем определения его способности к сорбированию нитрата натрия ( $\text{NaNO}_3$ ) из водных растворов.

Математическая модель второго порядка, после исключения незначимых переменных (приложение 6), характеризующая влияние исследуемых факторов на сорбционную способность порошка пищевого свекловичного имеет вид:

$$Y_2 = 0,055 - 0,004X_1^2 - 0,005X_2 - 0,003X_2^2 - 0,007X_3^2 \quad (3.8)$$

Графическое изображение линий равного выхода, построенных по модели 3.8, приведено на рисунках 3.19–3.21.

Установлено, что зависимость сорбционной способности порошка пищевого свекловичного от рН среды и продолжительности гидролиза имеет экстремальный характер, достигая максимальных значений при рН 4,5-5,5 и продолжительности гидролиза до 40 минут (рис. 3.19).



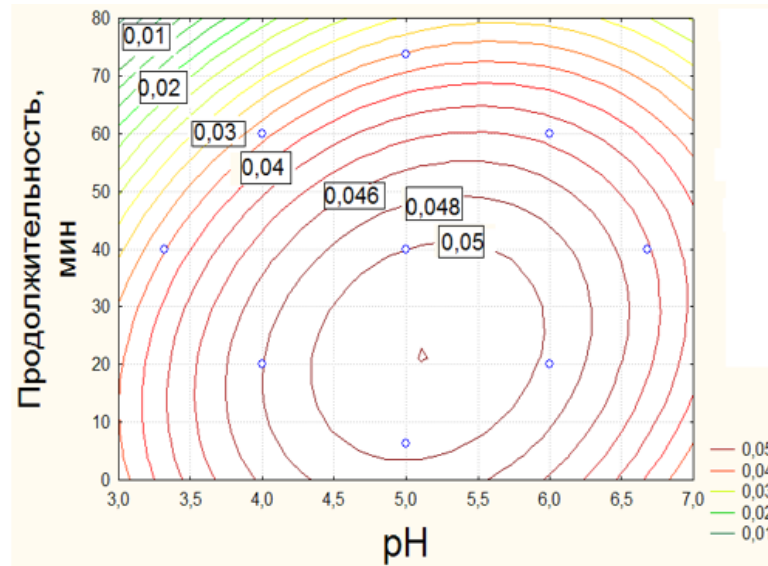


Рисунок 3.19 – Зависимость сорбционной способности порошка пищевого свекловичного от pH и продолжительности гидролиза

Определено, что зависимость сорбционной способности порошка пищевого свекловичного от pH среды и температуры имеет экстремум-максимум при pH от 4,5-5,0 и температуре от 40-60 °C (рис.3.20).

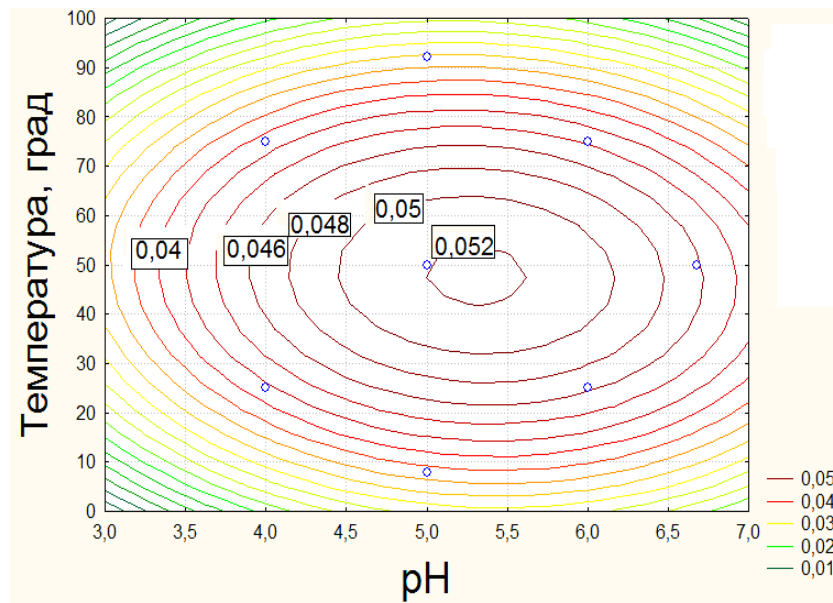


Рисунок 3.20 – Зависимость сорбционной способности порошка пищевого свекловичного от pH и температуры

Установлена максимальная экстремальная зависимость сорбционной способности порошка пищевого свекловичного при температуре 40-55 °C и продолжительности гидролиза до 40 минут. (рис.3.21).

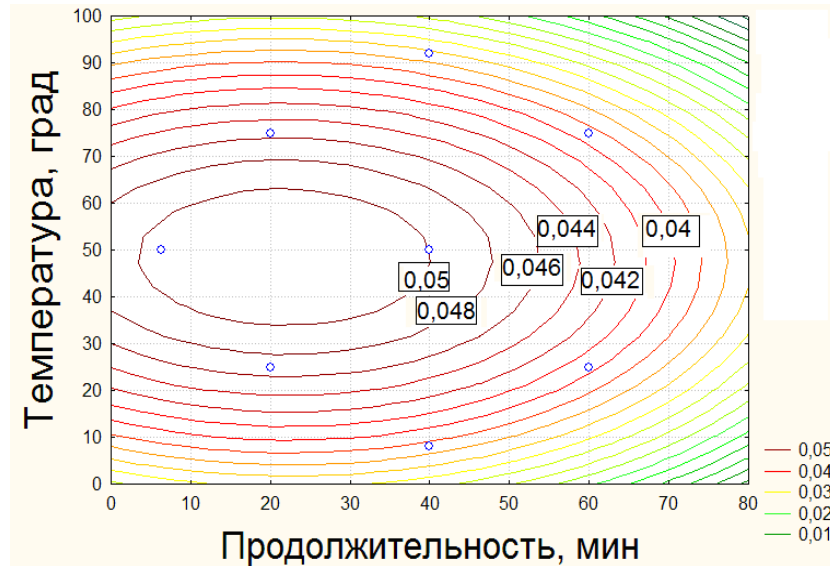


Рисунок 3.21 – Зависимость сорбционной способности порошка пищевого свекловичного от продолжительности гидролиза и температуры

Таким образом, анализ данных сечений (рис.3.19-3.21), выполненных по модели 3.8, показывает, что показатель сорбционной способности порошка пищевого свекловичного имеет максимальное значение при рН 4,5-5,5, продолжительности гидролиза до 40 минут и температуре 40-60 °С.

*Исследование влияния кислотно-термической модификации на содержание водорастворимых пектиновых веществ в порошке пищевом свекловичном.* Чувствительность пектиновых веществ к рН-среде исследовалась рядом ученых [87, 99, ]. П.М. Силиным [363] с сотрудниками установлено, что скорость перехода пектиновых веществ в раствор медленнее всего происходит в слабокислых средах, возрастая в кислых и щелочных и более всего в нейтральных. На скорость гидролиза протопектина в значительной степени влияет повышение температуры, при этом скорость тем выше, чем дольше продолжительность воздействия. Это показывает, что режимы кислотно-термической модификации будут оказывать значительное влияние на экстракцию пектиновых веществ из сухой обессахаренной свекловичной стружки.

Обработка данных эксперимента при помощи программы Statistica 12.0, после исключения незначимых переменных (приложение 6) привела к

получению математической модели второго порядка, характеризующей влияние режимов кислотнo-термической модификации (рН, продолжительности гидролиза и температуры) на накопление содержания водорастворимых веществ порошка пищевого свекловичного ( $Y_3$ ):

$$Y_3 = 4,72 + 0,92X_1 - 0,65X_1^2 - 0,771X_2^2 - 1,35X_3^2 \quad (3.9)$$

Графическая интерпретация экспериментальных данных в виде сечений представлена на рисунках 3.22–3.24.

В порошке пищевом свекловичном определен максимум содержания водорастворимых пектиновых веществ при воздействии рН 4,5-5,5 и продолжительности гидролиза до 70 минут (рис. 3.22).. Полученные данные коррелируют с результатами экспериментов, полученными другими исследователями [363].

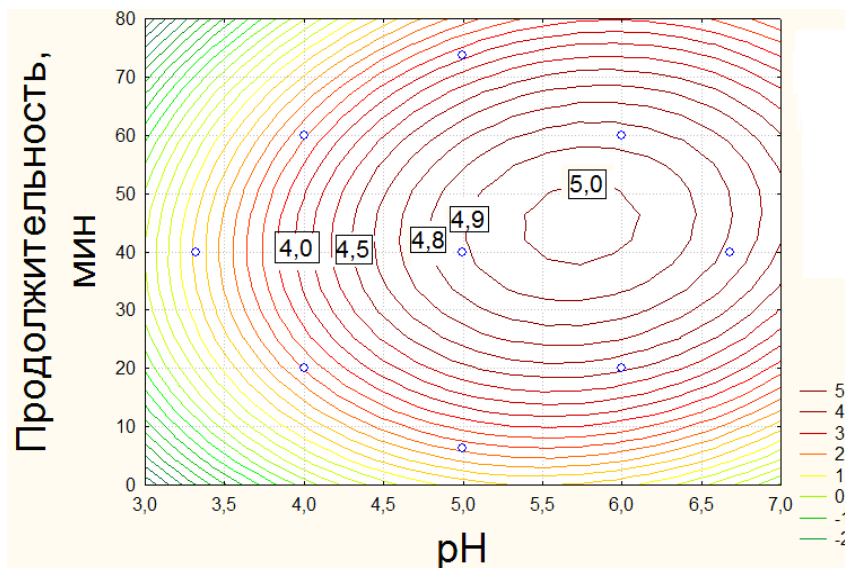


Рисунок 3.22 – Зависимость содержания водорастворимых пектиновых веществ в порошке пищевом свекловичном от продолжительности гидролиза и рН

Определено, что максимальное количество водорастворимых пектиновых веществ в порошке пищевом свекловичном сохраняется при рН 4,5-5,5 и температуре 40-75 °С (рис. 3.23).

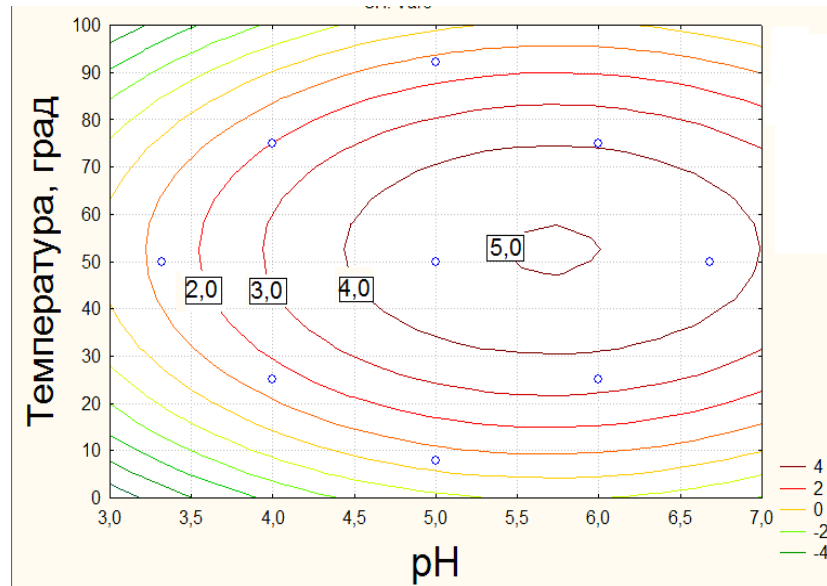


Рисунок 3.23 – Зависимость содержания водорастворимых пектиновых веществ в порошке пищевом свекловичном от продолжительности гидролиза и температуры

Как показано на рисунке 3.24 водорастворимые пектиновые вещества в порошке пищевом свекловичном в максимальном количестве сохраняются при продолжительности гидролиза 30-60 минут и температуре 40-75 °С.

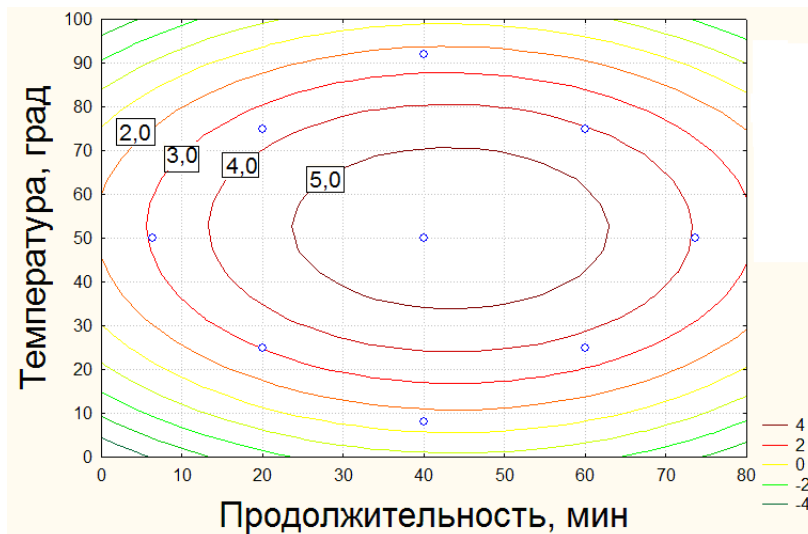


Рисунок 3.24 – Зависимость содержания водорастворимых пектиновых веществ в порошке пищевом свекловичном от продолжительности гидролиза и температуры

Таким образом, анализ данных сечений (рис.3.22-3.24), выполненных по модели 3.9, показывает, что максимальное количество водорастворимых пектиновых веществ в сухой обессахаренной свекловичной стружке

сохраняется при рН 4,5-5,5, продолжительности гидролиза до 70 минут и температуре 40-75 °С.

**Оптимизация кислотно-термической модификации сухой обессахаренной свекловичной стружки для получения порошка пищевого свекловичного.** Поиск оптимальных условий кислотно-термической модификации произвели осуществляли путем канонического анализа уравнений регрессии 3.7, 3.8, 3.9. Проведенные расчеты, дали следующие результаты:

- водосвязывающая способность:

$$Y_1 - 5,113 = 0,088X_1^2 - 0,008X_2^2 - 0,309X_3^2 \quad (3.10)$$

- сорбционная способность:

$$Y_2 - 0,057 = -0,004X_1^2 - 0,003X_2^2 - 0,007X_3^2 \quad (3.11)$$

- содержание водорастворимых пектиновых веществ:

$$Y_3 - 5,046 = -0,65X_1^2 - 0,771X_2^2 - 1,35X_3^2 \quad (3.10)$$

Анализ полученных уравнений и поверхностей отклика позволил сделать следующие выводы:

1. Поверхность равных значений отклика для водосвязывающей способности порошка пищевого свекловичного имеет вид однополосного гиперболоида. Гиперболоид вытянут по оси, имеющей наименьшее значение коэффициента уравнения 3.10. В таком случае параметр оптимизации – водосвязывающая способность порошка пищевого свекловичного должен определяться при ограничениях налагаемых величиной «звездного плеча».

2. Поверхность равных значений отклика для сорбционной способности порошка пищевого свекловичного и содержания в нем водорастворимых пектиновых веществ имеет вид эллипсоида с экстремумом

вблизи центра эксперимента. Эллипсоиды имеют вытянутую форму по оси, имеющей наименьшее абсолютное значение коэффициента в каноническом уравнении. Для сорбционной способности поиск максимума по осям  $X_1$  и  $X_2$ .

Компромиссные задачи, связанные с рассмотрением нескольких функций отклика, целесообразно решать, пользуясь методом неопределенных множителей Лагранжа. Данный метод основан на применении множителей для поиска экстремальных значений функции, подчиненных связям, которые накладываются определенными соотношениями [61, 94].

Многокритериальную оптимизацию режимов получения порошка пищевого свекловичного осуществляли путем поиска экстремальных значений [15] для содержания водорастворимых пектиновых веществ при ограничениях на величину критериев оптимизации водосвязывающей и сорбционной способности. Расчеты производили с помощью программы Excel 2015, процедура решения приведена в приложении 7.

Таким образом, определены технологические режимы получения порошка пищевого свекловичного с высокими показателями водосвязывающей, сорбционной способности и количеством пектиновых веществ: рН от 5,067 до 5,68, продолжительность гидролиза от 22,4 до 27,4 минут, температура – 74 °С [37].

В результате проведенных экспериментальных исследований была разработана принципиальная схема получения порошка пищевого свекловичного методом кислотно-термической модификации, приведенная на рисунке 3.25

Сухая обессахаренная свекловичная стружка с содержанием сухих веществ 86% - 88 % подвергается кислотно-термической модификации раствором уксусной кислоты при гидромодуле 1:5, рН 5,0-5,7 и температуре 72-74 °С, в течение 22-27 минут. По окончании процесса полупродукт прессуют до содержания сухих веществ 20% - 25 %. Для экономии сырьевых ресурсов прессовый раствор уксусной кислоты используют в замкнутом контуре с пополнением его свежим раствором уксусной кислоты для

установления заданной величины рН. Это позволяет произвести экономию уксусной кислоты в технологическом процессе.

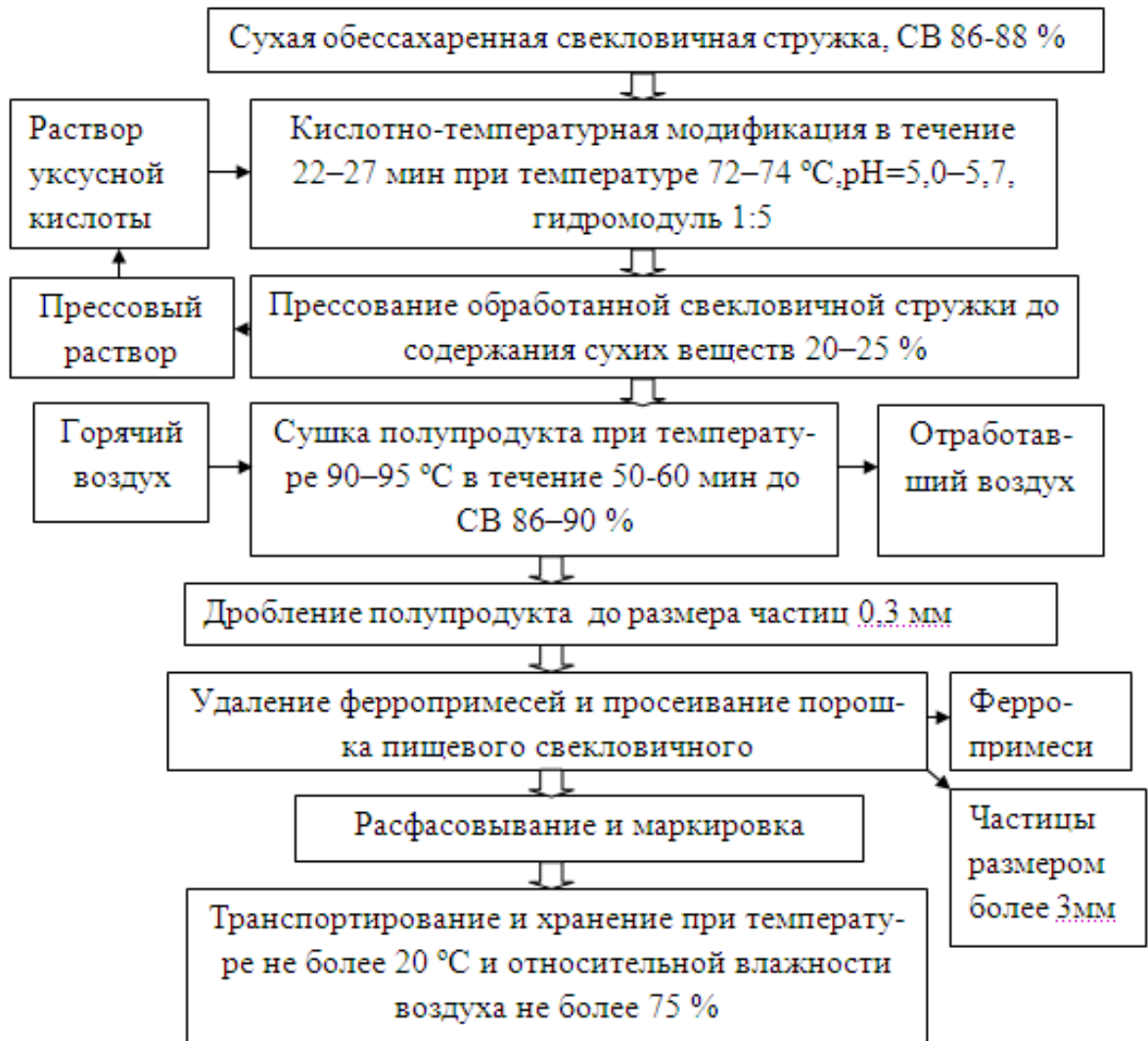


Рисунок 3.25 –Принципиальная технологическая схема производства порошка пищевого свекловичного методом кислотно-термической модификации

Сушка полученного полупродукта является важным технологическим этапом. В технологическом процессе рекомендованы режимы сушки пищевых порошков из сахарной свеклы, разработанные В.А. Колесниковым, Ю.И. Молотилиным и др.: температура 90-95 °C, продолжительность 60 минут, статический режим при толщине слоя не более 10 мм [266]. В результате высушивания получается полупродукт светло-серого цвета.

После завершения сушки полупродукт дробится до размера частиц 0,3 мм, просеивается с удалением ферропримесей, расфасовывается и отправляется на хранение. Режимы хранения: температура не более 20 °С, влажность воздуха не более 75 % в чистых, проветриваемых складских помещениях без посторонних запахов.

Для разработки аппаратурно-технологической схемы производства порошка пищевого свекловичного было использовано типовое технологическое оборудование пищевой промышленности. Схема приведена в приложении 8. Разработана нормативная документация ТУ 9112-304-02069036 Порошок пищевой свекловичный «Сахарные волокна» (приложение 4). Акт промышленной апробации приведен в приложении 5.

***Моделирование водоудерживающей и сорбционной способности порошка пищевого свекловичного путем экструзионной обработки.***

Моделирование технофункциональных свойств порошка пищевого свекловичного осуществляли с целью получения нового продукта с улучшенными показателями водоудерживающей и сорбционной способности.

Экструзионная обработка применяется для изменения технофункциональных свойств широкого спектра продуктов [429].

Экструзию порошка пищевого свекловичного реализовывали в условиях ООО «Звягинский крахмальный завод» на экструдере ШТАК-80М. В качестве структурообразователя применяли кукурузный крахмал высшего сорта (ГОСТ 32159-2013), вырабатываемый на данном предприятии.

Кукурузный крахмал применяется в пищевой промышленности для производства широкого спектра пищевых продуктов, выполняя функции структурообразователя, загустителя, наполнителя, стабилизатора [11]. Кроме того, умеренное потребление кукурузного крахмала способствует профилактике атеросклероза сосудов, снижению аппетита, уменьшению секреции желчи, хронических стрессах и др. [44]. Воздействие на кукурузный крахмал в смеси с порошком свекловичным экструзионной



обработкой позволит получить новое модифицированное сырье для композиционных мучных смесей для хлебобулочных изделий.

Процесс экструзионной обработки осуществляли следующим образом. Порошок пищевой свекловичный смешивали с кукурузным крахмалом и осуществляли увлажнение смеси в диапазоне от 20 % до 25 %. Возможность экструзии обеспечивалась следующими параметрами: соотношение порошка пищевого свекловичного и кукурузного крахмала 55:45, диаметр фильеры экструдера 6 мм, давление прессования 24 МПа. Варьировали температуру смеси перед матрицей экструдера от 160 до 200 °С. Оценку качества экструдата осуществляли по показателю индекса расширения, определяемого, как отношение диаметра экструдата к диаметру фильеры [386].

Исследование влияния массовой доли влаги на индекс расширения экструдата проводили при температуре смеси перед матрицей экструдера 170 °С и давлении прессования 24 МПа. Результаты исследований приведены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Влияние массовой доли влаги смеси кукурузного крахмала и порошка пищевого свекловичного на индекс расширения экструдата

| Наименование показателя | Массовая доля влаги, % |           |          |          |
|-------------------------|------------------------|-----------|----------|----------|
|                         | 20,0                   | 25,0      | 30,0     | 35,0     |
| Индекс расширения       | 106,0±3,2              | 100,0±4,1 | 86,6±2,7 | 70,0±2,8 |

Определено, что увеличение массовой доли влаги экструдированной смеси снижает индекс расширения экструдата. Известно, что индекс расширения экструдатов обусловлен степенью превышения массовой доли влаги экструдированной смеси над количеством влаги, необходимым для гидратации полимеров. При этом, большее или меньшее отклонение количества влаги от оптимального будет вызывать снижение порообразования экструдата [386]. Проведенные исследования показали, что

оптимальной массовой долей влаги в экструдруемой смеси является 20 % - 25 %.

На индекс расширения экструдатов также влияет такой фактор, как температура перед матрицей экструдера. Исследование данного параметра на индекс расширения экструдата проводили при массовой доли влаги в смеси  $22\pm 2\%$  и давлении в головке экструдера перед матрицей экструдера 24 МПа. Результаты исследований приведены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Влияние температуры смеси кукурузного крахмала и порошка пищевого свекловичного перед матрицей экструдера на индекс расширения экструдата

| Наименование показателя | Температура, °С |              |                |               |             |
|-------------------------|-----------------|--------------|----------------|---------------|-------------|
|                         | 160             | 170          | 180            | 190           | 200         |
| Индекс расширения       | $96\pm 2,7$     | $100\pm 4,1$ | $106,6\pm 2,3$ | $103 \pm 1,7$ | $98\pm 1,6$ |

Установлено, что максимальный индекс расширения экструдата наблюдается при температуре смеси кукурузного крахмала и порошка пищевого свекловичного перед матрицей экструдера  $180\pm 10$  °С. Данная температура обуславливает максимальную скорость сдвига при течении расплавленного материала, что способствует обеспечению максимальной деформации компонентов экструдруемой смеси и положительному влиянию на индекс расширения экструдата.

Таким образом, в результате проведенных исследований влияния режимов экструзии на качество экструдата из смеси кукурузного крахмала и порошка пищевого свекловичного установлены следующие оптимальные параметры процесса: соотношение порошка пищевого свекловичного и кукурузного крахмала в смеси 55:45, массовая доля влаги экструдруемой смеси 20 % - 25 %, диаметр фильеры экструдера 6 мм, давление прессования 24 МПа, температура смеси  $180\pm 10$  °С.

На основании проведенных исследований разработана принципиальная схема производства экструдированного порошка пищевого свекловичного, представленная на рисунке 3.26.

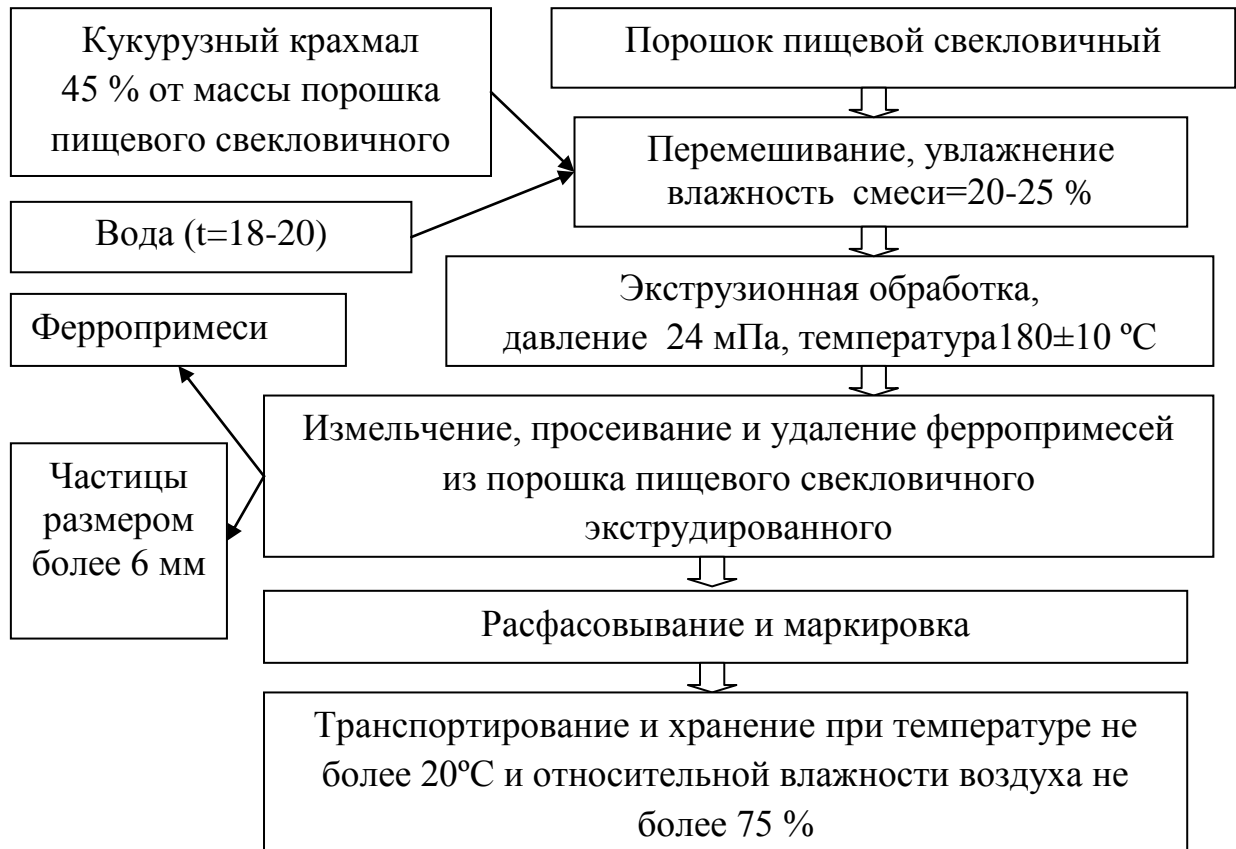


Рисунок 3.26 – Принципиальная технологическая схема производства порошка пищевого свекловичного экструдированного

Для разработки аппаратно-технологической схемы производства порошка пищевого свекловичного экструдированного было использовано типовое технологическое оборудование пищевой промышленности. Схема приведена в приложении 9. Разработана техническая документация ТУ 9112-304-02069036 Порошок пищевой свекловичный «Сахарные волокна» экструдированный (приложение 5). Новизна проведенных исследований подтверждается получением патента РФ № 2558224 [287] . акт промышленной апробации приведен в приложении 5. В результате апробации было установлено, что выход порошка пищевого свекловичного экструдированного составляет в среднем 95 % от массы экструдированной смеси.

Сравнительная оценка углеводного состава и технофункциональных свойств порошка пищевого свекловичного, порошка пищевого свекловичного экструдированного и сухой обессахаренной свекловичной стружки приведено в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Сравнительная оценка водосвязывающей, сорбционной способности, содержания пектиновых веществ в сухой обессахаренной свекловичной стружке и порошках пищевых свекловичных

| Наименование показателей                            | Сухая обессахаренная свекловичная стружка | Порошок пищевой свекловичный | Порошок пищевой свекловичный экструдированный |
|---|---|------------------------------|---|
| Водосвязывающая способность, г/см <sup>3</sup>      | 4,2±0,2                                   | 5,3±0,2                      | 8,4±0,2                                       |
| Сорбционная способность, г/дм <sup>3</sup>          | 0,020±0,003                               | 0,057±0,002                  | 0,062±0,002                                   |
| Массовая доля холоцеллюлозы, %                      | 47,0±2,0                                  | 45,5±0,5                     | 29,5±1,5                                      |
| Массовая доля водорастворимых пектиновых веществ, % | 1,9±0,2                                   | 5,05±0,2                     | 1,1±0,2                                       |
| Массовая доля лигнина, %                            | 9,8±0,3                                   | 7,5±1,5                      | 3,0±0,2                                       |

Определено, что показатель водосвязывающей и сорбционной способности в порошках пищевых свекловичных неэкструдированных и экструдированных больше в 1,3-2 и 2,9-3,1 раза соответственно по сравнению с сырьевым ресурсом для их производства – сухой обессахаренной свекловичной стружкой. Экструзионная обработка повышает водосвязывающую и сорбционную способность порошка пищевого свекловичного в 1,6 и 1,1 раза соответственно по сравнению с порошком, не подвергнутым экструзии.

Содержание холоцеллюлозы (гемицеллюлоза+целлюлоза) в порошках пищевых свекловичных меньше, чем в сухой обессахаренной свекловичной стружке на 1,5-17,5 %. Количество водорастворимых пектиновых веществ в порошке пищевом свекловичном за счет кислотно-термической модификации увеличивается в 2,7 раза, а в результате экструзионной

обработки снижается в 1,7 раза по сравнению с исходным сырьем. Последнее обстоятельство связано с особенностями технологического процесса получения порошка пищевого свекловичного экструдированного, предусматривающим внесение кукурузного крахмала, для создания условий экструдирования. Массовая доля лигнина в порошках пищевых свекловичных снижается в 1,3-3,3 раза по сравнению с сухой обессахаренной свекловичной стружкой, что обусловлено ее разрушением в процессе кислотнo-термической модификации и особенностями проведения экструзии.

Таким образом, разработанные технологии получения порошков пищевых свекловичных из сухой обессахаренной стружки сахарной свеклы за счет использования научно-обоснованных методов физико-химической модификации основных компонентов исходного сырья (целлюлозы, гемицеллюлозы, лигнина, протопектина) позволили получить новые виды пищевого сырья с повышенной водоудерживающей, сорбционной способностью и увеличенным содержанием водорастворимых пектиновых веществ.

### **3.2 Технологии сухих завтраков из муки крупяных культур**

Мука из крупяных культур находит все более широкое применение для производства разнообразных продуктов питания, в том числе хлебобулочных изделий. Однако, отсутствие в данном сырье клейковины (или низкое ее хлебопекарное достоинство), пониженная амилолитическая активность ферментов и податливость крахмала их действию, низкая водонабухающая способность, а также значительное число дисульфидных связей в белковых веществах [395] накладывают определенные ограничения в использовании ее в хлебопечении. Проведенные во ВНИИХПе и Институте питания РАМН исследования показали, что наряду с вышеизложенными причинами наблюдается упрочнение белковых структур. Сущность этого явления состоит в следующей закономерности: изменение свойств белковых структур, а, следовательно, и качества готового продукта проявляются тем

сильнее, чем дальше по морфологии и биологической характеристике находятся источники белков сырья от белков типичных злаков и чем длительнее осуществляется контакт белковых веществ в сырье различного происхождения в процессе его совместной переработки. При контакте разнородных белковых веществ муки различных хлебных культур в тесте происходит изменение свойств белковых веществ хлебопекарной муки. Клейковина при этом становится более прочной и менее растяжимой [421, 425].

Вышесказанное вызывает необходимость разработки технологических приемов применения муки крупяных культур в составе мучных композитных смесей, не оказывающих отрицательного влияния на качество готовой хлебобулочной продукции.

В качестве такого приема в работе было выбрано изготовление из них заварки. Технологический прием заваривания части входящей в рецептуру муки является классическим для хлебопечения. При заваривании муки свойства ее компонентов значительно меняются: происходит клейстеризация и частичное осахаривание крахмала, набухание и частичная денатурация белка, накапливаются моно- и дисахариды, аминокислоты, происходит реакция меланоидинообразования. Заварка представляет собой новый сырьевой продукт с измененными физико-химическими и органолептическими свойствами по сравнению с исходным сырьем.

Заварка является обязательным компонентом заварных ржано-пшеничных хлебобулочных изделий [341, 342].

Известны различные способы приготовления заварок, отличающиеся порядком внесения и соотношением их сырьевых компонентов (муки, воды, пряностей), способами термообработки (продувкой горячим воздухом, паром, экструзией), продолжительностью осахаривания и заквашивания [71, 72, 274, 280], добавлением различных компонентов изменяющих их химический состав и свойства [5, 16, 260, 264, 268, 269, 270, 275, 313]

В работе в качестве опорной технологии была принята классическая технология приготовления заварки с ржаным ферментированным солодом

[341]. В соответствии с этой технологией мука и солод при непрерывном перемешивании заваривается водой с температурой 95-97 °С, оставляется для клейстеризации в течение 2-3 часов. За это время заваренная масса охлаждается до 63-65 °С, в нее вносят 5 % ржаной обдирной муки, как источник амилолитических ферментов для осахаривания. Осахаривание продолжается 1-2 часа.

### **3.2.1 Исследование углеводно-амилазного комплекса ржаной, рисовой, ячменной, гречневой и пшеничной муки**

Углеводно-амилазный комплекс – один из основных показателей хлебопекарных свойств муки, кроме того, от состояния углеводно-амилазного комплекса зависит интенсивность осахаривания заварок из муки и содержание в них вкусоароматических веществ.

Углеводно-амилазный комплекс муки ячменной характеризуется довольно высоким содержанием растворимых углеводов (2 % - 3 %) и крахмала (75 % - 80 %), а также низкой активностью амилолитических ферментов. Размер крахмала ячменя имеет значительные колебания. Чем мельче зерна крахмала ячменя, тем больше в нем более легко расщепляемой амилозы. Количество углеводов в муке рисовой выше, чем у остальных сравниваемых видах муки. Крахмал муки ячменной, гречневой, пшеничной – является терморезистентным углеводом, что обусловлено наличием в его составе амилопектина с разветвленным строением, на расщепление которого затрачивается больше времени. В состав углеводов муки ячменной, гречневой, пшеничной и рисовой входят так же и растворимые углеводы. В состав углеводного комплекса муки рисовой, ячменной и пшеничной входят пентозаны, муки ячменной –  $\beta$ -глюканы, способные образовывать высоковязкие растворы и обладающие функциональными свойствами. Все указанные особенности углеводного комплекса муки крупяных культур будут оказывать влияние на процесс приготовления из них заварок [11, 44, 401].

Большинство методов диагностики углеводно-амилазного комплекса муки основано на специальных приемах исследования с регулированием температуры [153]. Одним из таких показателей является число падения. Число падения является показателем вязкости, характеризующим степень разжижения клейстеризованной водно-мучной суспензии под воздействием температуры и/или ферментов, входящих в ее состав. Исследования проводили на приборе Амилотест в режиме 1 «Число падения».

Для исследования использовали муку ячменную, рисовую, гречневую и пшеничную, а также опытные образцы ячменной, рисовой, гречневой и пшеничной муки с заменой 5 % ржаной обдирной муки в общей массе, вносимой как источник ферментов. Контрольным являлся образец ржаной обдирной муки. Результаты исследований представлены на рисунке 3.27.

Определено, что в муке ячменной, гречневой и пшеничной число падения больше в 4,8, 10,5 и 2,2 раза, в муке рисовой – меньше в 1,5 раза, чем в ржаной обдирной муке. Это подтверждает литературные данные о терморезистентности крахмалов данных видов муки из ячменя, гречки и пшеницы. Рисовая мука при прогреве в виде суспензии дает жидкую клейстеризованную массу зафиксированную в виде минимального значения показателя числа падения на приборе Амилотест.

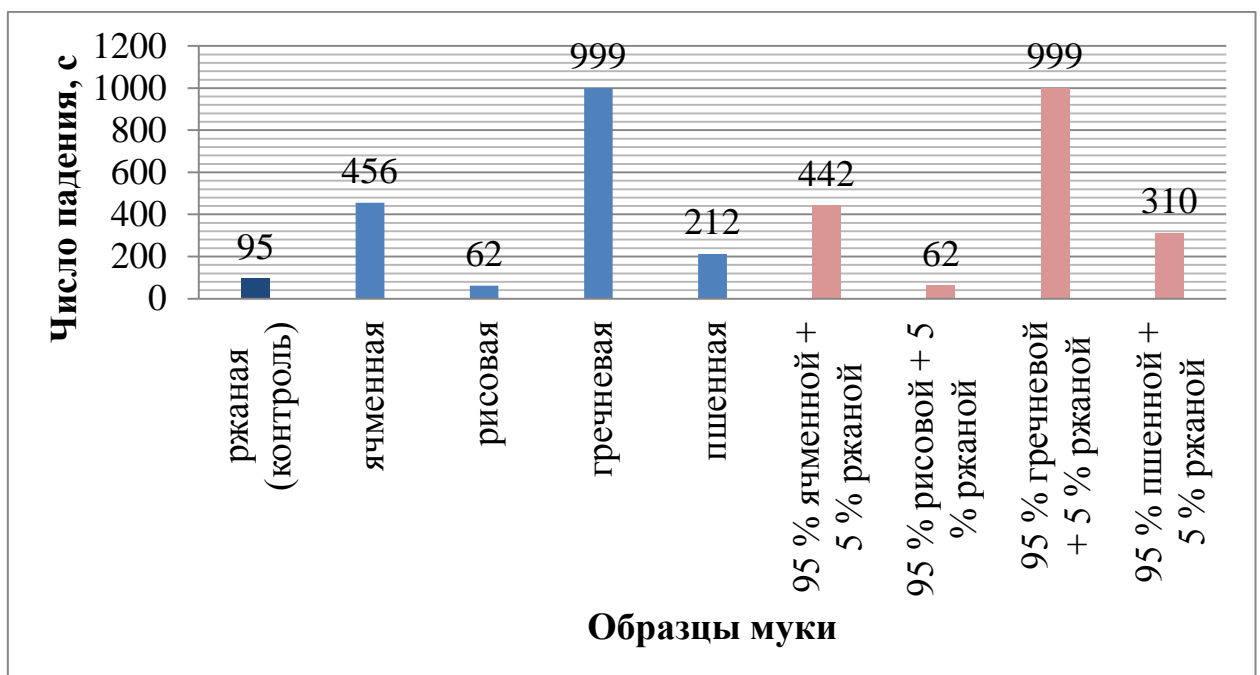


Рисунок 3.27 - Результаты исследования числа падения крупяной муки



Внесение ржаной обдирной муки способствовало снижению числа падения муки ячменной на 14 с, рисовой и гречневой – не повлияло, а пшеничной увеличило на 98 с. Это показывает, что амилолитические ферменты ржаной обдирной муки в большей степени комплиментарны к крахмалу муки ячменной, менее активны по сравнению с собственными ферментами муки пшеничной, а влияние на крахмал муки гречневой и рисовой не заметно при использовании данного приема.

Для более глубокого исследования углеводно-амилазного комплекса муки крупяных культур было проведено амилографическое исследование с помощью прибора «Амилотест» в режиме 2 «Амилограмма». Амилограммы муки ячменной и рисовой приведены на рисунке 3.28, пшеничной и гречневой на рисунке 3.29.

Установлено, что начальная температура клейстеризации муки ячменной и рисовой выше на 17,5 и 33,5 °С, гречневой и пшеничной – на 6 и 17 °С соответственно по сравнению с ржаной обдирной мукой.

При этом, температура максимальной вязкости выше у муки ячменной и гречневой в 1,1 и 1,4 раза, ниже у пшеничной и рисовой – в 1,1 и 1,4 раза соответственно по сравнению с контролем.

Исследование влияния смешивания муки крупяных культур с мукой ржаной обдирной как источником ферментов показало, что начальная температура клейстеризации у муки ячменной, рисовой, пшеничной и гречневой остается более высокой – на 14,5, 32, 4 и 16 °С больше соответственно по сравнению с ржаной обдирной мукой. Однако, по сравнению с первоначальными значениями (без ржаной муки) внесение ржаной муки способствует снижению начальной температуры клейстеризации у исследуемых видов крупяной муки на 1-3,5 °С, температуры максимальной вязкости – в 1,1-1,3 раза по сравнению с контролем.

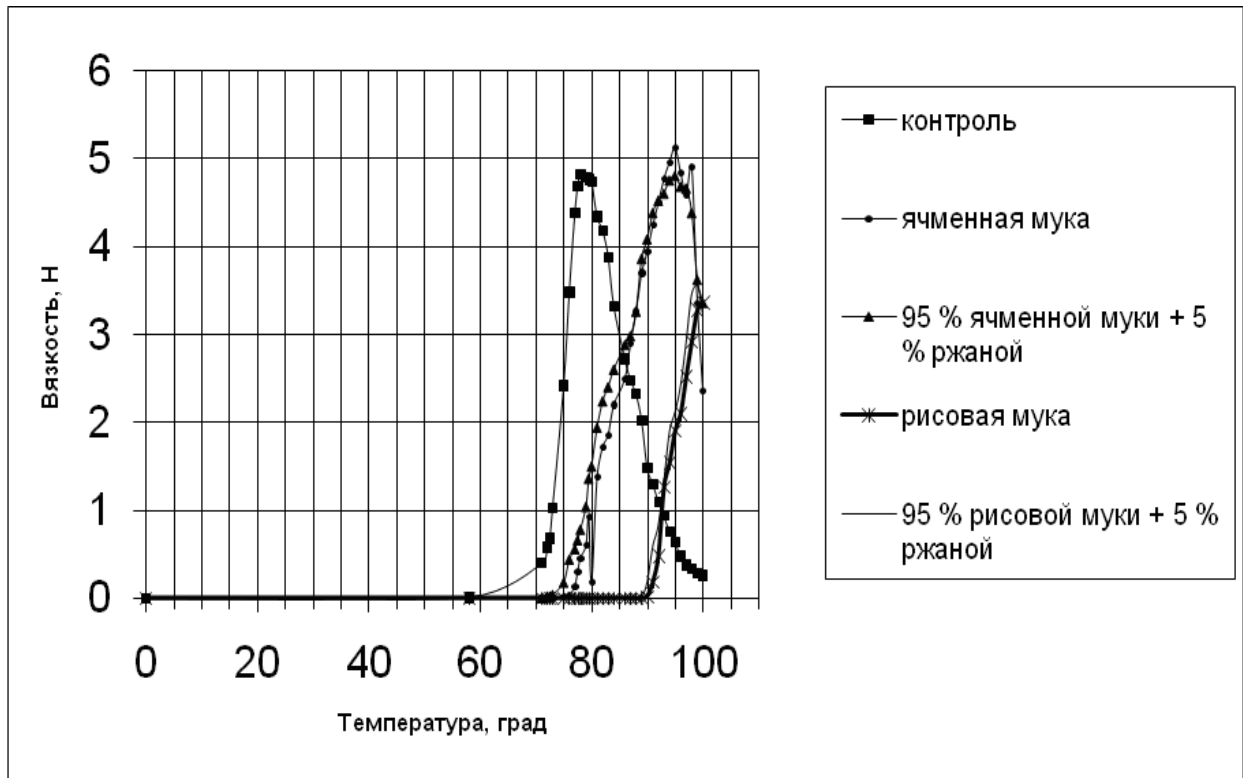


Рисунок 3.28 Амилограммы ячменной и рисовой муки

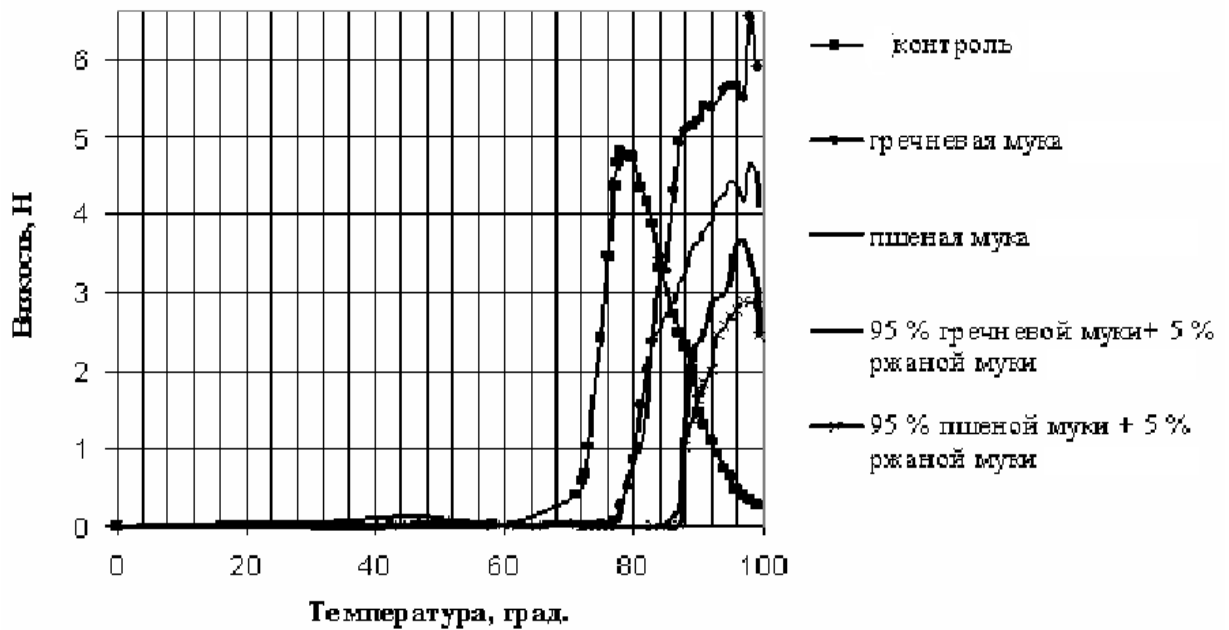


Рисунок 3.29 Амилограммы гречневой и пшеничной муки

Таким образом, амилограммы дают более детальную картину клейстеризации и разжижения муки крупяных культур, которые позволяют

сделать следующее заключение. Крахмалы данного сырья более термостабильны, для их клейстеризации и разжижения требуется более длительное время. Внесение ржаной обдирной муки, как доступного и дешевого источника амилолитических ферментов в некоторой степени ускоряет этот процесс и увеличивает разжижение клейстеризуемой массы. Проведенные исследования показали, что особенности крахмальной составляющей муки крупяных культур требуют увеличения продолжительности приготовления заварок из них.

### **3.2.2 Приготовление заварок из ячменной, рисовой гречневой и пшеничной муки, определение их качественных показателей**

Для приготовления заварок использовали ячменную, рисовую, гречневую, пшеничную, ржаную обдирную муку и ржаной сухой размолотый ферментированный солод. Рецептура заварок представлена в таблице 3.9.

Приготовление заварок осуществляли путем тщательного смешивания муки крупяных культур с ржаным ферментированным солодом и водой, имеющей температуру 95-97 °С, охлаждения заварок до температуры 60-63 °С, внесения ржаной обдирной муки, и выдерживания для осахаривания в течении 100-120 минут.

Амилолитическое расщепление крахмальной фракции муки при приготовлении заварок способствует накоплению водорастворимых сахаров. Динамика накопления сахаров в заварках из муки ячменной, рисовой, гречневой и пшеничной муки определялась методом горячего титрования. Контрольным образцом являлся образец заварки из ржаной обдирной муки с добавлением ржаного ферментированного солода, приготовленный в соответствии с [341], с продолжительностью осахаривания 120 минут.

Таблица 3.9 – Рецептуры и нормы расхода сырья на выработку заварок из муки крупяных культур

| Наименование сырья            | Массовая доля влаги, % | Закладка сырья для приготовления заварок на 100 кг муки и зернового сырья, кг |                   |          |                   |          |                   |           |                   |
|-------------------------------|------------------------|---|-------------------|----------|-------------------|----------|-------------------|-----------|-------------------|
|                               |                        | ячменной  |                   | рисовой  |                   | пшениной |                   | гречневой |                   |
|                               |                        | в натуре  | в сухих веществах | в натуре | в сухих веществах | в натуре | в сухих веществах | в натуре  | в сухих веществах |
| Мука ячменная                 | 14,5                   | 90,0  | 77,4              | -        | -                 | -        | -                 | -         | -                 |
| Мука рисовая                  | 9,0                    | -   | -                 | 90,0     | 81,9              | -        | -                 | -         | -                 |
| Мука пшеничная                | 14,5                   | -   | -                 | -        | -                 | 90,0     | 77,4              | -         | -                 |
| Мука гречневая                | 9,0                    | -   | -                 | -        | -                 | -        | -                 | 90,0      | 81,9              |
| Солод ржаной ферментированный | 14,5                   | 5,0   | 4,3               | 5,0      | 4,3               | 5,0      | 4,3               | 5,0       | 4,3               |
| Мука ржаная обдирная          | 14,5                   | 5,0   | 4,3               | 5,0      | 4,3               | 5,0      | 4,3               | 5,0       | 4,3               |
| Вода                          |                        | 400   |                   |          |                   |          |                   |           |                   |

Массовая доля влаги в контрольном образце заварки 75 %, опытных – 78 % - 80 %. Окончанием процесса осахаривания считали достижение содержания редуцирующих сахаров в опытных образцах заварок, близким контрольному образцу. Результаты исследований представлены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Влияние длительности осахаривания заварки на накопление в ней редуцирующих сахаров

| Длительность осахаривания, мин | Содержание сахаров в заварках, % |                  |                 |                   |                   |
|--------------------------------|----------------------------------|------------------|-----------------|-------------------|-------------------|
|                                | из ржаной муки (контроль)        | из ячменной муки | из рисовой муки | из гречневой муки | из пшеничной муки |
| 30                             | 6,6±0,5                          | 7,0±0,5          | 5,4±0,5         | 6,3±0,5           | 7,1±0,5           |
| 60                             | 7,5±0,5                          | 7,3±0,5          | 8,2±0,5         | 7,0±0,5           | 8,1±0,5           |
| 90                             | 8,4±0,5                          | 7,9±0,5          | 9,3±0,5         | 7,2±0,5           | 8,9±0,5           |
| 120                            | 8,7±0,5                          | 8,0±0,5          | 9,7±0,5         | 7,9±0,5           | 8,7±0,5           |
| 150                            | -                                | 8,2±0,5          |                 | 8,1±0,5           |                   |
| 180                            | -                                | 8,8±0,5          |                 | 8,5±0,5           |                   |

Установлено, что через 30 минут осахаривания наименьшее содержание редуцирующих сахаров наблюдалось в рисовой заварке, максимальное - в заварках из муки ячменной и пшеничной, что обусловлено большим содержанием растворимых углеводов в данных видах муки по сравнению с ржаной обдирной мукой. Накопление редуцирующих сахаров наиболее медленно происходило в заварках из муки ячменной и гречневой, что связано с наибольшей термостабильностью и устойчивостью к гидролизу крахмала данных видов сырья, обусловленных наличием большего количества в них разветвленной амилопектиновой фракции [78, 152, 193, 196, 387]. Это хорошо видно на амилограммах данных видов муки, определенных ранее.

Заварки в хлебопечении применяются для придания сладковатого вкуса хлебобулочным изделиям и питания бродильной микрофлоры, что показывает необходимость определения их углеводного состава и количества аминного азота.. Результаты исследований представлены на рисунках 3.30 и 3.31.

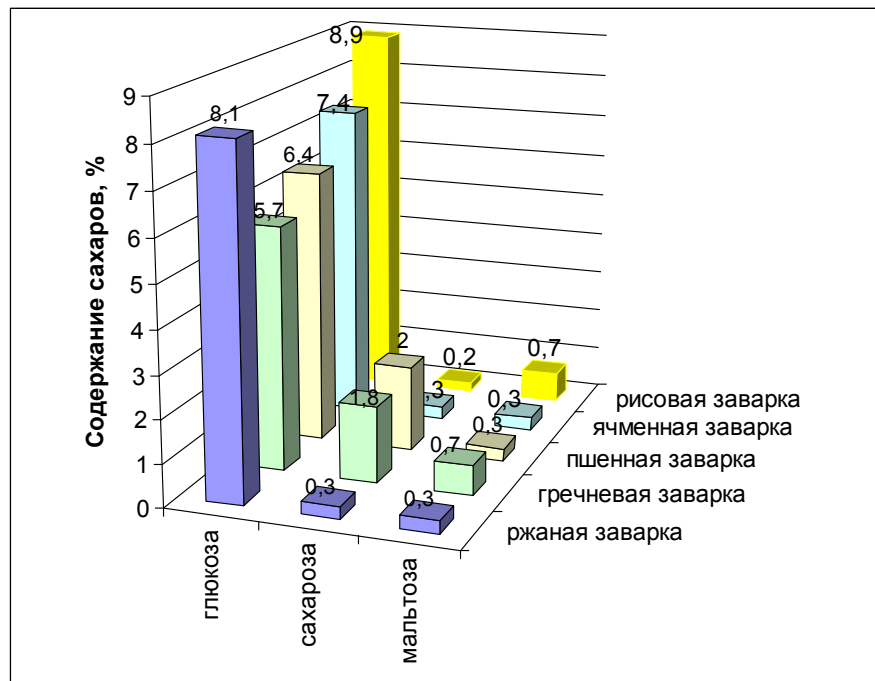


Рисунок 3.30 – Углеводный состав заварок из муки крупяных культур

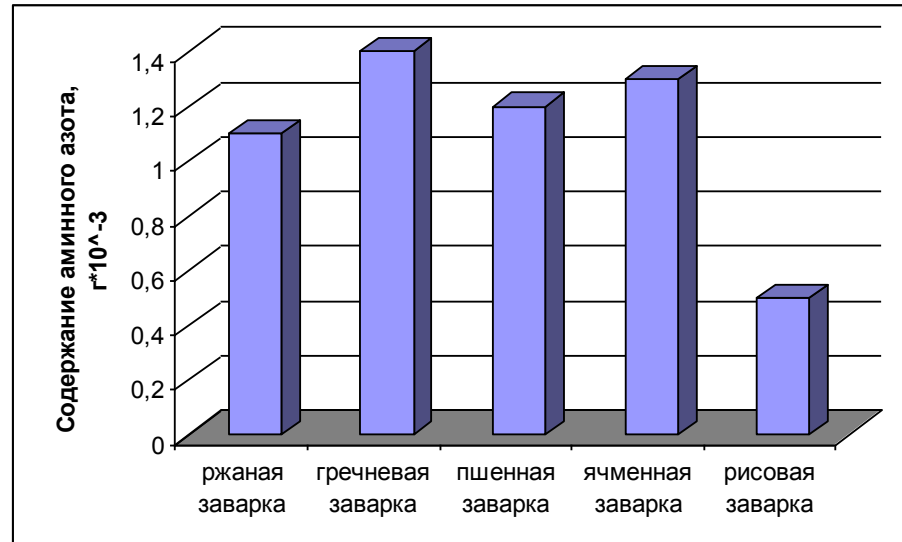


Рисунок 3.31 – Содержание аминного азота в заварках из муки крупяных культур

Определено, что во всех видах заварки в основном содержится глюкоза. Более высоким содержанием сахарозы отличаются пшеничная и гречневая, мальтозы – рисовая и гречневая заварки.

Количество аминного азота в заварках из муки гречневой, пшеничной и ячменной больше на 5,2 % -16,6 %, а из муки рисовой в 2,2 раза меньше, чем у контрольного образца. Низкое содержание аминного азота в рисовой заварке обусловлено меньшим количеством белка и, возможно, низкой активностью протеолитических ферментов в ней из всех сравниваемых образцов. Большее содержание аминного азота в гречневой, пшеничной и ячменной заварках обусловлено, высоким количеством белка в них по сравнению с ржаной обдирной мукой, и, возможно, более высокой активностью протеолитических ферментов в сырье для данных заварок.

Органолептические показатели заварок из рисовой, ячменной, пшеничной, гречневой муки представлены в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Органолептические показатели заварок из муки ячменной, рисовой, гречневой и пшеничной

| Наименование показателя | Характеристика заварки из муки                   |   |  |  |
|-------------------------|--|---|--|--|
|                         | рисовой  | ячменной                                    | гречневой  | пшеничной  |
| Внешний вид             | Сметанообразная масса, без посторонних включений |   |  |  |
| Цвет                    | Темно-коричневый                                 |   |  |  |
| Запах                   | С запахом солода, без посторонних запахов        | С запахом солода, без посторонних запахов   | С запахом солода и выраженным запахом гречневой муки, без посторонних запахов  | С запахом солода и выраженным запахом пшеничной муки, без посторонних запахов  |
| Вкус                    | Хлебный, сладкий, без посторонних привкусов      | Хлебный, сладкий, без посторонних привкусов | Хлебный, сладкий с выраженным вкусом гречневой муки, без посторонних привкусов | Хлебный, сладкий с выраженным вкусом пшеничной муки, без посторонних привкусов |

Определено, что рисовая и ячменная заварка не имеют особенностей вкуса и запаха, а гречневая и пшеничная характеризуются приятным запахом используемой муки, что позволит, при их применении менять органолептические показатели готовых заварных хлебобулочных изделий.

Заварки из муки крупяных культур можно использовать в нативном виде. Применение их позволяет получить ржано-пшеничные хлебобулочные изделия с физико-химическими показателями качества не ниже чем при использовании классической заварки из ржаной обдирной муки. Результаты исследований применения данных заварок в нативном виде приведены в работах опубликованных автором [25, 26, 38, 39, 41, 367].

На способ производства заварных хлебобулочных изделий с заваркой из муки пшеничной получен патент РФ № 2409954 [281], на способ производства заварного хлеба с гречневой заваркой – патент РФ № 2430527 [283], на способ производства хлеба с рисовой заваркой – патент РФ №

2429622 [282], на состав для производства ячменной заварки патент РФ 2509465 [286].

### **3.2.3 Разработка способа получения сухих заварок из ячменной, рисовой, гречневой и пшеничной муки**

Для поликомпонентных мучных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий применяемые рецептурные компоненты должны иметь массовую долю влаги не более 15 % и сыпучую консистенцию. Для разработки сырьевого компонента в таком физическом виде заварки из муки ячменной, рисовой, гречневой и пшеничной подвергли высушиванию в конвективной сушилке при температуре 90 °С в течение 12 часов. Заварку размещали на кассеты сушилки слоем 15-20 мм. В процессе высушивания в заварках из муки крупяных культур исследовали изменение массовой доли влаги, титруемую кислотность и содержание бисульфитсвязывающих соединений. Результаты исследований приведены в таблице 3.12.

Данные таблицы 3.12 показывают, что достижение высушиваемыми заварками из муки крупяных культур влажности менее 15 % в конвективной сушилке возможно через 12 часов высушивания. В процессе высушивания титруемая кислотность заварок увеличивается на 2-5 градусов. Содержание бисульфитсвязывающих соединений в течение 4-5 часов высушивания увеличивается в 1,5-2 раза, а затем начинает снижаться, достигая практически первоначального значения. Увеличение содержания бисульфитсвязывающих соединений в течение 4-5 часов высушивания обусловлено реакцией Майяра между редуцирующими сахарами и аминокислотами заварки, так как для протекания этой реакции имеются благоприятные условия – влажность 38 % - 54 % и температура высушивания 90 °С [145]. Снижение содержания бисульфитсвязывающих соединений через указанное время высушивания обусловлено улетучиванием части карбонильных соединений в результате повышения температуры слоя высушиваемого продукта.



Таблица 3.12 – Результаты исследований изменения массовой доли влаги, титруемой кислотности и содержания бисульфитсвязывающих соединений в зависимости от продолжительности высушивания заварок из муки крупяных культур

| Наименование показателей                                    | Продолжительность высушивания заварок, ч |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|---|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|   | 0  | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        | 9        | 10       | 11       | 12       |
| Массовая доля влаги, %                                      | <b>ячменной</b>                          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|   | 78,0±0,5                                 | 65,3±0,5 | 52,0±0,5 | 44,1±0,5 | 42,1±0,5 | 40,2±0,5 | 36,7±0,5 | 36,0±0,5 | 32,0±0,5 | 28,4±0,5 | 22,1±0,5 | 16,3±0,5 | 13,5±0,5 |
|   | 7,9±0,2                                  | 8,2±0,2  | 8,4±0,2  | 8,3±0,2  | 8,2±0,2  | 8,5±0,2  | 9,0±0,2  | 9,0±0,2  | 9,0±0,2  | 9,1±0,2  | 9,2±0,2  | 9,0±0,2  | 9,1±0,2  |
| Содержание бисульфитсвязывающих соединений, мг-экв/100 г СВ | <b>рисовой</b>                           |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|   | 2,7±0,03                                 | 3,2±0,03 | 3,6±0,03 | 3,8±0,03 | 3,8±0,03 | 3,9±0,03 | 3,6±0,03 | 3,4±0,03 | 3,3±0,03 | 3,0±0,03 | 2,7±0,03 | 2,7±0,03 | 2,6±0,03 |
|   | 80,0±0,5                                 | 64,2±0,5 | 56,2±0,5 | 44,0±0,5 | 38,2±0,5 | 34,6±0,5 | 34,2±0,5 | 22,2±0,5 | 20,2±0,5 | 16,6±0,5 | 14,2±0,5 | 13,1±0,5 | 12,2±0,5 |
| Содержание бисульфитсвязывающих соединений, мг-экв/100 г СВ | <b>пшеничной</b>                         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|   | 2,2±0,03                                 | 2,7±0,03 | 3,1±0,03 | 3,9±0,03 | 3,9±0,03 | 3,8±0,03 | 3,7±0,03 | 3,7±0,03 | 3,5±0,03 | 3,3±0,03 | 3,3±0,03 | 3,2±0,03 | 2,9±0,03 |
|   | 80,0±0,5                                 | 66,2±0,5 | 56,2±0,5 | 54,4±0,5 | 54,4±0,5 | 48,4±0,5 | 46,2±0,5 | 40,2±0,5 | 32,2±0,5 | 27,9±0,5 | 20,6±0,5 | 17,1±0,5 | 14,5±0,5 |
| Содержание бисульфитсвязывающих соединений, мг-экв/100 г СВ | <b>пшеничной</b>                         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|   | 8,2±0,2                                  | 8,6±0,2  | 9,6±0,2  | 10,3±0,2 | 10,7±0,2 | 12,3±0,2 | 13,7±0,2 | 14,2±0,2 | 14,8±0,2 | 14,5±0,2 | 14,5±0,2 | 14,5±0,2 | 14,4±0,2 |
|   | 2,1±0,03                                 | 2,7±0,03 | 3,6±0,03 | 4,2±0,03 | 4,8±0,03 | 4,9±0,03 | 5,4±0,03 | 5,0±0,03 | 5,0±0,03 | 4,7±0,03 | 3,9±0,03 | 3,7±0,03 | 3,7±0,03 |

| Наименование показателей                                     | Продолжительность высушивания заварок, ч |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|--|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|  | 0  | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        | 9        | 10       | 11       | 12       |
| Массовая доля влаги, %                                       | <b>гречневой</b>                         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| Титруемая кислотность, град                                  | 78,0±0,5                                 | 65,2±0,5 | 60±0,5   | 56±0,5   | 52±0,5   | 54±0,5   | 48±0,5   | 42±0,5   | 38±0,5   | 31,2±0,5 | 23,6±0,5 | 16,5±0,5 | 14,5±0,5 |
| Содержание бисульфитсвязываю щих соединений, мг-экв/100 г СВ | 9,4±0,2                                  | 10,2±0,2 | 11,7±0,2 | 12,5±0,2 | 11,7±0,2 | 12,0±0,2 | 13,1±0,2 | 13,7±0,2 | 13,9±0,2 | 14,2±0,2 | 14,2±0,2 | 14,5±0,2 | 14,3±0,2 |
|  | 1,8±0,03                                 | 2,1±0,03 | 2,4±0,03 | 3,6±0,03 | 4,6±0,03 | 5,1±0,03 | 4,9±0,03 | 4,6±0,03 | 4,7±0,03 | 4,5±0,03 | 4,1±0,03 | 3,9±0,03 | 3,7±0,03 |

После завершения высушивания полученные пластины измельчали на лабораторной мельнице. Просеивание измельченных сухих завтраков осуществляли через сито из полиамидной ткани № 27 ПА-120. В результате просеивания были получены порошкообразные сухие завтраки из муки крупяных культур с размерами частиц соответствующих хлебопекарной муке [27, 28, 29, 36, 38].

На основании проведенных исследований разработаны ТУ 9113-325-02069036 Сухие завтраки «Крупяные», принципиальная схема производства сухих завтраков из муки крупяных культур представлена на рисунке рис. 3.32.



Рисунок 3.32 – Принципиальная технологическая схема производства сухих завтраков из муки крупяных культур

### **3.3. Обоснование применения нетрадиционного сырья с целью повышения пищевой ценности поликомпонитных мучных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий**

В настоящее время применение поликомпонитных смесей для производства хлебобулочных изделий набирает все большую популярность. При этом рецептурные ингредиенты для смесей подбираются с учетом органолептической сочетаемости компонентов, что является, несомненно, важным, но при этом, на стадии подбора чаще не учитывается химический состав и пищевая ценность вносимых компонентов. Расчет или определение влияния вносимых компонентов на химический состав и пищевую ценность готового хлеба определяется постфактум, по уже готовой рецептуре. Данный подход к созданию рецептур хлебобулочных изделий имеет такой существенный недостаток, как нерациональное использование применяемых рецептурных ингредиентов, которое не позволяет задействовать весь потенциал химического состава сырья для создания продуктов с заранее заданным составом, пищевой ценностью, функциональной направленностью.

В последние годы ассортимент предлагаемого на рынке сырья, считающегося нетрадиционным для хлебопечения, весьма широк. Имеется значительное количество исследований для применения его с целью повышения пищевой и биологической ценности хлеба, изменения его органолептических характеристик, улучшения физико-химических показателей, интенсификации технологического процесса, создания новых изделий профилактического, функционального и лечебного назначения [49, 93, 165, 199, 181].

Для формирования принципа подбора сырьевых ингредиентов при разработке поликомпонитных смесей для хлебобулочных изделий, кроме органолептических качеств, в первую очередь должен учитываться химический состав ингредиентов, его пищевая, биологическая ценность. Учет этих параметров сырья позволит на основе рационального сочетания

компонентов рецептурной смеси создавать продукцию, отвечающую принципам здорового питания.

Кроме разработанных видов сырья (сахаросодержащих продуктов из картофеля, порошков пищевых свекловичных и сухих завтраков из муки крупяных культур) в данной части работы приведена характеристика сырья, выбранного для создания поликомпонентных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности. Подбор именно этого сырья был основан, прежде всего, на его высокой пищевой ценности и доступности на рынке. Предлагаемая далее методика составления поликомпонентных смесей позволяет использовать для создания продуктов повышенной пищевой ценности любое пищевое безопасное сырье, раскрыть его возможный потенциал и при сочетании с другими рецептурными ингредиентами повысить пищевую адекватность конечного продукта. Формализация данных о составе и свойствах сырья для наиболее полного использования его потенциала для поликомпонентных смесей основана преимущественно на собственных исследованиях автора. Для этого исследованы состав и свойства таких видов растительного сырья, как мука соевая и чечевичная, семена кунжута и подсолнечника, порошков из брусники, клюквы, калины, рябины, яблока, концентрат квасного сусла и животного сырья, такого как сухая и нативная молочная сыворотка, сухое молоко.

Полученные данные являются основой для проектирования мучных поликомпонентных смесей сбалансированных по соотношению в них кальция, фосфора и магния, белков и углеводов, аминокислотному составу и технологическому критерию – число падения. Остальные исследуемые показатели нетрадиционных сырьевых ингредиентов определялись для их расширенной оценки как ресурса повышения пищевой ценности. Технологические характеристики сырья, такие как водосвязывающая способность и степень набухания – для более углубленной предварительной оценки влияния на свойства полуфабрикатов и качество готовой продукции.

### 3.3.1 Сахаросодержащие продукты из картофеля

В результате биохимической модификации получены сахаросодержащие продукты из картофеля, показатели качества которых приведены в таблице 3.33.

Таблица 3.33 – Показатели качества сахаросодержащих продуктов из картофеля и порошков пищевых свекловичных

| Наименование показателей                                    | сахаросодержащий порошок из картофеля, СПК | сахаросодержащий порошок из картофеля с ржаной мукой, СПК <sub>рж</sub> | сахаросодержащий порошок из картофеля с пшеничной мукой, СПК <sub>пш</sub> | сахаросодержащий сироп из картофеля, ССК |
|---|--|---|--|--|
| Массовая доля влаги, %                                      | 13,5±0,5                                   | 13,5±0,5  | 13,5±0,5   | 47,5±2,5                                 |
| рН  | 5,0±0,2                                    | 5,2±0,2   | 5,2±0,2  | 5,0±0,2                                  |
| Общий белок, %  | 9,2±0,02                                   | 9,1±0,02  | 12,4±0,02  | -  |
| Массовая доля редуцирующих сахаров, % на с.в.               | 50,0±0,5                                   | 27,0±0,5  | 27,0±0,5   | 49,5±0,5                                 |
| Крахмал, %  | 16,0±0,5                                   | 43,8±0,5  | 41±0,5   | -  |
| Массовая доля липидов, % на с.в.                            | 0,4±0,01                                   | 0,2±0,01  | 0,2±0,01   | -  |
| Зола, % на с.в.   | 2,8±0,01                                   | 1,6±0,01  | 1,5±0,01   | 0,7±0,01                                 |
| Содержание макроэлементов, мг на с.в.                       |  |   |  |  |
| кальций   | 24,4±0,01                                  | 19,1±0,01   | 22,5±0,01  | -  |
| фосфор  | 225±0,01                                   | 217±0,01  | 227±0,01   | -  |
| магний  | 98±0,01                                    | 75,2±0,01   | 65,6±0,01  | -  |
| Пищевые волокна, % в том числе:                             | 7,5  | 4,8   | 4,4  | -  |
| холоцеллюлоза (целлюлоза+гемицеллюлоза)                     | 5,6±0,01                                   | 3,6±0,01  | 3,2±0,01   | 1,2±0,01                                 |
| лигнин, %   | -  | -   | -  | -  |
| пектиновые вещества (водорастворимый пектин/протопектин), % | 0,4/1,5                                    | 0,2/1,0   | 0,2/1,0  | -  |
| Энергетическая ценность, ккал/100 г                         | 312  | 329   | 332  | 204                                      |
| Водосвязывающая способность, см <sup>3</sup> /г             | 3,2±0,5                                    | 2,63±0,5  | 2,6±0,5  | -  |
| Водоудерживающая способность, см <sup>3</sup> /г            | 2,1 ±0,5                                   | 1,87±0,5  | 1,5±0,5  | -  |
| Степень набухания, %  | 68±5                                       | 95±5  | 79±5   | -  |
| Число падения, с  | 456±10                                     | 272±10  | 330±10   | -  |

Определено, что все сахаросодержащие продукты из картофеля, кроме сиропа из картофеля, имеют влажность не более 15 %, что позволяет считать целесообразным применение их в сухих мучных композитных смесях для хлебобулочных изделий. Сахаросодержащие продукты из картофеля содержат значительное количество водорастворимых углеводов 27,0 % - 50,0 %, при этом содержание холоцеллюлозы составляет – 1,8 % - 7,6 %.

Аминокислотный состав сахаросодержащего сиропа из картофеля не исследовали в связи с незначительным количеством белка в нем. Протоколы исследований приведены в приложении 9. Результаты расчета аминокислотного сора и биологической ценности новых видов сырья представлены в таблице 3.34.

Таблица 3.34 – Аминокислотный скор и биологическая ценность сахаросодержащих продуктов из картофеля

| Наименование аминокислот  | СПК  | СПК <sub>РЖ</sub> | СПК <sub>ПШ</sub> |
|---------------------------|------|-------------------|-------------------|
| лизин                     | 53   | 44                | 30                |
| треонин                   | 119  | 109               | 82                |
| метионин+цистин           | 90   | 75                | 62                |
| лейцин                    | 66   | 75                | 77                |
| изолейцин                 | 73   | 60                | 56                |
| фенилаланин+тирозин       | 121  | 109               | 100               |
| триптофан                 | 54   | 44                | 40                |
| валин                     | 87   | 74                | 62                |
| Биологическая ценность, % | 70,1 | 69,8              | 66,6              |

Данные расчета аминокислотного сора показали, что исследуемые новые виды сырья имеют высокие значения по дефицитным для хлебобулочных изделий аминокислотам – треонину и метионину+цистину.

Комплексная оценка качественных показателей сахаросодержащих продуктов из картофеля позволила установить, что они могут входить в состав поликомпонентных мучных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий, как источник водорастворимых и неводорастворимых углеводов., незаменимых аминокислот.

Для оценки экологической чистоты новых видов сырья в них было определено количество нитратов, пестицидов и радионуклидов для подтверждения соответствия требованиям к предельно допустимым концентрациям (приложение 3, п. 4 и п. 6, ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»). Гигиеническую оценку сахаросодержащих продуктов из проводили через 6 месяцев хранения в закрытой таре при температуре  $20 \pm 5$  °С и относительной влажности воздуха 65 % - 75 %. Сахаросодержащий сироп из картофеля хранили в течение 3 месяцев в закрытой стеклянной таре. По окончании хранения продукты были исследованы на показатели микробиологической безопасности. Протоколы исследований приведены в приложении 10. Определено, что образцы сахаросодержащих продуктов из картофеля являются экологически чистыми и соответствуют требованиям приложения 1, приложения 2, п. 1.3 и 1.5 ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и могут иметь срок хранения 6 месяцев, сахаросодержащий сироп из картофеля – 3 месяца.

Для определения переносимости новых видов пищевого сырья и направленности от эффекта их употребления [385].проведены медико-биологические исследования на лабораторных животных.

Сахаросодержащие продукты из картофеля содержат в основном усвояемые углеводы, которые в первую очередь оказывают влияние на показатели сыворотки крови при их употреблении, такие как содержание глюкозы, холестерина, общего белка, щелочной фосфатазы, АЛТ и АСТ.

Оценку медико-биологической эффективности сахаросодержащих продуктов из картофеля осуществляли путем введения в рацион питания подопытных мышей новых видов сахаросодержащего сырья. Контрольная группа содержалась на стандартном рационе. Протоколы испытаний приведены в приложении 11.

Определено, что введение в рацион питания лабораторных мышей сахаросодержащих продуктов из картофеля активность АСТ снижалась от 1,6 до 4 %. Наблюдалось увеличение уровня глюкозы в крови от 5 до 15 % и снижение холестерина от 5 до 15 % по сравнению с контрольной группой.



Увеличение уровня сахара в крови опытных животных обусловлено закономерным следствием употребления сладкого продукта и находится на допустимом физиологическом уровне. Снижение уровня холестерина в сыворотке крови связано с введением в состав рациона дополнительного количества пищевых волокон, которые обладают таким свойством. Это позволяет предположить функциональные свойства нового сырья для профилактики заболеваний сердца [80, 211, 293]. Остальные показатели сыворотки крови – щелочная фосфатаза, АЛТ и содержание белка не подвергались значительным изменениям.

Таким образом, исследование показателей качества, безопасности и медико-биологической эффективности новых видов сырья – сахаросодержащих продуктов из картофеля позволили установить следующее. Сахаросодержащие продукты из картофеля (за исключением сахаросодержащего сиропа из картофеля) имеют низкую влажность, сыпучую консистенцию, что создает возможность применения их в составе мучных композитных смесей для хлебопечения.

Основной составляющей сахаросодержащих продуктов из картофеля являются редуцирующие вещества, что показывает целесообразность применения их в качестве заменителей сахаросодержащего сырья в рецептурах хлебобулочных изделий. Данные виды сырья, кроме «сладкой» составляющей являются нерафинированными, в них максимально сохранены все ценные в пищевом отношении компоненты сырьевого ресурса – картофеля. Они содержат минеральные вещества, пищевые волокна, белки, что показывает их преимущество перед рафинированными видами сахаросодержащего сырья, традиционно применяемого в хлебопечении – сахара или патоки. Так же, по сравнению с рафинированной патокой и сахаром, новые сахаросодержащие продукты позволят не только повысить пищевую ценность мучных поликомпозитных смесей и готовой продукции из них, но и улучшить свойства полуфабрикатов и готовой продукции за счет наличия в них таких свойств, как водосвязывающая, водоудерживающая, набухающая способность. Порошки пищевые свекловичные имеют

длительный срок хранения – 6 месяцев и являются экологически чистыми, о чем свидетельствует соответствие их требованиям ТР ТС 021/2011 [250].

Исследование новых видов сырья *in vivo* показали, что внесение их в рацион питания подопытных животных не оказывает отрицательного воздействия на физиологические функции живого организма. При этом, сахаросодержащие продукты из картофеля и снижают уровень холестерина в сыворотке крови, что показывает наличие в них профилактических свойств.

### **3.3.2 Порошки пищевые свекловичные**

В результате обработки вторичных сырьевых ресурсов – сухой обессахаренной свекловичной стружки методами кислотнo-термической и экструзионной модификации были получены порошки пищевые свекловичные показатели качества которых приведены в таблице 3.35.

Определено, порошки пищевые свекловичные содержат в своем составе в основном нерастворимые и растворимые пищевые волокна: холоцеллюлозу, лигнин пектиновые вещества. Новые виды пищевого сырья обладают высоким технологическим потенциалом: водосвязывающей, водоудерживающей способностью, степенью набухания, числом падения.

Аминокислотный состав порошков пищевых свекловичных приведен в приложении 9. Результаты расчета аминокислотного сора и биологической ценности новых видов сырья – в таблице 3.36.

Данные расчета аминокислотного сора показали, что исследуемые виды сырья имеют высокие значения по дефицитным для хлебобулочных изделий аминокислотам – треонину и метионину+цистину.

Таблица 3.35 – Показатели качества порошков пищевых свекловичных

| Наименование показателей                                       | порошок<br>пищевой<br>свекловичный,<br>ППС | порошок<br>пищевой<br>свекловичный<br>экструдированный,<br>ППСЭ |
|--|--|---|
| Массовая доля влаги, %   | 12±2                                       | 11±1  |
| pH   | 5,75±0,25                                  | 5,25±0,25   |
| Общий белок, %   | 4,2±0,1                                    | 2,1±0,1   |
| Массовая доля редуцирующих сахаров,<br>% на с.в.               | 5,3±0,5                                    | 5,35±0,5  |
| Крахмал, %   | -  | 41,5±0,5  |
| Массовая доля липидов, % на с.в.                               | 2,5±0,01                                   | 1,3±0,01  |
| Зола, % на с.в.  | 2,2±0,05                                   | 1,2±0,05  |
| Содержание макроэлементов, мг на с.в.                          |  |   |
| кальций  | 68,2±0,01                                  | 47,5±0,01   |
| фосфор   | 78±0,01                                    | 26,5±0,01   |
| магний   | 29±0,01                                    | 53,0±0,01   |
| Пищевые волокна, % в том числе:                                | 73,1                                       | 37,4  |
| холоцеллюлоза<br>(целлюлоза+гемицеллюлоза)                     | 45,5±0,5                                   | 29,5±1,5  |
| лигнин, %  | 7,5±1,5                                    | 3,0±0,2   |
| пектиновые вещества (водорастворимый<br>пектин/протопектин), % | 5,1/15,0                                   | 1,1/3,8   |
| Энергетическая ценность, ккал/100 г                            | 65   | 213   |
| Водосвязывающая способность, см <sup>3</sup> /г                | 5,3±0,5                                    | 8,4±0,5   |
| Водоудерживающая способность, см <sup>3</sup> /г               | 4,5±0,5                                    | 5,7±0,5   |
| Степень набухания, %   | 150±5                                      | 120±5   |
| Число падения, с   | 650±10                                     | 460±10  |

Таблица 3.36 – Аминокислотный скор и биологическая ценность порошков пищевых свекловичных

| Наименование аминокислот  | ППС  | ППСЭ |
|---------------------------|------|------|
| лизин                     | 8    | 77   |
| треонин                   | 148  | 133  |
| метионин+цистин           | 95   | 68   |
| лейцин                    | 88   | 95   |
| изолейцин                 | 89   | 119  |
| фенилаланин+тирозин       | 146  | 47   |
| триптофан                 | 23   | 47   |
| валин                     | 100  | 161  |
| Биологическая ценность, % | 21,0 | 59,1 |

Установлено, что порошки пищевые свекловичные могут входить в состав поликомпонитных мучных смесей, как источник пищевых волокон, незаменимых аминокислот, а также участвовать в формировании технологических свойств мучной смеси увеличивая ее водосвязывающую, водоудерживающую способности и число падения.

Оценка показателей экологической и гигиенической чистоты новых видов сырья показала, что они соответствуют требованиям приложения 3, п. 4 и п. 6, ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и имеют срок хранения 6 месяцев. Протоколы испытаний приведены в приложении 10.

Для оценки медико-биологической эффективности использовали один вид нового сырья – порошок пищевой свекловичный экструдированный (ППСЭ). Считали целесообразным произвести его сравнительную оценку с традиционно используемыми в хлебопечении отрубями пшеничными (ГОСТ 7169-66), как источником пищевых волокон. Выбор в качестве сравнения отрубей обусловлен количеством в них пищевых волокон близким по содержанию ППСЭ.

Таким образом, 1 контрольная группа содержалась на стандартном рационе, 2 контрольная группа включала в рацион отруби пшеничные (ОП) с содержанием пищевых волокон 40 % - 41 %, и экспериментальная группа – порошок пищевой свекловичный экструдированный (ППСЭ) с содержанием пищевых волокон 35 %-40 %. Протоколы исследований представлены в приложении 11.

Общее состояние животных на 1-е, 7-е и 15-е сутки оценивали по изменению их средней массы. Динамика изменения средней массы лабораторных животных представлена на рисунке 3.33.

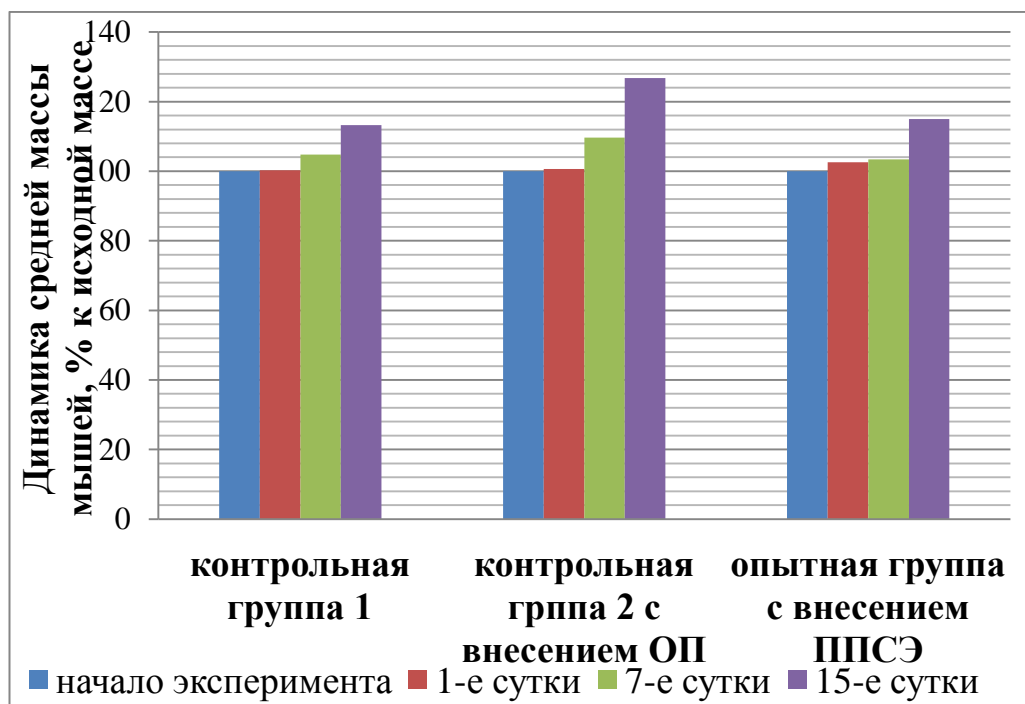


Рисунок 3.33 – Динамика изменения средней массы лабораторных животных при внесении в их рацион источников пищевых волокон

Установлено, что через 15 суток эксперимента произошло увеличение массы всех групп лабораторных животных, в контрольной группе 1 – на 13,2 %, в контрольной группе 2 – на 26,8 % и в опытной группе – на 15 % по сравнению с началом эксперимента. Внесение ОП и ППСЭ в состав рациона положительно повлияло на динамику увеличения массы лабораторных животных, что обусловлено увеличением калорийности рациона при внесении данных источников пищевых волокон по сравнению со стандартным рационом. Однако внесение в рацион ППСЭ повлияло на увеличение массы животных в меньшей степени, чем ОП, что может свидетельствовать об их большей диетической направленности.

Хорошо исследованным свойством пищевых волокон являются их пребиотические свойства – способность при регулярном употреблении с пищей оказывать стимулирующее воздействие на рост и / или повышение биологической активности нормальной микрофлоры кишечного тракта [23, 65]. Поэтому считали целесообразным произвести исследования микробиологических характеристик микрофлоры кишечника лабораторных мышей в соответствии с рекомендациями [123]. Копрологические показатели

микрофлоры толстого кишечника лабораторных мышей оценивали по количеству лактобактерий, бактерий кишечной палочки и дрожжеподобных грибов.

Динамика изменения количества лактобактерий в фекалиях лабораторных животных приведена на рисунке 3.34.

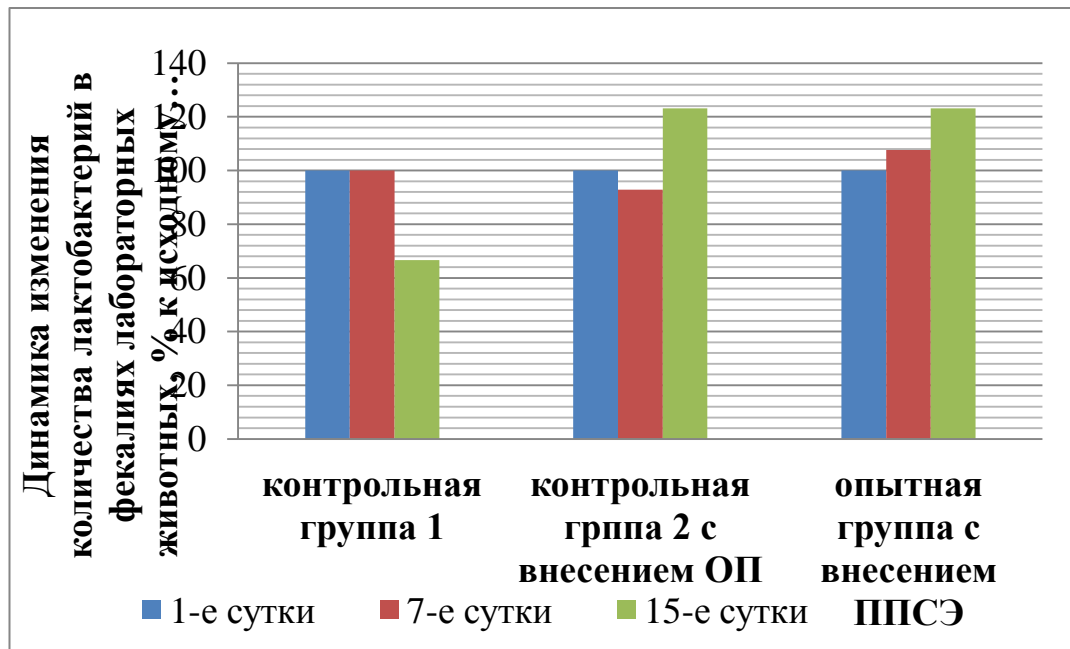


Рисунок 3.34 - Динамика изменения количества лактобактерий в фекалиях лабораторных животных при внесении в их рацион источников пищевых волокон

Определено, что внесение источников пищевых волокон в рацион лабораторных мышей на 15-е сутки оказывает положительное влияние на количество лактобактерий в микрофлоре их кишечника. Количество лактобактерий при использовании в питании мышей ОП и ППСЭ увеличилось в 1,8 раза по сравнению с 1 контрольной группой на стандартном рационе. Следует отметить, что содержание лабораторных мышей на стандартном рационе отрицательно повлияло на динамику лактобактерий в их кишечнике, через 15 суток эксперимента показатель снизился на 43,4 %.

Динамика изменения количества бактерий кишечной палочки в фекалиях лабораторных животных приведена на рисунке 3.35.

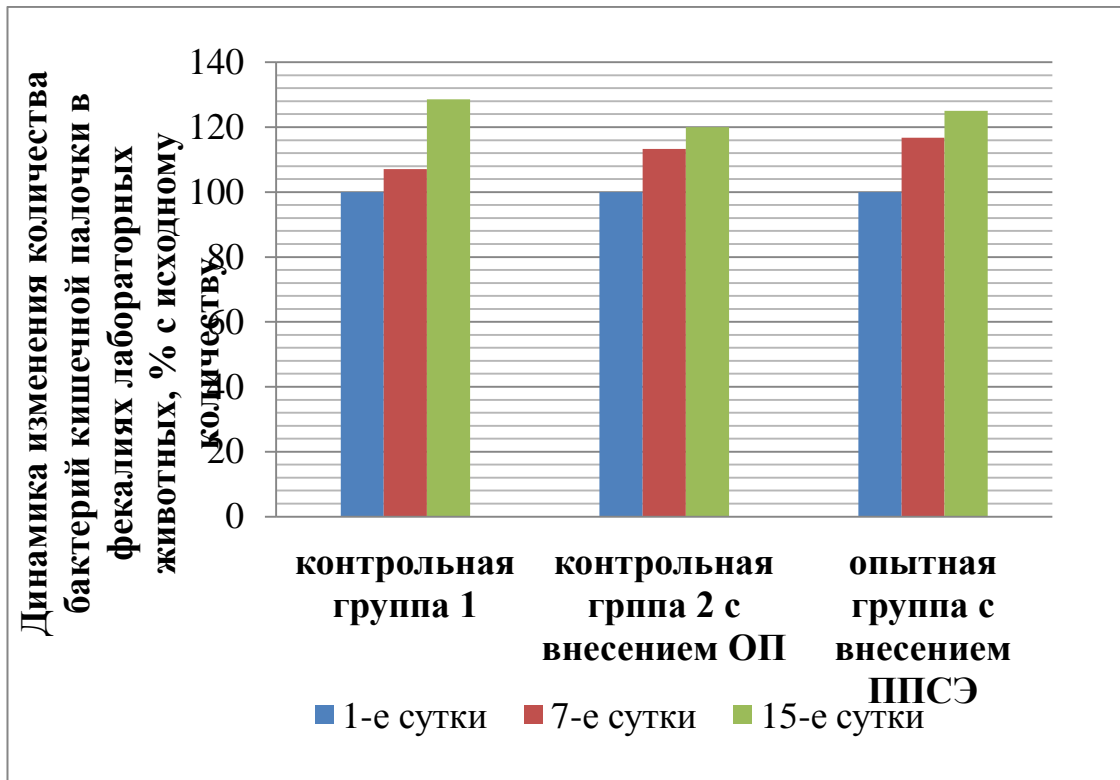


Рисунок 3.35 - Динамика изменения количества кишечной палочки в фекалиях лабораторных животных при внесении в их рацион источников пищевых волокон

Установлено, что во всех группах исследуемых животных наблюдается увеличение бактерий кишечной палочки в микрофлоре. Однако, через 15 дней эксперимента наличие в рационе питания мышей ОП и ППСЭ способствует более низкому накоплению кишечной палочки по сравнению с группой на контрольном рационе. Это обусловлено накоплением большего количества лактобактерий в микрофлоре кишечника животных, питающихся рационами, обогащенными источниками пищевых волокон.

Динамика изменения количества дрожжеподобных грибов в фекалиях лабораторных животных приведена на рисунке 3.36.

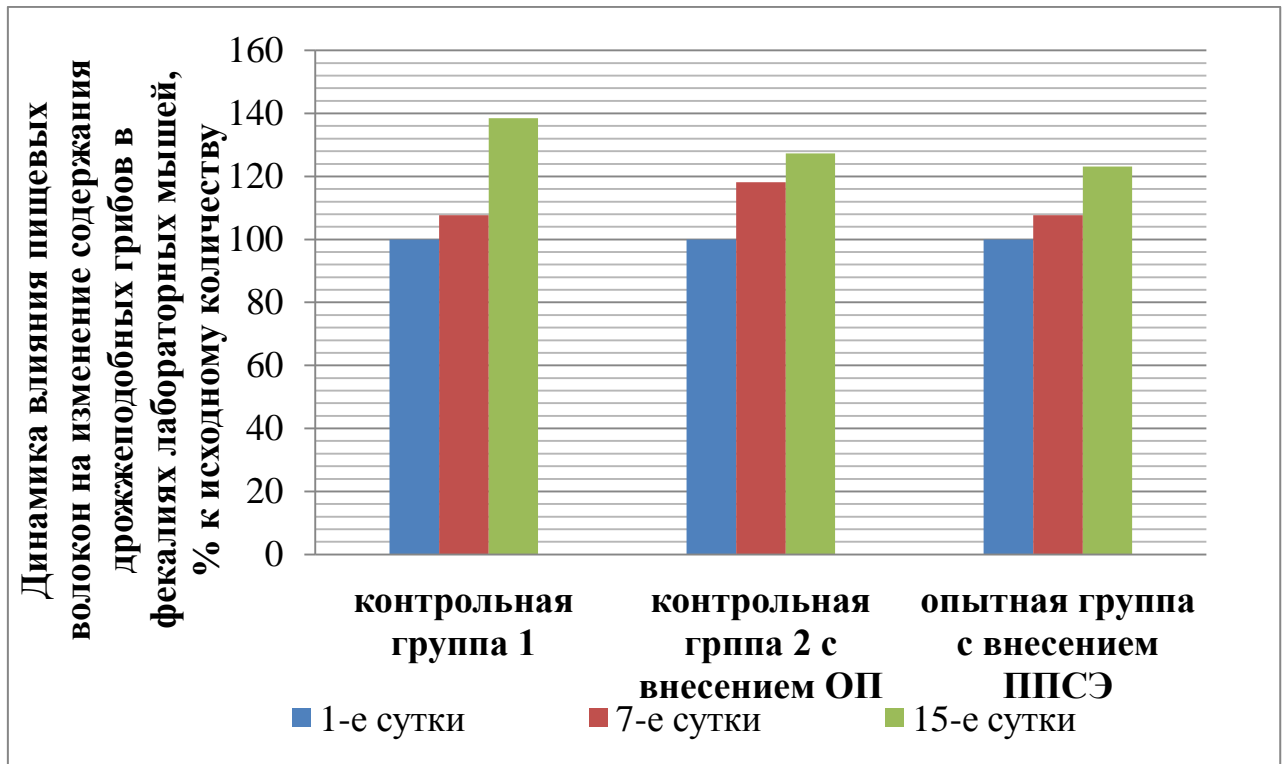


Рисунок 3.36 - Динамика изменения количества дрожжеподобных грибов в фекалиях лабораторных животных при внесении в их рацион источников пищевых волокон

Установлено, что во всех группах исследуемых животных наблюдается рост дрожжеподобных грибов в микрофлоре кишечника. Однако, при внесении в состав рациона ОП и ППСЭ прирост меньший, чем в контрольной группе на стандартном рационе. Это связано с большим количеством лактофлоры в кишечнике мышей при внесении в их рацион источников пищевых волокон, которая снижает интенсивность размножения дрожжеподобной микрофлоры. В контрольной группе 1 на стандартном рационе прирост дрожжевой микрофлоры составляет 38,5 %, в контрольной группе 2 с включением ОП – 23,1 %, в опытной группе с включением ППСЭ – 27,3 %.

Исследования влияния внесения в рацион питания подопытных животных источников пищевых волокон на биохимический и гематологический анализ сыворотки крови представлен в таблице 3.37.



Таблица 3.37 – Результаты исследований показателей сыворотки крови лабораторных мышей (n=10, p≤0,05) при внесении в их рацион источников пищевых волокон

| Наименование показателей | Группа подопытных животных |   |                                      |
|--------------------------|----------------------------|---|--------------------------------------|
|                          | контрольная группа 1       | контрольная группа 2 в рацион включены ОП | опытная группа в рацион включен ППСЭ |
| Общий белок, г/л         | 53,25±1,67                 | 53,75±2,57                                | 55,00±1,78                           |
| Глюкоза ммоль/л          | 4,85±0,05                  | 4,93±0,25                                 | 5,13±0,21                            |
| Холестерин, моль/л       | 3,95±0,12                  | 3,90±0,13                                 | 3,88±0,09                            |
| Гемоглобин, г/л          | 112,75±2,17                | 130,75±2,81                               | 136,75±2,57                          |

Экспериментальные данные показывают, что количество сывороточных белков и глюкозы в сыворотке крови подопытных животных при внесении источников пищевых волокон увеличивается по сравнению с группой на стандартном рационе, в контрольной группе 2 с ОП в рационе – на 0,5 г/л и 0,04 ммоль/л, опытной группе с ППСЭ в рационе – на 1,75 г/л и 0,28 ммоль/л соответственно. При этом, в группах в внесении ОП и ППСЭ в рацион увеличивалось содержание гемоглобина в крови на 18 и 24 г/л и снижалось количество холестерина – на 0,05- 0,07 ммоль/л, соответственно по сравнению с группой на контрольном рационе.

Таким образом, установлено, что в порошках пищевых свекловичных основной частью являются пищевые волокна (целлюлоза, гемицеллюлоза, пектиновые вещества), а также лигнин, за счет которых они обладают высокими технологическими. Эти свойства способны оказать значительное положительное влияние на качество полуфабрикатов и готовой хлебобулочной продукции, в том числе на ее выход. Наличие высокого количества пищевых волокон в составе новых видов сырья позволяет считать их функциональными ингредиентами для создания мучных

КОМПОЗИТНЫХ смесей для хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности.

### 3.3.3 Заварки из муки крупяных культур

Показатели качества сухих завтраков из муки крупяных культур приведены в таблице 3.38.

Таблица 3.38 – Показатели качества сухих завтраков из муки ячменной, рисовой, гречневой и пшеничной

| Наименование показателей                      | Значение показателей                       |                         |  |  |
|---|--|-------------------------|--|--|
|   | Заварка из муки ячменной                   | Заварка из муки рисовой | Заварка из муки гречневой                        | Заварка из муки пшеничной                        |
| 1   | 2  | 3                       | 4  | 5  |
| Внешний вид                                   | Порошкообразная, сыпучая, однородная масса |                         |  |  |
| Вкус  | Сладковатый, с привкусом солода            |                         | Сладковатый, с привкусом солода и гречневой муки | Сладковатый, с привкусом солода и пшеничной муки |
| Запах   | Хлебный, с запахом солода                  |                         | Хлебный, с запахом солода и гречневой муки       | Хлебный, с запахом солода и пшеничной муки       |
| Цвет  | Красновато-коричневый                      |                         |  |  |
| Массовая доля влаги, %                        | 13,5±0,5                                   | 12,2±0,5                | 14,5±0,5   | 14,5±0,5   |
| Титруемая кислотность, град                   | 9,1±0,2                                    | 9,3±0,2                 | 14,3±0,2   | 14,4±0,2   |
| Общий белок, %                                | 5,2±0,02                                   | 5,4±0,02                | 6,6±0,02   | 7,7±0,02   |
| Массовая доля редуцирующих сахаров, % на с.в. | 8,8±0,5                                    | 9,7±0,5                 | 8,5±0,5  | 8,7±0,5  |
| Крахмал, %                                    | 24,3±1,5                                   | 38,1±1,5                | 33,1±1,5   | 35,1±1,5   |
| Массовая доля липидов, % на с.в.              | 1,2±0,01                                   | 1,1±0,01                | 3,2±0,01   | 3,2±0,01   |
| Зола, % на с.в.                               | 1,7±0,01                                   | 1,0±0,01                | 2,2±0,01   | 1,5±0,01   |
| Содержание макроэлементов, мг/100 г:          |  |                         |  |  |
| кальций                                       | 19,4±0,01                                  | 18,7±0,01               | 21,0±0,01  | 18,8±0,01  |
| фосфор  | 219,0±0,01                                 | 131,0±0,01              | 271,0±0,01                                       | 232,0±0,01                                       |
| магний  | 57,0±0,01                                  | 57,0±0,01               | 147,0±0,01                                       | 86,7±0,01  |
| Холоцеллюлоза (целлюлоза+гемицеллюлоза), %:   | 6,9±0,01                                   | 1,3±0,01                | 1,9±0,01   | 5,1±0,01   |

Продолжение таблицы 3.38

| 1  | 2       | 3       | 4        | 5       |
|--|---------|---------|----------|---------|
| Энергетическая ценность, ккал/100 г              | 184     | 220,4   | 244,4    | 249,2   |
| Водосвязывающая способность, см <sup>3</sup> /г  | 7,6±0,1 | 3,3±0,1 | 4,7±0,1  | 6,8±0,1 |
| Водоудерживающая способность, см <sup>3</sup> /г | 6,7±0,1 | 2,9±0,1 | 3,9 ±0,1 | 5,7±0,1 |
| Степень набухания, %                             | 95±5    | 76±5    | 78±5     | 85±5    |
| Число падений, с                                 | 442±10  | 62±10   | 999±10   | 310±10  |

Определено, что заварки из муки гречневой и пшениной сохраняют оттенки вкуса и запаха используемой для их получения муки. Это будет оказывать влияние на органолептические показатели хлебобулочных изделий.

Массовая доля влаги заварок из муки крупяных культур не более 15 %, что показывает их пригодность для применения в сухих мучных поликомпозиционных смесях для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий.

Заварки из муки крупяных культур имеют повышенную титруемую кислотность, что в случае применения в хлебопекарных полуфабрикатах будет оказывать положительное влияние на скорость достижения ими необходимой кислотности.

Наибольшее количество кальция обнаружено в заварке из муки гречневой – в 1,1-1,2 раза больше, чем в других заварках. Наибольшее количество магния содержится в заварке из муки гречневой – соответственно в 1,7 и 1,4 раза больше чем в других заварках.

Аминокислотный состав заварок из муки крупяных культур в приложении 9, аминокислотный скор и биологическая ценность в таблице 3.39.

Таблица 3.39 – Аминокислотный скор и биологическая ценность  
заварок из муки ячменной, рисовой, гречневой и  
пшениной

| Наименован<br>ие<br>аминокислот  | Значение                       |                            |                                 |                                |
|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
|                                  | Заварка из<br>муки<br>ячменной | Заварка из<br>муки рисовой | Заварка из<br>муки<br>гречневой | Заварка из<br>муки<br>пшениной |
| лизин                            | 62                             | 67                         | 75                              | 48                             |
| треонин                          | 53                             | 82                         | 79                              | 86                             |
| метионин+ц<br>истеин             | 100                            | 121                        | 144                             | 118                            |
| лейцин                           | 77                             | 127                        | 88                              | 185                            |
| изолейцин                        | 112                            | 116                        | 93                              | 95                             |
| фенилаланин<br>+тирозин          | 117                            | 153                        | 134                             | 141                            |
| триптофан                        | 235                            | 137                        | 146                             | 159                            |
| валин                            | 94                             | 115                        | 104                             | 83                             |
| Биологическ<br>ая ценность,<br>% | 55,6                           | 52,3                       | 67,3                            | 33,5                           |

Определено, что самое большое количество незаменимых аминокислот содержится в заварках из гречневой и пшениной муки. Наибольшее количество лизина и треонина и суммы серусодержащих аминокислот (метионин+цистин), наблюдается в этих же заварках. Максимальной биологической ценностью обладает заварка из муки гречневой. Наименьшей биологической ценностью обладает заварка из пшениной муки, что связано с очень низким содержанием в ней аминокислоты лизина.

Для определения сроков годности сухих заварок из муки крупяных культур их оставляли на хранение в закрытых полиэтиленовых пакетах при температуре  $20 \pm 2$  °С и относительной влажности воздуха 70 %-75 %. Изменения микробиологических показателей сухих заварок из муки крупяных культур в течение 6 месяцев хранения приведены в таблицах 3.40-3.43.

Таблица 3.40 – Изменения микробиологических показателей заварки из муки ячменной в процессе хранения

| Наименование показателей              | Гигиенический норматив    | Продолжительность хранения, мес |                   |                   |                   |                   |                   |
|---------------------------------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                                       |                           | 1                               | 2                 | 3                 | 4                 | 5                 | 6                 |
|                                       |                           | Ячменная заварка                |                   |                   |                   |                   |                   |
| КМАФАнМ, КОЕ/г                        | не более $5,0 \cdot 10^3$ | $0,22 \cdot 10^3$               | $0,26 \cdot 10^3$ | $0,30 \cdot 10^3$ | $0,33 \cdot 10^3$ | $0,33 \cdot 10^3$ | $0,34 \cdot 10^3$ |
| БГКП (количественные формы) в 0,1 г   | не допускаются            | не обнаружены                   | не обнаружены     | не обнаружены     | не обнаружены     | не обнаружены     | не обнаружены     |
| <i>V.cereus</i> , КОЕ/г               | не более 10               | не обнаружены                   | не обнаружены     | не обнаружены     | не обнаружены     | не обнаружены     | не обнаружены     |
| Патогенные, в т.ч. сальмонеллы в 25 г | не допускаются            | не обнаружены                   | не обнаружены     | не обнаружены     | не обнаружены     | не обнаружены     | не обнаружены     |
| Плесени, КОЕ/г                        | 100                       | 10                              | 10                | 10                | 10                | 10                | 40                |
| Дрожжи, КОЕ/г                         | 10                        | не обнаружены                   | 10                | 10                | 25                | 25                | 30                |

Таблица 3.41 – Изменения микробиологических показателей заварки из муки рисовой в процессе хранения

| Наименование показателей              | Гигиенический норматив    | Продолжительность хранения, мес |                  |                  |                  |                  |                  |
|---------------------------------------|---------------------------|---------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                                       |                           | 1                               | 2                | 3                | 4                | 5                | 6                |
|                                       |                           | Рисовая заварка                 |                  |                  |                  |                  |                  |
| 1                                     | 2                         | 3                               | 4                | 5                | 6                | 7                | 8                |
| КМАФАнМ, КОЕ/г                        | не более $5,0 \cdot 10^3$ | $0,1 \cdot 10^3$                | $0,3 \cdot 10^3$ | $0,4 \cdot 10^3$ | $0,5 \cdot 10^2$ | $0,9 \cdot 10^3$ | $0,9 \cdot 10^3$ |
| БГКП (количественные формы) в 0,1 г   | не допускаются            | не обнаружены                   | не обнаружены    | не обнаружены    | не обнаружены    | не обнаружены    | не обнаружены    |
| <i>V.cereus</i> , КОЕ/г               | не более 10               | не обнаружены                   | не обнаружены    | не обнаружены    | не обнаружены    | не обнаружены    | не обнаружены    |
| Патогенные, в т.ч. сальмонеллы в 25 г | не допускаются            | не обнаружены                   | не обнаружены    | не обнаружены    | не обнаружены    | не обнаружены    | не обнаружены    |
| Плесени, КОЕ/г                        | 100                       | 10                              | 10               | 20               | 20               | 40               | 40               |
| Дрожжи, КОЕ/г                         | 10                        | 10                              | 10               | 10               | 15               | 20               | 24               |

Таблица 3.50 – Изменения микробиологических показателей заварки из муки гречневой в процессе хранения

| Наименование показателей              | Гигиенический норматив    | Продолжительность хранения, мес |                  |                  |                  |                  |                  |
|---------------------------------------|---------------------------|---------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                                       |                           | 1                               | 2                | 3                | 4                | 5                | 6                |
|                                       |                           | Гречневая заварка               |                  |                  |                  |                  |                  |
| КМАФАнМ, КОЕ/г                        | не более $5,0 \cdot 10^3$ | $0,2 \cdot 10^3$                | $0,3 \cdot 10^3$ | $0,3 \cdot 10^3$ | $0,3 \cdot 10^3$ | $0,3 \cdot 10^3$ | $0,4 \cdot 10^3$ |
| БГКП (количество) в 0,1 г             | не допускаются            | не обнаружены                   | не обнаружены    | не обнаружены    | не обнаружены    | не обнаружены    | не обнаружены    |
| <i>V.cereus</i> , КОЕ/г               | не более 10               | не обнаружены                   | не обнаружены    | не обнаружены    | не обнаружены    | не обнаружены    | не обнаружены    |
| Патогенные, в т.ч. сальмонеллы в 25 г | не допускаются            | не обнаружены                   | не обнаружены    | не обнаружены    | не обнаружены    | не обнаружены    | не обнаружены    |
| Плесени, КОЕ/г                        | 100                       | 10                              | 10               | 10               | 10               | 10               | 40               |
| Дрожжи, КОЕ/г                         | 10                        | не обнаружены                   | 10               | 10               | 15               | 20               | 30               |

Таблица 3.51 – Изменения микробиологических показателей заварки из муки пшеничной в процессе хранения

| Наименование показателей              | Гигиенический норматив    | Продолжительность хранения, мес |                  |                  |                  |                  |                  |
|---------------------------------------|---------------------------|---------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                                       |                           | 1                               | 2                | 3                | 4                | 5                | 6                |
|                                       |                           | Пшеничная заварка               |                  |                  |                  |                  |                  |
| КМАФАнМ, КОЕ/г                        | не более $5,0 \cdot 10^3$ | $0,1 \cdot 10^3$                | $0,4 \cdot 10^3$ | $0,4 \cdot 10^3$ | $0,6 \cdot 10^2$ | $1,0 \cdot 10^3$ | $1,9 \cdot 10^3$ |
| БГКП (количество) в 0,1 г             | не допускаются            | не обнаружены                   | не обнаружены    | не обнаружены    | не обнаружены    | не обнаружены    | не обнаружены    |
| <i>V.cereus</i> , КОЕ/г               | не более 10               | не обнаружены                   | не обнаружены    | не обнаружены    | не обнаружены    | не обнаружены    | не обнаружены    |
| Патогенные, в т.ч. сальмонеллы в 25 г | не допускаются            | не обнаружены                   | не обнаружены    | не обнаружены    | не обнаружены    | не обнаружены    | не обнаружены    |
| Плесени, КОЕ/г                        | 100                       | 10                              | 10               | 20               | 20               | 40               | 40               |
| Дрожжи, КОЕ/г                         | 10                        | 10                              | 10               | 10               | 20               | 25               | 30               |

Определено, что образцы сухих завтраков из муки крупяных культур соответствуют требованиям приложения 1, приложения 2, п. 1.3 и 1.5 ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и могут иметь срок хранения 3 месяца.

### **3.3.4 Мука соевая, чечевичная, семена подсолнечника и кунжута, концентрат квасного сусла**

Мука соевая широко применяется при производстве различных продуктов питания в качестве загустителя, структурообразователя, для производства безглютеновых мучных изделий. Мука соевая обладает способностью снижать уровень холестерина и сахара в сыворотке крови, улучшать усвоение кальция, рекомендуется для использования в рационе людей преклонного возраста и больных целиакией [98, 253].

Применение соевой муки при производстве хлебобулочных изделий способствует увеличению газообразования полуфабрикатов, укреплению клейковины. Рекомендуемые дозировки для хлебопекарных продуктов не более 10 % [139, 389].

Мука чечевичная относится к продуктам с высокой усваиваемостью. Особенностью чечевицы, являющейся сырьевым источником для получения из нее муки является отсутствие способности к накоплению вредных или токсичных элементов (нитратов, радионуклидов и др.), поэтому она может считаться экологически чистым продуктом. Рекомендуемая дозировка для хлебобулочных изделий не более 10 % [107], Применение продуктов из чечевицы в диетотерапии позволяет снизить уровень сахара в крови, профилактике атеросклероза и заболеваний желудочно-кишечного тракта [21, 24].

Семена кунжута – продукт с высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот и богатым минеральным составом, рекомендуются, для обогащения продуктов хлебопечения белками, а также как источник кальция в рационе лиц пожилого возраста [135, 138, 142].

Семена подсолнечника являются источником жирорастворимых витаминов, полиненасыщенных жирных кислот, рекомендуются как источник функциональных ингредиентов, а также создания специализированной хлебобулочной продукции для спортсменов [57, 297].

Концентрат квасного сусла, представляющий собой ферментированный продукт из кукурузной и ржаной муки рекомендуется для улучшения вкуса и аромата хлебобулочной продукции [154].

Для определения водосвязывающей, водоудерживающей способности, степени набухания и числа падения семена кунжута и подсолнечника предварительно измельчали в лабораторной мельнице, просеивали через сито с размером ячеек 0,3 мм.

Химический состав и показатели качества муки соевой, чечевичной, семян подсолнечника и кунжута приведены в таблице 3.44.

Таблица 3.44 – Химический состав и показатели качества муки соевой, чечевичной, семян подсолнечника и кунжута

| Наименование показателей                 | Мука     |             | Семена   |                | Концентра т квасного сусла |
|--|----------|-------------|----------|----------------|----------------------------|
|  | соевая   | чечевична я | кунжут а | подсолнечник а |                            |
| 1  | 2        | 3           | 4        | 5              | 6                          |
| Массовая доля влаги, %                   | 13,5±0,5 | 8,5±0,5     | 8,5±0,5  | 7,5±0,5        | 30±2                       |
| Титруемая кислотность, град              | 1,0±0,2  | 1,0±0,2     | -        | -              | 38±0,2                     |
| Кислотное число, мг КОН                  | -        | -           | 1,2±0,5  | 2,2±0,5        | -                          |
| Массовая доля белка, %                   | 27,3±0,5 | 17,8±0,5    | 32,2±0,5 | 13,2±0,5       | 2,3±0,5                    |
| Массовая доля углеводов, %, в том числе: |          |             |          |                |                            |
| редуцирующе сахара, % нас.в.             | 6,2±0,5  | 2,0±0,5     | -        | 2,0±0,5        | 35                         |
| крахмал                                  | 3,5±1,0  | 36,0±1,0    | 11,2±1,0 | 3,4±1,0        | -                          |



Продолжение таблицы 3.44

| 1   | 2         | 3         | 4         | 5        | 6         |
|---|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|
| клетчатка                                       | 1,3±0,5   | 3,7±0,5   | 23±0,5    | 5±0,5    | -         |
| Массовая доля жира, %                           | не обн.   | не обн.   | 48,0±0,5  | 52,0±0,5 | -         |
| Зола, % нас.в.                                  | 6,1±0,05  | 2,9±0,05  | 11,9±0,05 | 3,4±0,05 | 0,7±0,05  |
| Содержание макроэлементов, мг/100 г:            |           |           |           |          |           |
| кальций   | 26,5±0,01 | 27,2±0,01 | 1714±0,01 | 299±0,01 | 0,25±0,01 |
| фосфор  | 645±0,01  | 325±0,01  | 683±0,01  | 325±0,01 | 0,07±0,01 |
| магний  | 145±0,01  | -         | 540±0,01  | 317±0,01 | -         |
| Энергетическая ценность, ккал/100 г             | 328       | 310       | 609       | 578      | 274       |
| Водосвязывающая способность, см <sup>3</sup> /г | 3,8±0,1   | 3,3±0,1   | 3,4±0,1   | 2,8±0,1  | -         |
| Степень набухания, %                            | 130±5     | 68±5      | 67±5      | 64±5     | -         |
| Число падения, с                                | 62        | 238±10    | 210±10    | 220±10   | -         |

Определено, что по содержанию массовой доли влаги и другим гостируемыми показателями исследуемые виды сырья соответствуют требованиям нормативно-технической документации. В них (кроме концентрата квасного суслу) обнаружено значительное количество белка – в 1,2-4 раза превышающее количество белка в хлебопекарной муке. В кунжуте определено значительное количество клетчатки – в 4,6-17 раз больше, чем в другом исследуемом сырье и 20-22 раза, чем в хлебопекарной муке. В соевой и чечевичной муке не обнаружено жира, в семенах кунжута и подсолнечника его содержится значительное количество, эти семена относятся к масличным культурам. Высокое значение кислотности концентрата квасного суслу показывает целесообразность его применения для ускоренных способов производства хлебобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки. Кунжут отличается высоким содержанием кальция. Мука соевая и чечевичная обладают низкой энергетической ценностью, обусловленной отсутствием жира в них. Исследуемые сырьевые ингредиенты обладают близкими значениями водосвязывающей и водоудерживающей способности.

Максимальная степень набухания обнаружена у соевой муки. В ней же определено минимально фиксируемое прибором Амилотест значение числа падения. Число падения муки чечевичной, измельченных семян подсолнечника и кунжута было достаточно высоким, примерно, на уровне числа падения пшеничной хлебопекарной муки.

Анализ данных позволил установить предполагаемое влияние исследуемых сырьевых компонентов на свойства полуфабрикатов и готовой хлебопекарной продукции. Наличие соевой муки в поликомпонентной мучной смеси для хлебобулочных изделий в начале замеса будет способствовать увеличению вязкости теста, о чем свидетельствует значительная степень набухания данной муки. В процессе выпечки, в результате прогрева тестовой заготовки, соевая мука будет достаточно легко отдавать эту влагу, что может отрицательно повлиять на свойства мякиша (липкость и заминаемость), так как при прогреве водно-соевой суспензии, она имела низкую вязкость, сильно разжижалась. Мука чечевичная, семена кунжута и подсолнечника, имея не очень высокую степень набухания, будут проявлять свои свойства при повышении температуры при выпечке, повышая вязкость теста, делая мякиш более сухим. Это показывает типичное влияние значительного количества клетчатки в составе сырьевых компонентов, которая связывает влагу, в основном, при нагреве.

Аминокислотный состав муки соевой, чечевичной, семян подсолнечника и кунжута приведен в приложении 9. Расчетные значения аминокислотного сора и биологической ценности – в таблице 3.45. Расчет данных показателей для концентрата квасного сусла не производился в связи с низким содержанием белка в нем и в планируемом использовании в составе жидких подкислителей для ускоренного способа производства хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки.

Таблица 3.45 – Аминокислотный скор и биологическая ценность муки соевой, чечевичной, семян подсолнечника и кунжута

| Наименование аминокислот  | Значение |            |         |               |
|---------------------------|----------|------------|---------|---------------|
|                           | Мука     |            | Семена  |               |
|                           | соевая   | чечевичная | кунжута | подсолнечника |
| лизин                     | 79       | 130        | 53      | 64            |
| треонин                   | 72       | 100        | 101     | 110           |
| метионин+цистин           | 63       | 60         | 131     | 112           |
| лейцин                    | 79       | 112        | 100     | 95            |
| изолейцин                 | 94       | 106        | 103     | 86            |
| фенилаланин+тирозин       | 92       | 141        | 140     | 132           |
| триптофан                 | 93       | 91         | 156     | 168           |
| валин                     | 87       | 105        | 93      | 107           |
| Биологическая ценность, % | 80,9     | 54,7       | 43,1    | 54,7          |

Установлено, что соевая мука обладает наиболее высокой биологической ценностью по сравнению с остальным исследуемым сырьем. В ней содержится большее количество лизина, о чем свидетельствует высокий аминокислотный скор данной аминокислоты. Семена кунжута и подсолнечника имеют наиболее низкий аминокислотный скор по лизину, но очень значительный по серусодержащим аминокислотам метионину+цистину, которые также являются дефицитными в хлебобулочных изделиях.

Таким образом, в результате анализа химического состава, пищевой и биологической ценности муки соевой, чечевичной, семян подсолнечника и кунжута установлено, что данное сырье может использоваться для улучшения минеральной ценности хлеба, корректировки соотношения белков и углеводов, а также повышения биологической ценности. Мука чечевичная, семена подсолнечника и кунжута при внесении их в состав теста, набухая при высоких температурах (при выпечке), будут повышать сухость и рассыпчатость мякиша. Соевая мука, вследствие своего разжижения при прогреве, будет повышать липкость и заминаемость мякиша.

### 3.3.5 Плодово-ягодные порошки

В российском и зарубежном хлебопечении все большее распространение получает применение порошков из растительного сырья. Натуральные порошки из плодов, ягод и овощей способны долго сохранять полезные в пищевом отношении компоненты. Их состав представлен в основном углеводами – клетчаткой, пектиновыми веществами, моно- и дисахаридами, которые обуславливают не только их технологические, но и вкусовые свойства данного сырья. Высокое содержание растворимых и нерастворимых пищевых волокон, употребляемое с продуктами, содержащими растительные пищевые порошки, положительно влияет на работу кишечника, способствует выведению тяжелых металлов из организма человека, нормализует уровень холестерина [79, 136, 258, 334]. При этом порошки имеют ряд преимуществ перед сушеными кусочками овощей, фруктов и ягод – они хорошо смешиваются с другими порошкообразными рецептурными компонентами, быстро восстанавливаются при контакте с водой.

Химический состав и показатели качества порошков из брусники, клюквы, калины, рябины, яблока приведены в таблице 3.46.

Таблица 3.46 – Химический состав и показатели качества порошков из брусники, клюквы, калины, рябины, яблока

| Наименование показателей                 | Порошки  |          |          |          |          |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|
|  | брусники | клюквы   | калины   | рябины   | яблока   |
| 1  | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        |
| Массовая доля влаги, %                   | 5,4±0,5  | 3,6±0,5  | 7,2±0,5  | 8,4±0,5  | 5,4±0,5  |
| Титруемая кислотность, град              | 27±0,5   | 30±0,5   | 20±0,5   | 28±0,5   | 28±0,5   |
| Массовая доля белка, %                   | 6,9±±0,5 | 6,2±±0,5 | 4,8±±0,5 | 4,8±±0,5 | 2,2±±0,5 |
| Массовая доля углеводов, %, в том числе: |          |          |          |          |          |

Продолжение таблицы 3.46

| 1   | 2         | 3         | 4         | 5         | 6         |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| редуцирующие сахара, % нас.в.                   | 19±0,5    | 64±0,5    | 45±0,5    | 15±0,5    | 25±0,5    |
| клетчатка                                       | 3,0±0,5   | 4,9±0,5   | 2,7±0,5   | 5,5±0,5   | 3,5±0,5   |
| Зола, % нас.в.                                  | 2,2±0,05  | 1,3±0,05  | 1,2±0,05  | 1,8±0,05  | 1,9±0,05  |
| Содержание макроэлементов, мг/100 г:            |           |           |           |           |           |
| кальций   | 23,0±0,01 | 25,9±0,01 | 22,2±0,01 | 28,6±0,01 | 40,5±0,01 |
| фосфор  | 19,2±0,01 | 7,1±0,01  | 15,4±0,01 | 18,3±0,01 | 13,6±0,01 |
| магний  | 7,0±0,01  | 8,0±0,01  | 6,1±0,01  | 7,0±0,01  | 9,0±0,01  |
| Энергетическая ценность, ккал/100 г             | 316       | 308       | 258       | 271       | 253       |
| Водосвязывающая способность, см <sup>3</sup> /г | 3,3±0,1   | 3,3±0,1   | 3,5±0,1   | 2,9±0,1   | 4,3±0,1   |
| Степень набухания, %                            | 97±5      | 96±5      | 98±5      | 98±5      | 95±5      |
| Число падения, с                                | 120±10    | 90±10     | 90±10     | 120±10    | 110±10    |

Данные таблицы 3.46 показывают, что порошки из брусники, клюквы, калины, рябины, яблока имеют низкие значения массовой доли влаги – не более 10 %. Большая часть сухого вещества представлена в них водорастворимыми углеводами. Содержание клетчатки в них превышает содержание в хлебопекарной муке в 1,5-2 раза. Порошки имеют довольно низкое содержание минеральных веществ, наиболее высоким, из исследуемых показателей, является содержание в них кальция.

Порошки достаточно хорошо набухают в воде и удерживают ее. Число падения всех видов порошков имеет значения ниже, чем у пшеничной и ржаной муки. Содержание белка ниже, чем в хлебопекарной муке в 6-8 раз.

Данные сырьевые ингредиенты имеют титруемую кислотность, которая в 10-100 раз превышает кислотность хлебопекарной муки, что окажет положительное влияние на сокращение технологического процесса приготовления полуфабрикатов. На технологический процесс и качество хлебобулочных изделий окажут положительное влияние наличие редуцирующие сахара, которые могут употребляться бродильной

микрофлорой для своей жизнедеятельности, участвовать в реакциях, формирующих вкусоароматические характеристики готового хлеба [130].

Аминокислотный состав порошков из брусники, клюквы, калины, рябины, яблока приведен в приложении 9. Расчетные значения аминокислотного сора и биологической ценности – в таблице 3.47.

Таблица 3.47 – Аминокислотный скор и биологическая ценность сухих порошков из брусники, клюквы, калины, рябины, яблока

| Наименование аминокислот  | Порошки  |        |        |        |        |
|---------------------------|----------|--------|--------|--------|--------|
|                           | брусники | клюквы | калины | рябины | яблока |
| лизин                     | 76       | 64     | 75     | 64     | 82     |
| треонин                   | 134      | 88     | 93     | 114    | 113    |
| метионин+цистин           | 53       | 64     | 83     | 136    | 168    |
| лейцин                    | 58       | 57     | 50     | 59     | 51     |
| изолейцин                 | 148      | 149    | 135    | 151    | 125    |
| фенилаланин+тирозин       | 123      | 123    | 121    | 142    | 128    |
| триптофан                 | 130      | 129    | 187    | 145    | 181    |
| валин                     | 127      | 106    | 87     | 108    | 100    |
| Биологическая ценность, % | 51,5     | 59,6   | 46,2   | 44,2   | 32,9   |

Определено, что порошки из брусники, клюквы, калины, рябины, яблока имеют невысокую биологическую ценность. Из всех видов порошков большая биологическая ценность у порошка из клюквы. Во всех видах порошков из плодово-ягодного сырья лимитирующей аминокислотой является лейцин. В порошках рябины и яблока определен наиболее высокий скор по дефицитным в хлебобулочных изделиях метионину+цистину, в порошках брусники, рябины и яблока – по треонину.

Таким образом, анализ химического состава и показателей качества порошков из брусники, клюквы, калины, рябины, яблока и томата показывает, что их технологический потенциал заключается в интенсификации технологического процесса и обогащении хлебобулочных изделий растворимыми и нерастворимыми углеводами. В связи с этим, данные виды сырья планируется использовать для разработки сухих натуральных порошкообразных подкислителей, обладающих функциональными свойствами, для ускоренного однофазного способа производства ржано-пшеничных хлебобулочных изделий.

### **3.3.6 Молочные продукты**

Молочные продукты, такие, как молоко и сыворотка, давно применяются при производстве хлебобулочных изделий, как в нативном, так и в сухом виде. В Российской Федерации имеется достаточное количество производителей этих продуктов высокого качества. Для создания композиций для хлебобулочных изделий целесообразно использовать данные виды сырья в сухом порошкообразном виде. Сыворотку творожную нативную предполагается использовать в составе подкислителей для ускоренного производства ржано-пшеничных хлебобулочных изделий. Химический состав и показатели качества молочных продуктов приведен в таблице 3.48.

Определено, что исследуемые образцы сухих молочных продуктов по содержанию массовой доли влаги, белка, лактозы и жира соответствовали ГОСТ 33629 «Консервы молочные. Молоко сухое» и ГОСТ 33958 «Сыворотка молочная сухая», нативная сыворотка – ГОСТ Р 53438-2009 Сыворотка молочная. Технические условия

Таблица 3.48 – Химический состав и показатели качества молока сухого, сыворотки молочной сухой, сыворотки творожной нативной

| Наименование показателей                                      | Молоко сухое (обезжиренное) | Сыворотка молочная сухая (подсырная) | Сыворотка творожная нативная |
|---|-----------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Массовая доля влаги, %  | 3,5±0,5                     | 4,5±0,5                              | 94,0±0,5                     |
| Титруемая кислотность, °Т                                     | 16,0±0,2                    | 18,0±0,2                             | 70,0±0,2                     |
| Массовая доля белка в сухом, обезжиренном молочном остатке, % | 26,2±0,5                    | 5,2±0,5                              | 1,0±0,5                      |
| Массовая доля лактозы, %                                      | 48,2±1,0                    | 73,0±1,0                             | 4,5±1,0                      |
| Массовая доля жира, %   | 1,2±0,1                     | 1,5±0,1                              | 0,3±0,1                      |
| Зола, % нас.в.  | 7,8±0,05                    | 6,3±0,05                             | 0,6±0,05                     |
| Содержание макроэлементов, мг/100 г:                          |                             |                                      |                              |
| кальций   | 1313±0,01                   | 390±0,01                             | 60*                          |
| фосфор  | 767±0,01                    | 412±0,01                             | 78*                          |
| магний  | 160±0,01                    | 150±0,01                             | 7*                           |
| Энергетическая ценность, ккал/100 г                           | 344,4                       | 353,9                                | 320,0                        |
| Водосвязывающая способность, см <sup>3</sup> /г               | 1,8 ±0,1                    | 1,9±0,1                              | -                            |
| Степень набухания, %  | 38±5                        | 35±5                                 | -                            |
| Число падения, с  | 62                          | 62                                   | -                            |

\*По данным справочника «Химический состав пищевых продуктов» под ред. д.т.н., проф. И.М. Скурихина, д.м.н., проф. М.Н. Волгарева

Анализ данных таблицы 3.48 показывает, что сухие молочные продукты содержат в 100 г высокое количество кальция, сухое обезжиренное молоко – суточную норму кальция (более 1000 мг). Данное сырье является



одним из лучших источников кальция натурального происхождения для улучшения минерального состава поликомпонентных мучных смесей для хлебобулочных изделий. Значительная титруемая кислотность исследуемых молочных продуктов обусловлена содержанием в них нелетучих органических кислот, прежде всего молочной [104]. Высокая титруемая кислотность нативной творожной сыворотки позволяет рекомендовать ее для использования в качестве регулятора кислотности в составе подкислителей для ускоренного производства ржано-пшеничных хлебобулочных изделий.

Сухие молочные продукты имеют высокую энергетическую ценность, обусловленную наличием в них большого количества лактозы. Наряду с этим, данные виды сырья имеют низкую водосвязывающую, водоудерживающую способность, а также степень набухания. Число падения сухих молочных продуктов минимально возможно фиксируемое прибором Амилотест. Все это будет оказывать влияние на технологические характеристики поликомпонентных мучных смесей для хлебопечения и качество хлебобулочных изделий из них. Необходимо будет учитывать дегидратирующее влияние лактозы на клейковинные белки мучной смеси и низкую водосвязывающую и водоудерживающую способность данного сырья, так как это снизит вязкость ржано-пшеничного теста и соответственно его газоудерживающую способность. На изменение вязкости полуфабрикатов из поликомпонентных смесей с сухими молочными продуктами также будет оказывать наличие SH-групп в составе их белковой составляющей [408].

Аминокислотный состав сухого молока и молочной сыворотки приведен в приложении 9. Расчетные значения аминокислотного сора и биологической ценности – в таблице 3.49. Определение и расчет данных показателей для нативной творожной сыворотки не производился в связи с низким содержанием белка в ней и в планируемом использовании в составе жидких подкислителей для ускоренного способа производства хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки.

Таблица 3.49 – Аминокислотный скор и биологическая ценность молока сухого и сыворотки молочной сухой

| Наименование аминокислот  | Значение                    |                                      |
|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
|                           | Молоко сухое (обезжиренное) | Сыворотка молочная сухая (подсырная) |
| лизин                     | 111                         | 143                                  |
| треонин                   | 120                         | 138                                  |
| метионин+цистин           | 99                          | 73                                   |
| лейцин                    | 144                         | 128                                  |
| изолейцин                 | 137                         | 137                                  |
| фенилаланин+тирозин       | 183                         | 80                                   |
| триптофан                 | 123                         | 180,0                                |
| валин                     | 99                          | 102,0                                |
| Биологическая ценность, % | 84,1                        | 50,9                                 |

Установлено, что оба вида сухих молочных продуктов имеют очень высокие скоры по аминокислотам, наиболее дефицитным в хлебопекарной муке – лизину и треонину за счет значительного содержания их в своем составе. Внесение данных компонентов в состав мучной смеси позволит повысить в ней количество незаменимых аминокислот и тем самым увеличить биологическую ценность конечного продукта. При этом, несмотря на невысокую биологическую ценность, сухая молочная сыворотка содержит большее количество лизина и треонина, о чем свидетельствует их более высокий аминокислотный скор.

Таким образом, анализ химического состава, пищевой и биологической ценности сухого молока и молочной сыворотки позволили установить, что данное сырье может использоваться в мучной композитной смеси для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий для корректирования минерального состава, в плане увеличения содержания кальция, а также увеличения биологической ценности хлебобулочных изделий за счет внесения наиболее дефицитных аминокислот в их состав – лизина и треонина [14]. Данное сырье в составе мучных поликомпонентных смесей будет оказывать влияние на свойства полуфабрикатов из них. Повысится начальная кислотность теста, что ускорит технологический процесс и уменьшится вязкость теста за счет

пониженной водосвязывающей и водоудерживающей способности , а также числа падения данных видов сырья.

### **3.4 Установление зависимостей технологических свойств компонентов поликомпонентных смесей от гранулометрического состава и кислотно-щелочной среды (рН)**

Для определения статистически значимых уравнений связи технологических свойств компонентов смесей: водосвязывающей, жиросвязывающей способности, числа падения от гранулометрического состава произведены эмпирические исследования, результаты которых приведены в таблице 3.50.

Для исследований использовалось сырье с гранулометрическим составом наиболее часто встречающимся в измельченных пищевых компонентах. В связи с этим, не представилось возможным (и целесообразным) исследование влияния гранулометрического состава компонентов поликомпонентных смесей муки и сухих молочных продуктов. Остальные компоненты – сахаросодержащие порошки из картофеля, порошки пищевые свекловичные, заварки из муки крупяных культур, семена кунжута и подсолнечника измельчали, просеивали через сита с получением частиц 0,1, 0,3, 0,6 и 1 мм.

Таблица 3.50 – Результаты исследований водосвязывающей, жиросвязывающей способности, числа падения сырьевых компонентов различного гранулометрического состава

| Вид сырья  | Для размера частиц<br>0,1 мм |                            |        | Для размера частиц<br>0,3 мм |                            |        | Для размера частиц<br>0,6 мм |                            |        | Для размера частиц<br>1 мм |                            |        |
|--|------------------------------|----------------------------|--------|------------------------------|----------------------------|--------|------------------------------|----------------------------|--------|----------------------------|----------------------------|--------|
|  | ВСС,<br>см <sup>3</sup> /г   | ЖСС,<br>см <sup>3</sup> /г | ЧП, с  | ВСС,<br>см <sup>3</sup> /г   | ЖСС,<br>см <sup>3</sup> /г | ЧП, с  | ВСС,<br>см <sup>3</sup> /г   | ЖСС,<br>см <sup>3</sup> /г | ЧП, с  | ВСС,<br>см <sup>3</sup> /г | ЖСС,<br>см <sup>3</sup> /г | ЧП, с  |
| 1  | 2                            | 3                          | 5      | 6                            | 7                          | 8      | 9                            | 10                         | 11     | 12                         | 13                         | 14     |
| Мука пшеничная 1 с   | 2,2±0,1                      | 1,1±0,1                    | 220±10 | 2,2±0,1                      | 1,1±0,1                    | 244±10 | -                            | -                          | -      | -                          | -                          | -      |
| Мука ржаная<br>обдирная  | 3,2±0,1                      | 1,5±0,1                    | 176±10 | 2,8±0,1                      | 1,2±0,1                    | 166±10 | -                            | -                          | -      | -                          | -                          | -      |
| Мука чечевичная  | 3,3±0,1                      | 0,9±0,1                    | 272±10 | 3,3±0,1                      | 0,9±0,1                    | 238±10 | -                            | -                          | -      | -                          | -                          | -      |
| Мука соевая  | 3,8±0,1                      | 1,9±0,1                    | 62     | 3,8±0,1                      | 1,9±0,1                    | 62     | -                            | -                          | -      | -                          | -                          | -      |
| Молоко сухое   | 1,8±0,1                      | 1,3±0,1                    | 62     | -                            | -                          | -      | -                            | -                          | -      | -                          | -                          | -      |
| Сыворотка молочная<br>сухая  | 2,1±0,1                      | 1,3±0,1                    | 62     | -                            | -                          | -      | -                            | -                          | -      | -                          | -                          | -      |
| Сахаросодержащий<br>порошок<br>из<br>картофеля (СПК)                     | 3,7±0,1                      | 1,5±0,1                    | 488±10 | 3,2±0,1                      | 1,5±0,1                    | 456±10 | 2,9±0,1                      | 1,1±0,1                    | 392±10 | 2,1±0,1                    | 0,9±0,1                    | 324±10 |
| Сахаросодержащий<br>порошок<br>из<br>картофеля с ржаной<br>мукой (СПКрж) | 2,8±0,1                      | 2,1±0,1                    | 292±10 | 2,6±0,1                      | 1,9±0,1                    | 272±10 | 2,1±0,1                      | 1,7±0,1                    | 192±10 | 1,8±0,1                    | 1,5±0,1                    | 178±10 |

Продолжение таблицы 3. 50

| 1   | 2       | 3       | 5      | 6       | 7       | 8      | 9       | 10      | 11     | 12      | 13      | 14     |
|---|---------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|
| Сахаросодержащий порошок из картофеля пшеничной муки(СПКпш) | 2,6±0,1 | 1,9±0,1 | 296±10 | 2,6±0,1 | 1,7±0,1 | 330±10 | 2,4±0,1 | 1,7±0,1 | 310±10 | 2,2±0,1 | 1,6±0,1 | 292±10 |
| Порошок пищевой свекловичный (ППС)                          | 5,5±0,1 | 3,9±0,1 | 672±10 | 5,3±0,1 | 3,7±0,1 | 650±10 | 3,5±0,1 | 1,9±0,1 | 570±10 | 3,5±0,1 | 1,9±0,1 | 519±10 |
| Порошок пищевой свекловичный экстрадированный (ППСЭ)        | 9,9±0,1 | 5,2±0,1 | 464±10 | 8,4±0,1 | 4,7±0,1 | 460±10 | 7,6±0,1 | 3,9±0,1 | 422±10 | 6,7±0,1 | 3,2±0,1 | 392±10 |
| Заварка из муки ячменной                                    | 8,1±0,1 | 1,9±0,1 | 440±10 | 7,6±0,1 | 1,2±0,1 | 442±10 | 6,9±0,1 | 0,9±0,1 | 412±10 | 6,2±0,1 | 0,8±0,1 | 386±10 |
| Заварка из муки рисовой                                     | 2,3±0,1 | 1,1±0,1 | 62     | 2,3±0,1 | 1,1±0,1 | 62     | 2,0±0,1 | 0,9±0,1 | 62     | 1,8±0,1 | 0,9±0,1 | 62     |
| Заварка из муки гречневой                                   | 4,7±0,1 | 1,2±0,1 | 999±10 | 4,7±0,1 | 1,2±0,1 | 999±10 | 4,3±0,1 | 0,9±0,1 | 999±10 | 3,9±0,1 | 0,8±0,1 | 999±10 |
| Заварка из муки пшеничной                                   | 7,7±0,1 | 2,3±0,1 | 320±10 | 6,8±0,1 | 1,8±0,1 | 300±10 | 4,7±0,1 | 1,5±0,1 | 262±10 | 4,7±0,1 | 1,5±0,1 | 232±10 |
| Семена кунжута  | 3,4±0,1 | 0,8±0,1 | 260±10 | 3,4±0,1 | 0,8±0,1 | 210±10 | 2,4±0,1 | 0,7±0,1 | 186±10 | 1,9±0,1 | 0,4±0,1 | 150±10 |
| Семена подсолнечника  | 2,8±0,1 | 0,8±0,1 | 260±10 | 2,8±0,1 | 0,8±0,1 | 220±10 | 2,3±0,1 | 0,7±0,1 | 190±10 | 1,7±0,1 | 0,5±0,1 | 175±10 |

ВСС – водосвязывающая способность;

ЖСС – жирсвязывающая способность; ЧП – число падения.

Гранулометрический состав (крупнота или размер частиц), а также водосвязывающая и жиросвязывающая способности рецептурных компонентов участвует в формировании физико-химических показателей качества готовой продукции. Способность компонентов удерживать воду и жир обусловлена особенностями химического состава (наличием гидрофильных и гидрофобных связей), а также взаимодействием частиц между собой.

Жировая и водная фазы в полуфабрикатах связываются в основном белками и крахмалом рецептурных компонентов. От количества связанной и несвязанной воды и жиров в тесте зависят скорости протекания биохимических процессов при брожении, расстойке и выпечке, влияющие на потребительские свойства готовой продукции.

Экспериментальные зависимости влияния гранулометрического состава на водосвязывающую, жиросвязывающую способность и число падения компонентов представлены на рисунке 3.37, водосвязывающей, жиросвязывающей способности и гранулометрического состава на число падения – на рисунках 3.38 и 3.39.

Анализ данных рисунка 3.37 показывает, что регрессионные зависимости водосвязывающей, жиросвязывающей способности и числа падения от гранулометрического состава сырья имеют высокие коэффициенты детерминации  $R^2$ , равные 0,93. Это показывает существенное влияние дисперсности частиц компонентов на исследуемые технологические свойства.

Определено, что водосвязывающая, жиросвязывающая, способности и число падения имеют более высокие значения в компонентах с мелким размерами частиц. Укрупнение частиц дает обратный эффект, значения исследуемых показателей линейно снижаются.

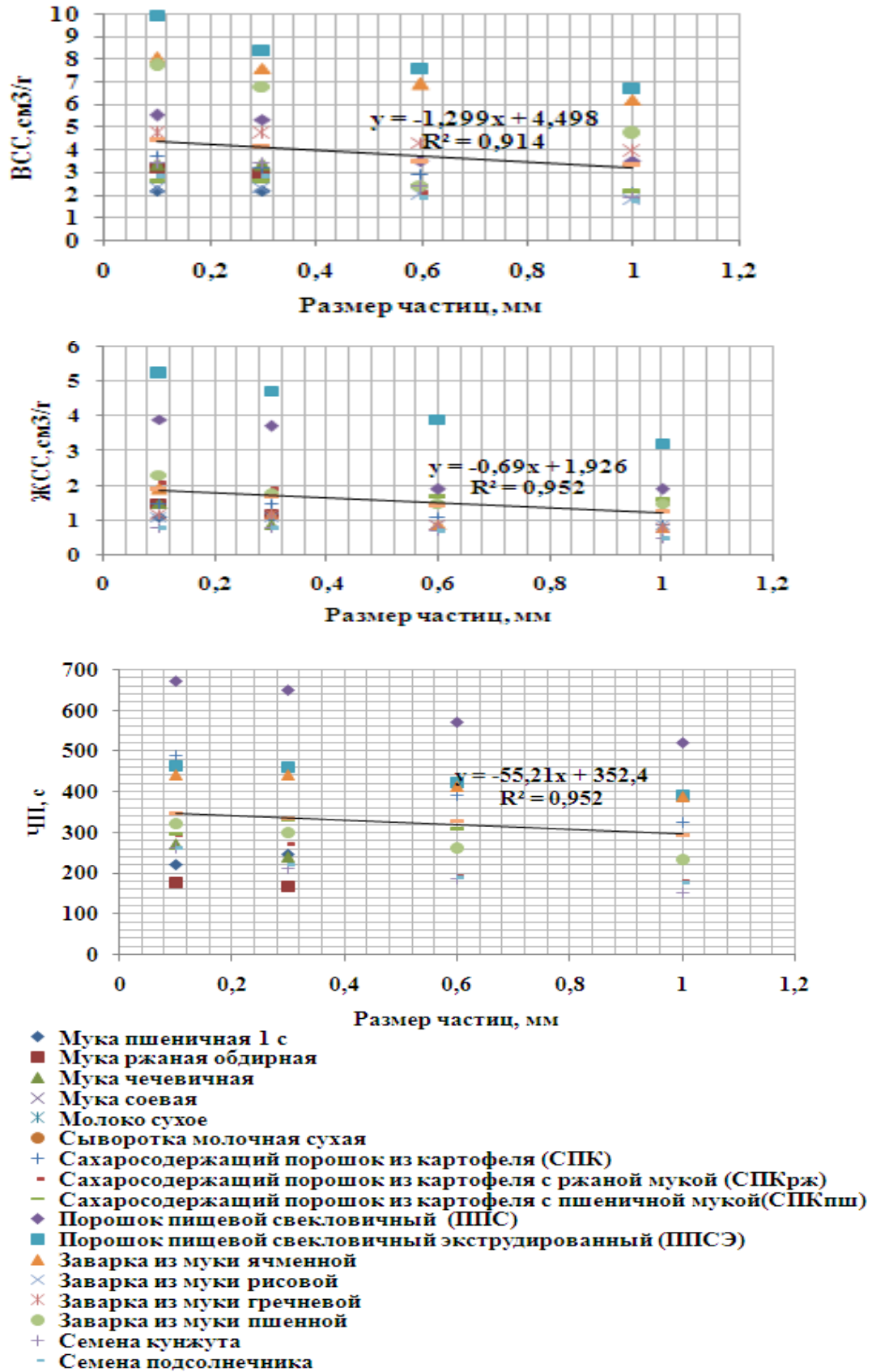
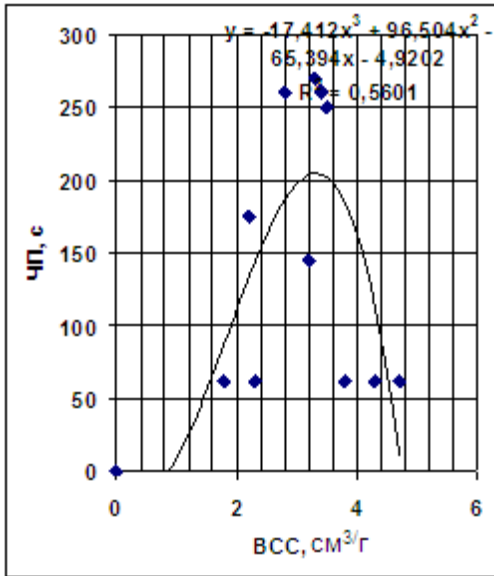
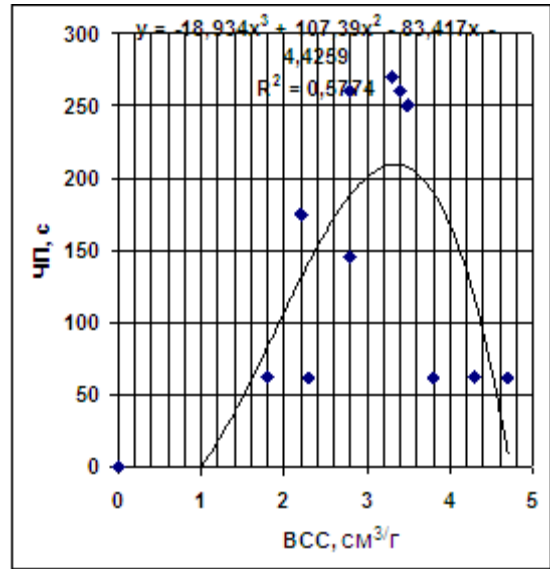


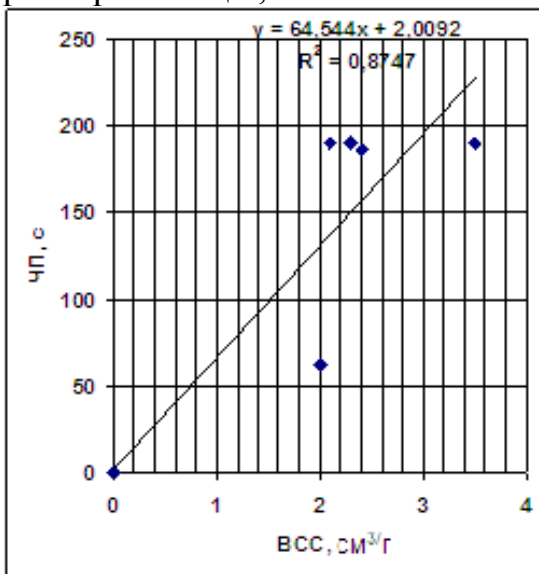
Рисунок 3.37 – Зависимость водосвязывающей, жиросвязывающей способности и числа падения от гранулометрического состава



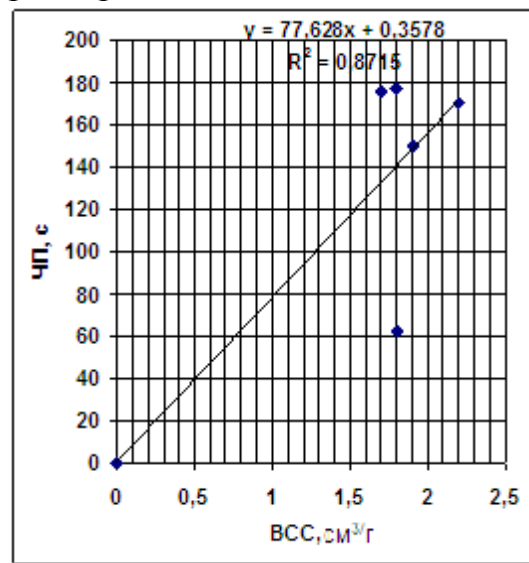
размер частиц 0,1 мм



размер частиц 0,3 мм



размер частиц 0,6 мм



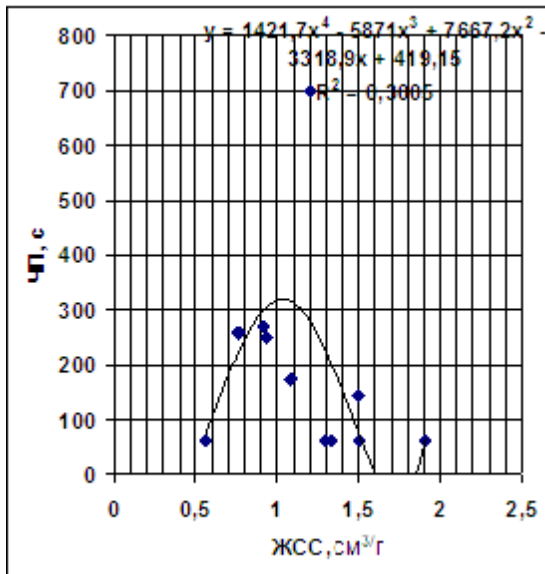
размер частиц 1 мм

Рисунок 3.38 – Зависимость числа падения сырьевых компонентов от их водосвязывающей способности и гранулометрического состава

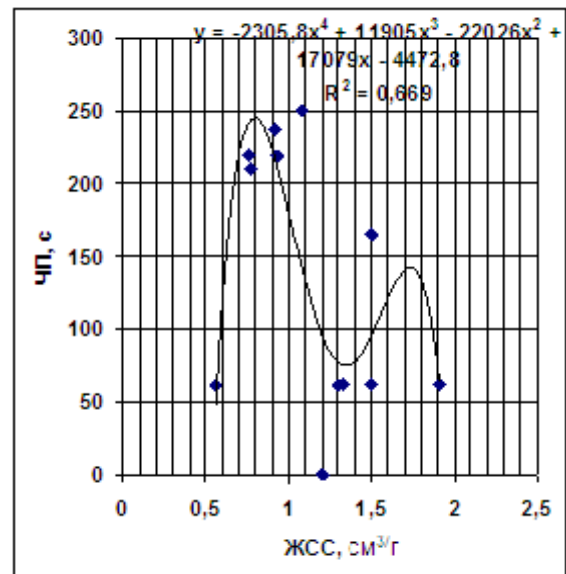
Результаты исследований, представленные на рисунке 3.38, показывают, что зависимости числа падения сырьевых компонентов с низкой дисперсностью (0,1 и 0,3 мм) от их водосвязывающей способности с высокой степенью детерминации ( $R^2=0,57-0,58$ ) аппроксимируются уравнениями высоких порядков. Это обусловлено более высокой реакционной способностью сырьевых компонентов в связи с большей удельной поверхностью мелких частиц. Увеличение размера частиц сырьевых компонентов позволяет получить простые (линейные) зависимости



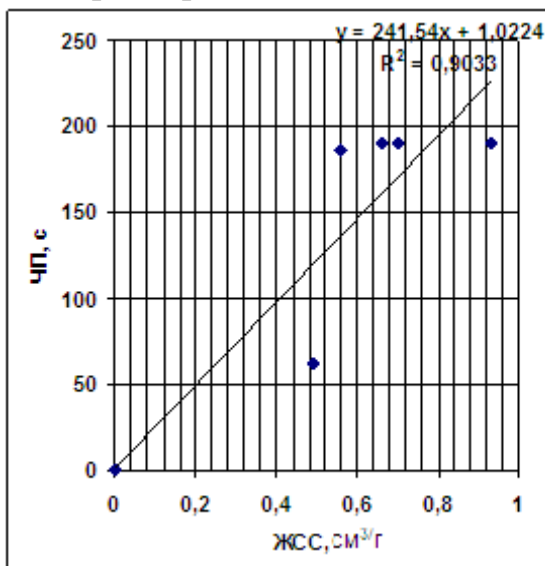
изменения числа падения от водосвязывающей способности, показывающие прямую зависимость увеличения числа падения при повышении водосвязывающей способности сырьевых компонентов.



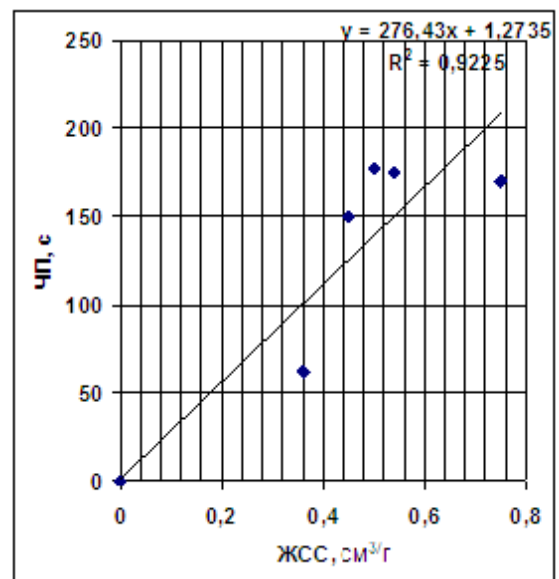
размер частиц 0,1 мм



размер частиц 0,3 мм



размер частиц 0,6 мм



размер частиц 1 мм

Рисунок 3.39 – Зависимость числа падения сырьевых компонентов от их жиросвязывающей способности и гранулометрического состава

Изменения жиросвязывающей способности от размера частиц имеют такую же зависимость, как и для водосвязывающей способности – более сложные и с более низкой степенью детерминации ( $R^2=0,39-0,66$ ) в случае

мелких частиц сырья и простые (линейные) с более высокой степенью детерминации ( $R^2=0,90-0,92$ ) – в случае более крупных.

Обобщая, можно отметить, что по показателю число падения, с достаточной степенью достоверности можно судить об изменении показателей водосвязывающей и жиросвязывающей способности сырьевых компонентов. В случае крупнодисперсного сырья, увеличение числа падения смеси будет свидетельствовать об увеличении данных показателей.

Изменения свойств сырьевых компонентов в зависимости от кислотно-щелочной среды имеет значение в связи с тем, что этот показатель меняется в технологическом процессе производства хлебобулочных изделий. В результате брожения теста в нем накапливаются такие продукты брожения, как спирт и кислоты, которые изменяют кислотно-щелочной баланс в сторону снижения рН. В связи с этим, практический интерес имеет исследование влияния кислотно-щелочной среды на водосвязывающую способность сырьевых компонентов. Результаты исследования представлены в таблице 3.51.

Таблица 3.51 – Влияние кислотно-щелочной среды на водосвязывающую способность сырьевых компонентов

| Вид сырья  | рН 3    | рН 4    | рН 5    |
|--|---------|---------|---------|
| 1  | 2       | 3       | 4       |
| Мука пшеничная 1 с   | 2,5±0,1 | 2,3±0,1 | 2,3±0,1 |
| Мука ржаная обдирная   | 2,6±0,1 | 3,8±0,1 | 3,1±0,1 |
| Мука чечевичная  | 2,6±0,1 | 2,8±0,1 | 3,3±0,1 |
| Мука соевая  | 4,6±0,1 | 4,2±0,1 | 3,8±0,1 |
| Молоко сухое   | 2,7±0,1 | 2,1±0,1 | 1,8±0,1 |
| Сыворотка молочная сухая                                       | 2,3±0,1 | 2,7±0,1 | 2,1±0,1 |
| Сахаросодержащий порошок из картофеля (СПК)                    | 1,9±0,1 | 2,8±0,1 | 3,2±0,1 |
| Сахаросодержащий порошок из картофеля с ржаной мукой (СПКрж)   | 1,9±0,1 | 2,6±0,1 | 2,6±0,1 |
| Сахаросодержащий порошок из картофеля с пшеничной мукой(СПКпш) | 1,6±0,1 | 2,7±0,1 | 2,6±0,1 |
| Порошок пищевой свекловичный (ППС)                             | 4,9±0,1 | 5,8±0,1 | 5,3±0,1 |

Продолжение таблицы 3.51

| 1   | 2       | 3       | 4       |
|---|---------|---------|---------|
| Порошок пищевой свекловичный<br>экструдированный (ППСЭ) | 6,6±0,1 | 7,9±0,1 | 8,4±0,1 |
| Заварка из муки ячменной                                | 7,5±0,1 | 8,2±0,1 | 7,6±0,1 |
| Заварка из муки рисовой                                 | 3,2±0,1 | 2,8±0,1 | 2,3±0,1 |
| Заварка из муки гречневой                               | 5,7±0,1 | 5,3±0,1 | 4,7±0,1 |
| Заварка из муки пшеничной                               | 7,6±0,1 | 7,2±0,1 | 6,8±0,1 |
| Семена кунжута  | 4,5±0,1 | 4,2±0,1 | 3,4±0,1 |
| Семена подсолнечника                                    | 3,8±0,1 | 3,2±0,1 | 2,8±0,1 |

Установлено, что снижение рН-среды изменяет водосвязывающую способность сырьевых компонентов. Эта зависимость в значительной степени обусловлена видом сырьевого компонента. Уравнения связи водосвязывающей способности каждого вида сырья от рН-среды представлены в таблице 3.52.

Таблица 3.52 – Математические зависимости водосвязывающей способности сырья от рН-среды

| Наименование сырья   | Уравнение связи             | Коэффициент детерминации, $R^2$ | Коэффициент множественной корреляции, $R$ |
|--|-----------------------------|---------------------------------|---|
| 1  | 2                           | 3                               | 4   |
| Мука пшеничная 1 с   | $y = -0,1x + 2,57$          | 0,75                            | 0,87                                      |
| Мука ржаная обдирная   | $y = 4,05x - 0,95x^2 - 0,5$ | 1                               | 1   |
| Мука чечевичная  | $y = -0,2x + 2,41$          | 0,94                            | 0,96                                      |
| Мука соевая  | $y = -0,4x + 5$             | 1                               | 1   |
| Молоко сухое   | $y = -0,45x + 3,1$          | 0,96                            | 0,98                                      |
| Сыворотка молочная сухая                                     | $y = 1,9x - 0,5x^2 + 0,9$   | 1                               | 1   |
| Сахаросодержащий порошок из картофеля (СПК)                  | $y = -0,65x + 1,33$         | 0,95                            | 0,97                                      |
| Сахаросодержащий порошок из картофеля с ржаной мукой (СПКрж) | $y = -0,35x + 1,6$          | 0,75                            | 0,87                                      |

Продолжение таблицы 3.52

| 1  | 2                           | 3    | 4    |
|--|-----------------------------|------|------|
| Сахаросодержащий порошок из картофеля с пшеничной мукой(СПКпш) | $y = 2,9x - 0,6x^2 - 0,7$   | 0,96 | 0,98 |
| Порошок пищевой свекловичный (ППС)                             | $y = 3x - 0,7x^2 + 2,6$     | 1    | 1    |
| Порошок пищевой свекловичный экструдированный (ППСЭ)           | $y = -0,9x + 5,8$           | 0,93 | 0,96 |
| Заварка из муки ячменной                                       | $y = 2,65x - 0,65x^2 + 5,5$ | 1    | 1    |
| Заварка из муки рисовой  | $y = -0,45x + 3,6$          | 0,99 | 0,99 |
| Заварка из муки гречневой                                      | $y = -0,5x + 0,23$          | 0,98 | 0,99 |
| Заварка из муки пшенной  | $y = -0,4x + 8$             | 1    | 1    |
| Семена кунжута   | $y = -0,55x + 5,1$          | 0,94 | 0,96 |
| Семена подсолнечника   | $y = -0,5x + 4,2$           | 0,98 | 0,99 |

Аппроксимация данных водосвязывающей способности сырьевых компонентов от рН-среды показала следующее. Отрицательная линейная зависимость, соответствующая уменьшению водосвязывающей способности сырья при снижении значения рН-среды, наблюдалась у таких видов сырьевых ингредиентов, как мука пшеничная 1 с, мука чечевичная, мука соевая, молоко сухое, СПК, СПКрж, ППСЭ, заварка из муки рисовой, заварка из муки гречневой, заварка из муки пшенной, семена кунжута, семена подсолнечника. Квадратичная зависимость установлена для водосвязывающей способности компонентов от рН-среды установлена для такого сырья, как мука ржаная обдирная, сыворотка молочная сухая, ППС, заварка из муки ячменной. Это обусловлено тем, что данные компоненты проявили свою большую чувствительность к изменению активной кислотности, что связано с особенностями их морфологического и химического состава.

Анализ графических и математических зависимостей влияния гранулометрического состава, кислотно-щелочной среды (рН), на такие технологические свойства нового и нетрадиционного сырья для

поликомпонентных мучных смесей, как водосвязывающая, жиросвязывающая способности, и число падения позволил установить следующее:

- зависимости технологических свойств сырьевых компонентов от гранулометрического состава и рН-среды являются средне- и высокодетерминированными ( $R^2=0,39-1$ ).
- водосвязывающая, жиросвязывающая способность и число падения компонентов с большим размером частиц выше, чем мелких;
- увеличение числа падения компонентов статистически значимо показывает увеличение показателей водосвязывающей и жиросвязывающей способностей компонентов;
- снижение рН-среды уменьшает водосвязывающую способность сырьевых компонентов, при этом, математические зависимости в значительной степени обусловлены видом компонента.

Таким образом, аналитическая интерпретация экспериментальных данных показала на статистически значимую взаимосвязь технологических свойств компонентов поликомпонентных смесей между собой, что позволяет рекомендовать показатель число падения компонентов для косвенной характеристики их водосвязывающей и жиросвязывающей способностей.

### **Заключение по главе 3**

Теоретически и экспериментально обоснованы режимы переработки вторичных сырьевых ресурсов (некондиционного картофеля и сухой обессахаренной свекловичной стружки) в новые виды пищевого сырья – сахаросодержащие порошки из картофеля и порошки пищевые свекловичные.

Исследованы зависимости скорости разжижения и осахаривания некондиционного картофеля в высокоосахаренный полуфабрикат сахаросодержащую картофельную пасту от технологических параметров биотехнологической модификации на основании которых определены

оптимальные режимы разжижения путем гидротермической обработки в течение 40 минут и осахаривания под действием ферментного препарата AMG 1100 BG при следующих параметрах: температура – 65 - 75 °С, pH – 5 - 6, содержание сухих веществ в субстрате 19,4 % - 25 %, дозировка ферментного препарата – 0,02 % - 0,06 % от массы сухого вещества в субстрате. Для описания механизма процесса осахаривания определены кинетические параметры процесса осахаривания: константа скорости реакции –  $0,0089 (\% \cdot \text{ч})^{-2}$ , скорость реакции – 1,1 %/ч.

Увеличение сроков хранения сиропа и пасты сахаросодержащей картофельной пасты целесообразно путем снижения их влажности. При этом сироп уваривают до содержания сухих веществ  $52,5 \pm 2,5$  %, а пасту – высушивают до массовой доли влаги  $14,0 \pm 0,5$  % с последующим измельчением до порошкообразного состояния. Это позволяет увеличить сроки хранения разработанных продуктов до 3 и 6 месяцев соответственно.

В связи с высокой длительностью сушки пасты из картофельной массы – 7 часов, предложено использование рециркуляционной сушки предусматривающей добавление осушителей, снижающих начальную влажность высушиваемого продукта. Данный прием высушивания позволил сократить продолжительность высушивания в 1,7-2 раза по сравнению с высушиванием пасты гидролизата картофельной массы без осушителей, а также получить еще два вида сахаросодержащих порошков – сахаросодержащий порошок из картофеля с ржаной мукой (СПКрж) и сахаросодержащий порошок с пшеничной мукой (СПКпш) отличающихся химическим составом и технологическими свойствами.

Исследованы зависимости водосвязывающей и сорбционной способности, а также содержания пектиновых веществ от технологических параметров физико-химической модификации сухой обессахаренной свекловичной стружки на основании которых определены оптимальные режимы получения порошков пищевых свекловичных: pH-среды – 5,07–5,68, продолжительность гидролиза – 22–27 мин, температура – 72–74 °С, а также порошков пищевых свекловичных экструдированных с кукурузным

крахмалом: соотношение кукурузного крахмала и пищевых волокон – 45:55, влажность смеси – 20 % – 25 %, температура –  $180 \pm 10$  °С. При этом конечные продукты превосходят исходное сырье по показателям водосвязывающей и сорбционной способности – в 1,2–2,0, 1,6–3,1 раза соответственно. Содержание водорастворимых пищевых волокон в порошках пищевых свекловичных возрастает в 2 раза по сравнению с исходной сухой обессахаренной свекловичной стружкой.

Сахаросодержащие продукты из картофеля содержат в основном углеводы: содержание редуцирующих сахаров в них составляет 27,0 % - 50 %, холоцеллюлоза (целлюлоза+гемицеллюлоза) – 1,8 % - 7,6 %. Порошки пищевые свекловичные содержат в своем составе в основном нерастворимые и растворимые пищевые волокна: холоцеллюлоза – 29,5 % - 45,5 % лигнин – 3,0 % – 7,5 %, пектиновые вещества 4,9 5 - 20,1 %. Новые виды пищевого сырья обладают высоким технологическим потенциалом: водосвязывающая способность 2,6-8,4 см<sup>3</sup>/г, водоудерживающая способность 1,5-5,7 см<sup>3</sup>/г, степень набухания – 68 % - 120 %, число падения 272-650 с.

Оценка медико-биологического эффекта влияния новых видов пищевого сырья показала, что введение в рацион подопытных животных сахаросодержащего порошка из картофеля снижало уровень холестерина в сыворотке крови до 15 %, АСТ – до 4 %. Добавление к рациону животных порошка пищевого свекловичного экструдированного увеличивало содержание в сыворотке крови количество общего белка до 4,6 %, снижало уровень холестерина до 1,8 %, увеличивало содержание лактобактерий в кишечнике – в 1,8 раз.

Теоретическое и экспериментальное обоснование использования муки крупяных культур для заварных ржано-пшеничных хлебобулочных изделий позволило установить следующее. В муке ячменной, гречневой и пшеничной число падения выше в 4,8, 10,5 и 2,2 раза, в муке рисовой – ниже в 1,5 раза, чем в ржаной обдирной муке. Приготовление заварок из муки крупяных культур осуществляли пользуясь в качестве опорной классической технологии осахаренной заварки с применением ржаной обдирной муки в

качестве источника ферментов и ржаного ферментированного солода. Продолжительность приготовления заварок из муки рисовой и пшеничной было таким же, как из ржаной муки, из ячменной и гречневой – на 60 минут больше. Для получения заварок из муки крупяных культур, как ингредиента для сухих поликомпозиных смесей их подвергали высушиванию конвективным способом до массовой доли влаги 15 % и измельчению. Установлено, что заварки из муки ячменной и рисовой имеют вкус и запах схожий с контрольной заваркой из ржаной муки, а заварки из муки гречневой и пшеничной сохраняют оттенки вкуса и запаха используемой для их получения муки, что будет оказывать влияние на органолептические показатели хлебобулочных изделий. Заварки из муки крупяных культур содержат в основном углеводы: содержание редуцирующих сахаров – 8,5 % - 9,7 %, крахмала – 24,3 % - 35,1 %. Заварки из муки крупяных культур имеют повышенную титруемую кислотность – д 9,1-14,4 град, что в случае применения в хлебопекарных полуфабрикатах будет оказывать положительное влияние на скорость достижения ими необходимой кислотности. Сухие заварки обладают высоким технологическим потенциалом.

Определен химический состав и технологические свойства таких видов животного сырья, как сухая молочная сыворотка и сухое молоко, и растительного сырья: муки соевой, чечевичной, кунжута, подсолнечника, порошков из брусники, клюквы, калины, рябины, яблока. Сухие молочные продукты имеют высокую энергетическую ценность обусловленную наличием в них большого количества лактозы. Наряду с этим, данные виды сырья имеют низкую водосвязывающую, водоудерживающую способность, а также степень набухания. В растительных видах исследуемого сырья (кроме концентрата квасного сусла) обнаружено значительное количество белка в 1,2-4 раза превышающее количество белка в хлебопекарной муке. Кунжут является источником кальция и клетчатки, соевая и чечевичная мука обладают низкой энергетической ценностью, в кунжуте и подсолнечнике содержится значительное количество жиров. Число падения данных видов



сырья близко к ржано-пшеничной хлебопекарной муке. Во всех видах сырья содержится значительное количество лизина, метионина+цистина и треонина, которые являются лимитирующими для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий

Большая часть сухого вещества порошков брусники, клюквы, калины, рябины, яблока представлена в них водорастворимыми углеводами. Они достаточно хорошо набухают в воде и удерживают ее. Данные сырьевые ингредиенты имеют титруемую кислотность, которая в 10-100 раз превышает кислотность хлебопекарной муки, что предполагает их использование для создания подкислителей для ускоренных способов производства ржано-пшеничных хлебобулочных изделий.

Анализ математических зависимостей технологических свойств (водосвязывающей, жиросвязывающей способности и числа падения) от гранулометрического состава нового и нетрадиционного сырья позволил установить что в случае крупнодисперсного сырья, увеличение числа падения смеси будет свидетельствовать об увеличении данных показателей. По показателю число падения, с достаточной степенью достоверности можно судить об изменении показателей водосвязывающей и жиросвязывающей способности сырьевых компонентов: показатель число падения имеет статистически значимую тенденцию к увеличению при возрастании водосвязывающей и жиросвязывающей способности пищевых компонентов. Снижение рН-среды уменьшает водосвязывающую способность сырьевых компонентов, что показывает их дальнейшую роль в формировании свойств теста.

## **ГЛАВА 4 ВЛИЯНИЕ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЖАНО-ПШЕНИЧНОЙ МУКИ И ОБОСНОВАНИЕ ИХ РАЦИОНАЛЬНЫХ ДОЗИРОВОК**

По данным ГНУ ВНИИЗ Россельхозакадемии сфера применения нетрадиционного сырья при производстве хлебобулочных изделий, в последнее время, значительно возросла. Обозначена целесообразность увеличения объемов регионального производства поликомпонентных мучных смесей для хлебобулочных изделий здорового питания для разных слоев населения [84].

Однако, применение сырьевых ингредиентов, имеющих значительные морфологические отличия от основного сырья хлебопечения – пшеничной и ржаной муки, будет оказывать существенное влияние на физико-химические показатели хлебобулочных изделий [312].

Морфологический состав такого сырья, как ингредиента для хлебопечения, будет обуславливать его технологические свойства. Основной целью оценки технологических свойств рецептурных составов мучных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий является получение продукции удовлетворяющей спросу потребителей. Достижение этой цели невозможно без научной базы, основанной на экспериментальных и аналитических исследованиях зависимостей свойств сырьевых ингредиентов и мучных смесей от их гранулометрического состава, рН-среды, их влияния на технологические свойства мучных смесей и хлебобулочных изделий. Для обеспечения возможности формализации описываемых свойств сырьевых компонентов и поликомпонентных смесей из них необходимо определение технологических критериев мучных смесей и полуфабрикатов, которые будут обуславливать достаточное потребительское достоинство ржано-пшеничных хлебобулочных изделий.

Получение объективной информации о потенциальных свойствах продукта на основе влияния каждого компонента входящего в состав поликомпонентной смеси позволит определить критериальный показатель,

основанный на объективной информации о технологическом качестве создаваемой смеси. Для этого необходима достаточная статистическая информация о технологических свойствах входящих в состав смеси компонентов и их влиянии на свойства основного ингредиента для хлебопечения – муки с получением коэффициентов функциональной зависимости.

Целью данного этапа исследований являлось определение технологического показателя качества ржано-пшеничной мучной смеси с нетрадиционным сырьем, позволяющего на стадии составления рецептурной композиции гарантировать достаточное потребительское достоинство конечного продукта из нее и определение оптимальных начальных характеристик полуфабрикатов для ускоренного тестоприготовления.

#### **4.1 Установление зависимостей технологических свойств мучных смесей от дозировки нетрадиционного сырья в их составе**

Для определения влияния нетрадиционного сырья на технологические свойства мучных смесей исследовали влияние замены муки этим сырьем на их водосвязывающую способность и число падения. При этом в смесях заменяли 5 %, 10 % и 15 % ржано-пшеничной муки. Соотношение ржаной и пшеничной муки составляло 50:50. Такие виды сырья, как сахаросодержащие продукты из картофеля, порошки пищевые свекловичные, заварки из муки крупяных культур просеивали через сито с размером ячеек 1 мм. Семена кунжута и подсолнечника использовали в нативном виде. Исследования жиросвязывающей способности при внесении в мучную смесь нетрадиционного сырья показали незначительные изменения данного показателя при изменении компонентного состава смеси, в связи с этим в работе не приводятся. Результаты исследований влияния нетрадиционного

сырья на водосвязывающую способность мучной смеси представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Влияние нетрадиционного сырья на водосвязывающую способность мучной смеси

| Сырье, входящее в мучную смесь   | Водосвязывающая способность смеси, см <sup>3</sup> /г |         |         |
|--|---|---------|---------|
|  | с заменой ржано-пшеничной муки на                     |         |         |
|  | 5%  | 10%     | 15%     |
| Мука ржано-пшеничная   | 3,0±0,1   |         |         |
| Мука ржано-пшеничная + мука чечевичная   | 5,3±0,1   | 6,3±0,1 | 6,9±0,1 |
| Мука ржано-пшеничная + мука соевая   | 5,5±0,1   | 4,9±0,1 | 4,3±0,1 |
| Мука ржано-пшеничная + молоко сухое  | 2,5±0,1   | 1,8±0,1 | 1,3±0,1 |
| Мука ржано-пшеничная + сыворотка молочная сухая  | 2,8±0,1   | 1,9±0,1 | 1,5±0,1 |
| Мука ржано-пшеничная + сахаросодержащий порошок из картофеля (СПК)                     | 3,2±0,1   | 2,9±0,1 | 2,5±0,1 |
| Мука ржано-пшеничная + сахаросодержащий порошок из картофеля с ржаной мукой (СПКрж)    | 3,6±0,1   | 3,2±0,1 | 2,9±0,1 |
| Мука ржано-пшеничная + сахаросодержащий порошок из картофеля с пшеничной мукой (СПКпш) | 3,6±0,1   | 3,3±0,1 | 3,0±0,1 |
| Мука ржано-пшеничная + порошок пищевой свекловичный (ППС)                              | 4,3±0,1   | 5,9±0,1 | 6,0±0,1 |
| Мука ржано-пшеничная + порошок пищевой свекловичный экструдированный (ППСЭ)            | 5,4±0,1   | 6,7±0,1 | 7,7±0,1 |
| Мука ржано-пшеничная + заварка из муки ячменной  | 4,6±0,1   | 5,7±0,1 | 6,2±0,1 |
| Мука ржано-пшеничная + заварка из муки рисовой   | 2,7±0,1   | 2,4±0,1 | 2,0±0,1 |
| Мука ржано-пшеничная + заварка из муки гречневой                                       | 4,7±0,1   | 5,2±0,1 | 5,9±0,1 |
| Мука ржано-пшеничная + заварка из муки пшеничной                                       | 5,8±0,1   | 6,1±0,1 | 6,9±0,1 |
| Мука ржано-пшеничная + семена кунжута  | 3,0±0,1   | 2,6±0,1 | 2,2±0,1 |
| Мука ржано-пшеничная + семена подсолнечника  | 3,1±0,1   | 2,3±0,1 | 1,5±0,1 |

Установлено, что увеличение дозировки нетрадиционного сырья в составе мучной смеси взамен муки в количестве от 5 до 15 % таким сырьем, как мука чечевичная, порошки пищевые свекловичные, заварки из муки

ячменной, гречневой, пшеничной способствует увеличению ее водосвязывающей способности в 1,4-2 раза по сравнению с ржано-пшеничной мукой. Мука соевая, сухие молочные продукты, сахаросодержащие порошки из картофеля, заварка из муки рисовой, семена кунжута и подсолнечника – снижают водосвязывающую способность мучной смеси в 1,2-2 раза.

Математические зависимости водосвязывающей способности мучной смеси от дозировки нетрадиционного сырья представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Математические зависимости водосвязывающей способности мучной смеси от дозировки нетрадиционного сырья

| Наименование сырья   | Уравнение связи    | Коэффициент детерминации, $R^2$ | Коэффициент множественной корреляции, $R$ |
|--|--------------------|---------------------------------|---|
| 1  | 2                  | 3                               | 4   |
| Мука ржано-пшеничная + мука чечевичная   | $y = 0,8x + 3,0$   | 0,97                            | 0,98                                      |
| Мука ржано-пшеничная + мука соевая   | $y = -0,6x + 3,1$  | 1                               | 1   |
| Мука ржано-пшеничная + молоко сухое  | $y = -0,65x + 3,1$ | 1                               | 1   |
| Мука ржано-пшеничная + сыворотка молочная сухая  | $y = -0,65x + 3,1$ | 0,95                            | 0,97                                      |
| Мука ржано-пшеничная + сахаросодержащий порошок из картофеля (СПК)                     | $y = -0,35x + 3,4$ | 0,99                            | 0,99                                      |
| Мука ржано-пшеничная + сахаросодержащий порошок из картофеля с ржаной мукой (СПКрж)    | $y = -0,35x + 3,1$ | 0,99                            | 0,99                                      |
| Мука ржано-пшеничная + сахаросодержащий порошок из картофеля с пшеничной мукой (СПКпш) | $y = -0,3x + 3,2$  | 1                               | 1   |
| Мука ржано-пшеничная + порошок пищевой свекловичный (ППС)                              | $y = 0,85x + 3,1$  | 0,79                            | 0,88                                      |
| Мука ржано-пшеничная + порошок пищевой свекловичный экструдированный (ППСЭ)            | $y = 1,15x + 3,1$  | 0,99                            | 0,99                                      |

Продолжение таблицы 4.2

| 1   | 2                  | 3    | 4    |
|---|--------------------|------|------|
| Мука ржано-пшеничная +<br>заварка из муки ячменной  | $y = 0,8x + 2,9$   | 0,95 | 0,97 |
| Мука ржано-пшеничная +<br>заварка из муки рисовой   | $y = -0,35x + 2,9$ | 0,99 | 0,99 |
| Мука ржано-пшеничная +<br>заварка из муки гречневой | $y = 0,6x + 3,1$   | 0,99 | 0,99 |
| Мука ржано-пшеничная +<br>заварка из муки пшеничной | $y = 0,55x + 3,1$  | 0,93 | 0,96 |
| Мука ржано-пшеничная +<br>семена кунжута            | $y = -0,4x + 3,2$  | 1    | 1    |
| Мука ржано-пшеничная +<br>семена подсолнечника      | $y = -0,8x + 3,5$  | 1    | 1    |

Определено, что водосвязывающая способность мучных смесей с внесением муки чечевичной, порошков пищевых свекловичных, заварок из муки ячменной, гречневой, пшеничной с высокой достоверностью аппроксимации ( $R^2=0,79-0,99$ ) имеет положительную линейную зависимость, соответствующую увеличению водосвязывающей способности смеси при увеличении дозировок данных компонентов. Внесение в состав смесей остальных компонентов: муки соевой, молока сухого, сыворотки молочной сухой, сахаросодержащих порошков из картофеля, заварки из муки рисовой, семян кунжута и подсолнечника описываются линейными отрицательными зависимостями, показывающими снижение водосвязывающей способности мучной смеси при увеличении в составе смеси данных компонентов.

Анализ уравнений связи таблицы 4.5 показывает, что свободный член уравнений регрессии имеет значения близкие к среднему значению водосвязывающей способности ржано-пшеничной муки –  $3,0 \text{ см}^3/\text{г}$ . При этом, коэффициенты уравнений регрессии показывают вариацию значений водосвязывающей способности, приходящиеся на единицу вариации  $x$  или отношение результирующего признака от его средней величины к отклонению факторного признака на единицу [61] То есть, коэффициенты уравнений показывают, во сколько раз увеличится (уменьшится) водосвязывающая способность мучной смеси с нетрадиционным сырьем при изменении их

дозировки на единицу. Иными словами, проведение предварительных исследований по определению влияния сырьевых ингредиентов на водосвязывающую способность мучных смесей позволит прогнозировать и изменять количество воды, используемой для приготовления полуфабрикатов из поликомпонентных смесей в количестве, пропорциональном полученным эмпирическим коэффициентам, которые в значительной степени обусловлены естественными колебаниями химического состава применяемого сырья. Так, внесение в состав мучных смесей порошков пищевых свекловичных потребует в значительной степени увеличить количество воды на приготовление полуфабрикатов. Это показывают самые высокие коэффициенты в уравнениях связи водосвязывающей способности с дозировкой данного сырья 0,8-1,15. То есть на каждый процент вносимых порошков пищевых свекловичных потребуются увеличить количество воды в 0,8-1,15 от количества воды в базовой рецептуре без добавок. Отрицательные коэффициенты в уравнениях связи водосвязывающей способности смесей с мукой соевой, сухими молочными продуктами, сахаросодержащими порошками из картофеля, заваркой из муки рисовой, семенами кунжута и подсолнечника показывают во сколько раз нужно уменьшить количество воды при приготовлении теста на каждый процент данных ингредиентов, вносимых в поликомпонентную мучную смесь.

Результаты исследований влияния нетрадиционного сырья на число падения мучной смеси представлены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Влияние нетрадиционного сырья на число падения мучной смеси

| Сырье, входящее в мучную смесь  | Число падения мучной смеси, с заменой ржано-пшеничной муки на |        |        |
|---|---|--------|--------|
|   | 5%  | 10%    | 15%    |
| Мука ржано-пшеничная  | 206±10  |        |        |
| Мука ржано-пшеничная + мука чечевичная  | 208±10  | 212±10 | 224±10 |
| Мука ржано-пшеничная + мука соевая  | 180±10  | 172±10 | 162±10 |
| Мука ржано-пшеничная + молоко сухое   | 180±10  | 180±10 | 170±10 |
| Мука ржано-пшеничная + сыворотка молочная сухая                                       | 180±10  | 170±10 | 160±10 |
| Мука ржано-пшеничная + сахаросодержащий порошок из картофеля (СПК)                    | 212±10  | 218±10 | 224±10 |
| Мука ржано-пшеничная + сахаросодержащий порошок из картофеля с ржаной мукой (СПКрж)   | 210±10  | 212±10 | 224±10 |
| Мука ржано-пшеничная + сахаросодержащий порошок из картофеля с пшеничной мукой(СПКпш) | 210±10  | 214±10 | 224±10 |
| Мука ржано-пшеничная + порошок пищевой свекловичный (ППС)                             | 212±10  | 220±10 | 226±10 |
| Мука ржано-пшеничная + порошок пищевой свекловичный экструдированный (ППСЭ)           | 212±10  | 216±10 | 226±10 |
| Мука ржано-пшеничная + заварка из муки ячменной                                       | 212±10  | 216±10 | 221±10 |
| Мука ржано-пшеничная + заварка из муки рисовой  | 180±10  | 162±10 | 154±10 |
| Мука ржано-пшеничная + заварка из муки гречневой                                      | 206±10  | 212±10 | 224±10 |
| Мука ржано-пшеничная + заварка из муки пшенной  | 208±10  | 212±10 | 216±10 |
| Мука ржано-пшеничная + семена кунжута   | 206±10  | 212±10 | 220±10 |
| Мука ржано-пшеничная + семена подсолнечника   | 206±10  | 220±10 | 228±10 |

Установлено, что внесение муки соевой, молочных добавок и заварки из муки рисовой способствует снижению числа падения мучных смесей в 1,1-1,8 раза по сравнению с ржано-пшеничной смесью без добавок. Остальные сырьевые ингредиенты увеличивают число падения смеси в 0,8-1,7 раза.



Математические зависимости числа падения мучной смеси от дозировки нетрадиционного сырья представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Математические зависимости числа падения мучной смеси от дозировки нетрадиционного сырья

| Наименование сырья   | Уравнение связи    | Коэффициент детерминации, $R^2$ | Коэффициент множественной корреляции, $R$ |
|--|--------------------|---------------------------------|---|
| Мука ржано-пшеничная + мука чечевичная   | $y = 16x + 196,6$  | 0,97                            | 0,98                                      |
| Мука ржано-пшеничная + мука соевая   | $y = -32x + 206,6$ | 0,92                            | 0,95                                      |
| Мука ржано-пшеничная + молоко сухое  | $y = -19x + 195,5$ | 0,97                            | 0,98                                      |
| Мука ржано-пшеничная + сыворотка молочная сухая  | $y = -31x + 204$   | 0,92                            | 0,95                                      |
| Мука ржано-пшеничная + сахаросодержащий порошок из картофеля (СПК)                     | $y = 6x + 206,6$   | 0,96                            | 0,97                                      |
| Мука ржано-пшеничная + сахаросодержащий порошок из картофеля с ржаной мукой (СПКрж)    | $y = 13x + 196,6$  | 0,99                            | 0,99                                      |
| Мука ржано-пшеничная + сахаросодержащий порошок из картофеля с пшеничной мукой (СПКпш) | $y = 7x + 206$     | 0,89                            | 0,94                                      |
| Мука ржано-пшеничная + порошок пищевой свекловичный (ППС)                              | $y = 12,5x + 208$  | 0,99                            | 0,99                                      |
| Мука ржано-пшеничная + порошок пищевой свекловичный экструдированный (ППСЭ)            | $y = 5x + 206$     | 0,89                            | 0,99                                      |
| Мука ржано-пшеничная + заварка из муки ячменной  | $y = 4x + 206,6$   | 0,92                            | 0,95                                      |
| Мука ржано-пшеничная + заварка из муки рисовой   | $y = -25x + 196$   | 0,99                            | 0,99                                      |
| Мука ржано-пшеничная + заварка из муки гречневой                                       | $y = 10x + 201,3$  | 0,99                            | 0,99                                      |
| Мука ржано-пшеничная + заварка из муки пшеничной                                       | $y = 6x + 200,6$   | 0,87                            | 0,93                                      |
| Мука ржано-пшеничная + семена кунжута  | $y = x + 204,6$    | 0,75                            | 0,86                                      |
| Мука ржано-пшеничная + семена подсолнечника  | $y = 2x + 205,3$   | 0,75                            | 0,86                                      |

Анализ уравнений связи таблицы 4.4 показывает, что свободный член уравнений регрессии практически равен среднему значению числа падения ржано-пшеничной муки –  $206 \pm 10$  с. Анализ коэффициентов уравнений связи показывает, что наибольшее отрицательное влияние на число падения смеси оказывает мука соевая и сыворотка молочная сухая (коэффициенты равны -32 и -31 соответственно). В наибольшей степени увеличивает число падения внесение СПКрж и ППС (коэффициенты равны 13 и 12,5 соответственно). Предварительные исследования влияния вносимых сырьевых ингредиентов на технологический показатель число падения позволят прогнозировать качество конечного продукта.

Анализ эмпирических и математических зависимостей влияния дозровок нетрадиционного сырья на водосвязывающую способность и число падения мучных смесей позволил установить следующее:

- водосвязывающая способность и число падения мучных смесей с внесением нетрадиционного сырья в значительной степени обусловлены видом сырьевого компонента;
- свободные члены уравнений регрессии для водосвязывающей способности и числа падения мучных смесей с внесением нетрадиционного сырья имеют значения близкие к среднему значению водосвязывающей способности и числа падения ржано-пшеничной муки –  $3,0 \text{ см}^3/\text{г}$  и  $206$  с соответственно, что показывает их определяющее значение в формировании качественных значений этих показателей;
- проведение предварительных исследований влияния нетрадиционного сырья на показатели водосвязывающей способности и числа падения позволят прогнозировать влияние их на свойства полуфабрикатов и качество конечного продукта.

## 4.2 Экспериментальное обоснование рациональной дозировки нетрадиционного сырья в составе мучных поликомпонентных смесей

С целью формализации процесса создания мучных поликомпонентных смесей с нетрадиционным сырьем необходимо определить максимальное его количество, которое можно внести в мучную смесь, не снижая при этом качество конечного продукта. Для этого проводились пробные выпечки хлебобулочных изделий из ржано-пшеничных смесей с заменой 5 %, 10 %, 15 % муки на нетрадиционное сырье. При этом использовали ржано-пшеничную мучную смесь в соотношении 50:50 соответственно. Такие виды сырья, как сахаросодержащие порошки из картофеля, порошки пищевые свекловичные, заварки из муки крупяных культур, просеивали через сита с размером ячеек 1 мм. Семена кунжута и подсолнечника использовали в нативном виде. Для приготовления хлебобулочных изделий использовалась технология на густой ржаной закваске. Качество изделий оценивали по пористости и органолептическим показателям. Результаты исследований влияния нетрадиционного сырья в составе мучной смеси на пористость ржано-пшеничных хлебобулочных изделий представлены в таблице 4.5.

Определено, что внесение в состав ржано-пшеничной мучной смеси таких сырьевых компонентов, как мука чечевичная, мука соевая, молоко сухое, сыворотка сухая молочная, заварка из муки рисовой в количестве более 5,0 % взамен муки значительно снижает показатель пористости ржано-пшеничных хлебобулочных изделий – на 2,0 % - 5,8 % по сравнению с контрольным образцом. Заметное положительное влияние оказывают сахаросодержащие порошки из картофеля и порошок пищевой свекловичный экструдированный (ППСЭ), повышая пористость готовых изделий на 6 % - 8 % при внесении максимальных дозировок. Остальные используемые рецептурные компоненты нетрадиционного сырья в составе мучной смеси не оказывают значительного отрицательного влияния на пористость ржано-

пшеничных хлебобулочных изделий и могут использоваться в дозировках 15 % взамен муки.

Таблица 4.5 – Влияние нетрадиционного сырья в составе мучной смеси на пористость ржано-пшеничных хлебобулочных изделий

| Наименование сырья, в составе мучной смеси для хлебобулочного изделия                 | Пористость хлебобулочных изделий, %<br>с заменой ржано-пшеничной муки на |          |          |
|---|--|----------|----------|
|   | 5%   | 10%      | 15%      |
| Мука ржано-пшеничная  | 54,0±1,0   |          |          |
| Мука ржано-пшеничная + мука чечевичная  | 54,0±1,0   | 53,4±1,0 | 51,4±1,0 |
| Мука ржано-пшеничная + мука соевая  | 53,0±1,0   | 52,0±1,0 | 50,4±1,0 |
| Мука ржано-пшеничная + молоко сухое   | 53,0±1,0   | 50,2±1,0 | 48,2±1,0 |
| Мука ржано-пшеничная + сыворотка молочная сухая                                       | 53,4±1,0   | 50,4±1,0 | 48,4±1,0 |
| Мука ржано-пшеничная + сахаросодержащий порошок из картофеля (СПК)                    | 55,0±1,0   | 57,2±1,0 | 60,0±1,0 |
| Мука ржано-пшеничная + сахаросодержащий порошок из картофеля с ржаной мукой (СПКрж)   | 54,4±1,0   | 56,6±1,0 | 60,4±10  |
| Мука ржано-пшеничная + сахаросодержащий порошок из картофеля с пшеничной мукой(СПКпш) | 55,0±1,0   | 56,8±1,0 | 60,2±1,0 |
| Мука ржано-пшеничная + порошок пищевой свекловичный (ППС)                             | 56,0±1,0   | 54,0±1,0 | 52,0±1,0 |
| Мука ржано-пшеничная + порошок пищевой свекловичный экструдированный (ППСЭ)           | 57,0±1,0   | 60,0±1,0 | 62,2±1,0 |
| Мука ржано-пшеничная + заварка из муки ячменной                                       | 54,2±1,0   | 54,4±10  | 53,4±1,0 |
| Мука ржано-пшеничная + заварка из муки рисовой  | 53,0±1,0   | 50,4±1,0 | 48,0±1,0 |
| Мука ржано-пшеничная + заварка из муки гречневой                                      | 56,6±1,0   | 58,4±1,0 | 56,0±1,0 |
| Мука ржано-пшеничная + заварка из муки пшенной  | 54,0±1,0   | 54,4±1,0 | 54,2±1,0 |
| Мука ржано-пшеничная + семена кунжута   | 54,0±1,0   | 55,6±1,0 | 53,5±1,0 |
| Мука ржано-пшеничная + семена подсолнечника   | 54,2±1,0   | 54,6±1,0 | 53,0±1,0 |

Математические зависимости пористости ржано-пшеничных хлебобулочных изделий от дозировки нетрадиционного сырья приведены в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Математические зависимости пористости ржано-пшеничных хлебобулочных изделий от дозировки нетрадиционного сырья

| Наименование сырья, в составе мучной смеси для хлебобулочного изделия                  | Уравнение связи             | Коэффициент детерминации, $R^2$ | Коэффициент множественной корреляции, $R$ |
|--|-----------------------------|---------------------------------|---|
| Мука ржано-пшеничная + мука чечевичная   | $y = -1,3x + 55,5$          | 0,91                            | 0,95                                      |
| Мука ржано-пшеничная + мука соевая   | $y = -1,3x + 54,4$          | 0,98                            | 0,99                                      |
| Мука ржано-пшеничная + молоко сухое  | $y = -2,4x + 55,2$          | 0,99                            | 0,99                                      |
| Мука ржано-пшеничная + сыворотка молочная сухая  | $y = -2,5x + 55,7$          | 0,98                            | 0,99                                      |
| Мука ржано-пшеничная + сахаросодержащий порошок из картофеля (СПК)                     | $y = 2,5x + 55,4$           | 0,99                            | 0,99                                      |
| Мука ржано-пшеничная + сахаросодержащий порошок из картофеля с ржаной мукой (СПКрж)    | $y = 3x - 55,1$             | 0,99                            | 0,99                                      |
| Мука ржано-пшеничная + сахаросодержащий порошок из картофеля с пшеничной мукой (СПКпш) | $y = 2,6x + 55,1$           | 0,99                            | 0,99                                      |
| Мука ржано-пшеничная + порошок пищевой свекловичный (ППС)                              | $y = -2x + 54,0$            | 1                               | 1   |
| Мука ржано-пшеничная + порошок пищевой свекловичный экструдированный (ППСЭ)            | $y = 2,6x + 54,5$           | 0,99                            | 0,99                                      |
| Мука ржано-пшеничная + заварка из муки ячменной  | $y = -0,4x + 54,6$          | 0,92                            | 0,95                                      |
| Мука ржано-пшеничная + заварка из муки рисовой   | $y = -2,5x + 55,4$          | 0,99                            | 0,99                                      |
| Мука ржано-пшеничная + заварка из муки гречневой                                       | $y = 8,1x - 2,1x^2 + 50,6$  | 1                               | 1   |
| Мука ржано-пшеничная + заварка из муки пшеничной                                       | $y = 1,3x - 0,3x^2 + 53,0$  | 1                               | 1   |
| Мука ржано-пшеничная + семена кунжута  | $y = 7,15x - 1,9x^2 + 48,7$ | 1                               | 1   |
| Мука ржано-пшеничная + семена подсолнечника  | $y = 3,4x - x^2 + 51,8$     | 1                               | 1   |

Определены отрицательные линейные математические зависимости пористости хлебобулочных изделий от дозировки нетрадиционного сырья при внесении таких ингредиентов, как мука чечевичная, мука соевая, молоко сухое, сыворотка сухая молочная, порошок пищевой свекловичный, заварка из муки рисовой, заварка из муки ячменной показывающие, что внесение в состав мучной смеси данного сырья, будет снижать показатель пористости ржано-пшеничных хлебобулочных изделий.

Положительные линейные зависимости установлены при внесении в состав мучной смеси такого сырья, как сахаросодержащие порошки из картофеля и порошок пищевой свекловичный экструдированный (ППСЭ).

Определены нелинейные квадратичные зависимости пористости от дозировки нетрадиционного сырья при внесении заварок из муки гречневой и пшеничной, а также семян подсолнечника и кунжута, показывающие наличие точки максимума в фактической области вариации рецептурных компонентов.

Для нахождения значений дозировки, при котором достигается максимальное значение результативного признака – пористости ржано-пшеничных хлебобулочных изделий, произвели решение полученных уравнений. В результате расчетов было установлено, что оптимальными дозировками сырьевых ингредиентов в мучной смеси, обеспечивающими максимальную пористость ржано-пшеничных изделий являются: заварка из муки гречневой – 11,85 %, заварка из муки пшеничной – 9,8 %, семена кунжута – 10,4 % , семена подсолнечника – 10,0 % взамен ржано-пшеничной муки.

Следует отметить, что свободный член линейных уравнений регрессии практически равен среднему значению пористости контрольного образца без добавок –  $54,0 \pm 1,0$ , что показывает определяющее влияние на качество конечного продукта основного сырья мучной смеси – ржано-пшеничной муки.

Оценку органолептических показателей качества осуществляли в соответствии со шкалой балловой органолептической оценки, приведенной в приложении 13. Результаты исследований влияния нетрадиционного сырья в

составе мучной смеси на органолептические показатели ржано-пшеничных хлебобулочных изделий представлены в таблице 4.7 и приложении 14.

Таблица 4.7 – Влияние нетрадиционного сырья в составе мучной смеси на органолептические показатели ржано-пшеничных хлебобулочных изделий

| Наименование сырья, в составе мучной смеси для хлебобулочного изделия                 | Органолептическая оценка хлебобулочных изделий, балл с заменой ржано-пшеничной муки на |          |          |
|---|--|----------|----------|
|   | 5%   | 10%      | 15%      |
| Мука ржано-пшеничная  | 69,5±0,5   |          |          |
| Мука ржано-пшеничная + мука чечевичная  | 69,0±0,5   | 58,0±0,5 | 45,0±0,5 |
| Мука ржано-пшеничная + мука соевая  | 70,0±0,5   | 59,5±0,5 | 54,5±0,5 |
| Мука ржано-пшеничная + молоко сухое   | 71,0±0,5   | 62,5±0,5 | 49,0±0,5 |
| Мука ржано-пшеничная + сыворотка молочная сухая                                       | 65,5±0,5   | 53,5±0,5 | 46,0±0,5 |
| Мука ржано-пшеничная + сахаросодержащий порошок из картофеля (СПК)                    | 69,5±0,5   | 81,0±0,5 | 81,0±0,5 |
| Мука ржано-пшеничная + сахаросодержащий порошок из картофеля с ржаной мукой (СПКрж)   | 69,5±0,5   | 80,0±0,5 | 80,0±0,5 |
| Мука ржано-пшеничная + сахаросодержащий порошок из картофеля с пшеничной мукой(СПКпш) | 69,5±0,5   | 80,0±0,5 | 80,0±0,5 |
| Мука ржано-пшеничная + порошок пищевой свекловичный (ППС)                             | 70,5±0,5   | 67,0±0,5 | 57,5±0,5 |
| Мука ржано-пшеничная + порошок пищевой свекловичный экструдированный (ППСЭ)           | 73,5±0,5   | 73,5±0,5 | 73,5±0,5 |
| Мука ржано-пшеничная + заварка из муки ячменной                                       | 80,0±0,5   | 70,5±0,5 | 70,5±0,5 |
| Мука ржано-пшеничная + заварка из муки рисовой  | 77,0±0,5   | 74,0±0,5 | 72,0±0,5 |
| Мука ржано-пшеничная + заварка из муки гречневой                                      | 70,5±0,5   | 77,0±0,5 | 77,0±0,5 |
| Мука ржано-пшеничная + заварка из муки пшенной  | 70,5±0,5   | 77,0±0,5 | 77,0±0,5 |
| Мука ржано-пшеничная + семена кунжута   | 69,5±0,5   | 72,5±0,5 | 66,5±0,5 |
| Мука ржано-пшеничная + семена подсолнечника   | 69,5±0,5   | 75,5±0,5 | 75,0±0,5 |

Установлено, что внесение в состав мучной смеси таких ингредиентов, как мука чечевичная, мука соевая, молочные продукты, порошок пищевой

свекловичный в дозировках более 5 % взамен ржано-пшеничной муки в смеси снижает показатели органолептической оценки на 15-23,5 балла по сравнению с контрольным образцом. Прежде всего, это связано с ухудшением структуры пористости и разжевываемости мякиша опытных образцов, а также появлением привкуса компонентов, не всегда приятным. Остальные новые и нетрадиционные сырьевые ингредиенты оказывают положительное влияние на органолептическое восприятие ржано-пшеничных хлебобулочных изделий из мучных смесей.

Математические зависимости органолептической оценки ржано-пшеничных хлебобулочных изделий от дозировки нетрадиционного сырья приведены в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Математические зависимости органолептических показателей ржано-пшеничных хлебобулочных изделий от дозировки нетрадиционного сырья

| Наименование сырья, в составе мучной смеси для хлебобулочного изделия                  | Уравнение связи             | Коэффициент детерминации, $R^2$ | Коэффициент множественной корреляции, $R$ |
|--|-----------------------------|---------------------------------|---|
| 1  | 2                           | 3                               | 4   |
| Мука ржано-пшеничная + мука чечевичная   | $y = -12x + 81,3$           | 0,91                            | 0,95                                      |
| Мука ржано-пшеничная + мука соевая   | $y = -7,75x + 76,8$         | 0,95                            | 0,97                                      |
| Мука ржано-пшеничная + молоко сухое  | $y = -11,0x + 82,6$         | 0,98                            | 0,99                                      |
| Мука ржано-пшеничная + сыворотка молочная сухая  | $y = -9,8x + 74,5$          | 0,98                            | 0,99                                      |
| Мука ржано-пшеничная + сахаросодержащий порошок из картофеля (СПК)                     | $y = 28,7x - 5,8x^2 + 46,5$ | 1                               | 1   |
| Мука ржано-пшеничная + сахаросодержащий порошок из картофеля с ржаной мукой (СПКрж)    | $y = 26,2x - 5,2x^2 + 48,5$ | 1                               | 1   |
| Мука ржано-пшеничная + сахаросодержащий порошок из картофеля с пшеничной мукой (СПКпш) | $y = 26,2x - 5,2x^2 + 48,5$ | 1                               | 1   |



Продолжение таблицы 4.8

| 1  | 2                           | 3    | 4    |
|--|-----------------------------|------|------|
| Мука ржано-пшеничная +<br>порошок пищевой<br>свекловичный (ППС)                      | $y = -6,5x + 78,0$          | 0,93 | 0,95 |
| Мука ржано-пшеничная +<br>порошок пищевой<br>свекловичный<br>экструдированный (ППСЭ) | -                           | -    | -    |
| Мука ржано-пшеничная +<br>заварка из муки ячменной                                   | $y = -4,7x + 83,16$         | 0,80 | 0,89 |
| Мука ржано-пшеничная +<br>заварка из муки рисовой                                    | $y = -2,5x + 79,4$          | 0,98 | 0,99 |
| Мука ржано-пшеничная +<br>заварка из муки гречневой                                  | $y = 16,2x - 3,3x^2 + 57,5$ | 1    | 1    |
| Мука ржано-пшеничная +<br>заварка из муки пшеничной                                  | $y = 16,2x - 3,3x^2 + 57,5$ | 1    | 1    |
| Мука ржано-пшеничная +<br>семена кунжута   | $y = 16,5x - 4,5x^2 + 57,5$ | 1    | 1    |
| Мука ржано-пшеничная +<br>семена подсолнечника                                       | $y = 15,7x - 3,3x^2 + 57,0$ | 1    | 1    |

Установлена отрицательная линейная зависимость органолептических показателей ржано-пшеничных хлебобулочных изделий из мучных смесей при внесении муки чечевичной, муки соевой, молочных продуктов, порошка пищевого свекловичного (ППС), заварки из муки ячменной. Наиболее отрицательное влияние на органолептическое восприятие готовых изделий из мучных смесей с нетрадиционным сырьем оказывает мука чечевичная и молоко сухое, имеющие значительные отрицательные размеры коэффициентов уравнений – 12 и 11. Внесение чечевичной муки придавало изделиям бобовый привкус, а высокие дозировки сухого молока делали мякиш липким, заминаемым, плохо разжевываемым, что не нравилось дегустаторам.

Нелинейные зависимости уравнений связи органолептических показателей ржано-пшеничных хлебобулочных изделий от дозировки нетрадиционного сырья при использовании таких сырьевых ингредиентов, как сахаросодержащие порошки из картофеля, заварки из муки гречневой и пшеничной, семенная кунжута и подсолнечника дают возможность на основании проведенных исследований произвести расчет оптимальных

дозировок данных компонентов в составе смеси. Решение уравнений позволило получить следующие результаты. Оптимальными дозировками сырьевых ингредиентов в мучной смеси, обеспечивающими лучшие органолептические показатели ржано-пшеничных изделий являются: СПК – 11,1 %, СПКпш – 11,5 %, СПКрж – 12,2 %, заварка из муки гречневой – 10,8 %, заварка из муки пшеничной – 10,8 %, семена кунжута – 10,4 % , семена подсолнечника – 10,4 % взамен ржано-пшеничной муки в смеси.

Следует отметить отсутствие зависимости органолептических показателей ржано-пшеничных хлебобулочных изделий при внесении такого компонента, как ППСЭ, обусловлены тем, что суммарная балловая органолептическая оценка хлебобулочных изделий была одинаковой независимо от дозировки компонента взамен муки в смеси.

Таким образом, проведенные экспериментальные и аналитические исследования позволили установить максимальное количество нетрадиционного сырья в составе мучных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий, которое позволит получить конечный продукт достаточного потребительского достоинства: мука чечевичная – 5,0 %, мука соевая – 5,0 %, молоко сухое – 5,0%, сыворотка молочная сухая – 5,0 %. Определена дозировка ингредиентов нетрадиционного сырья, позволяющая повысить качество хлебобулочных изделий из ржано-пшеничной муки: сахаросодержащие порошки из картофеля 11,0 % - 11,5 %, порошок пищевой свекловичный (ППС) – 5,0 %, порошок пищевой свекловичный экструдированный (ППСЭ) – 15,0 %, заварка из муки ячменной – 10,0%, рисовой – 5,0 %, гречневой – 10,8 %, пшеничной – 10,8 %, семена кунжута – 10,4 % и подсолнечника – 10,4 %. Однако, превышение дозировок указанных компонентов позволяет получить хлебобулочные изделия по качеству не ниже, чем контрольный образец, что показывает рекомендательный характер установленных оптимальных дозировок [ 31, 32, 34]. Полученные дозировки были использованы в дальнейших расчетах при проектировании поликомпонентных мучных смесей повышенной пищевой ценности.

### 4.3 Определение корреляционной взаимосвязи качества ржано-пшеничных хлебобулочных изделий от технологических свойств компонентов мучных смесей и полуфабрикатов из них

Определение наличия величины и эффекта воздействия технологических свойств мучных смесей на потребительские свойства ржано-пшеничных хлебобулочных изделий осуществлялось с применением статистических методов обработки и анализа данных. Наличие связи между технологическими показателями мучных смесей (водосвязывающей способности, числа падения) и потребительских свойств хлебобулочных изделий (пористость и органолептические показатели) проводили с помощью корреляционного анализа экспериментальных данных (таблицы 4.4, 4.6, 4.8, 4.10). Для этого определяли коэффициенты парной корреляции между этими показателями и оценивали их значимость с помощью t-критерия Стьюдента. Результаты расчетов приведены в таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Коэффициенты парной корреляции между технологическими свойствами мучных смесей и потребительскими свойствами хлебобулочных изделий из них

| Сопрягаемые<br>показатели<br>и<br>статистические<br>критерии | Пористость, %                                | Органолептическая<br>оценка, балл |
|--|--|-----------------------------------|
|  | Коэффициенты парной<br>статистическая оценка | корреляции и их                   |
| Водосвязывающая<br>способность смесей, см <sup>3</sup> /г    | 0,34   | 0,16                              |
| t-критерий для сопрягаемых<br>показателей                    | 2,31   | 1,13                              |
| Число падения смесей, с                                      | 0,69   | 0,23                              |
| t-критерий для сопрягаемых<br>показателей                    | 6,51   | 1,58                              |
| Критическое значение для t-<br>критерия                      | 2,31   |                                   |

Анализ данных показывает, что критические расчетные значения превышают табличные значения для показателей водосвязывающей

способности и пористости, числа падения и пористости, что показывает наличие статистически значимого влияния технологических показателей мучных смесей на данную качественную характеристику хлебобулочных изделий. При этом, влияние числа падения на пористость является более значимым, так как величина значения t-критерия для него более высокая – 6,5 по сравнению t-критерием для водосвязывающей способности – 2,3. Не обнаружена статистически значимая связь между показателями водосвязывающей способности, числа падения и органолептическими показателями качества хлебобулочных изделий.

Для определения вида и типа регрессионной зависимости водосвязывающей способности, числа падения на показатель пористости, экспериментальные данные для этих показателей были аппроксимированы с помощью пакета анализа программы MS Excel. Результаты аналитических исследований представлены в таблице 4.10.

Таблица 4.10 – Регрессионный анализ связи технологических показателей мучных смесей и качества ржано-пшеничных хлебобулочных изделий

| № | Уравнение регрессии                        | Коэфф<br>ициент<br>коррел<br>ляции,<br>r | Коэффиц<br>иент<br>детермин<br>ации,<br>R <sup>2</sup> | Значимость<br>расчетного<br>t-критерия<br>Стьюдента для<br>коэффициентов<br>уравнения |
|---|--|--|--|---|
| 1 | $Y=0,63X_1+51,89$                          | 0,34                                     | 0,11   | 1,88E-37, 0,02  |
| 2 | $Y=2,84X_1-0,25X_1^2+47,84$                | 0,40                                     | 0,16   | 2,73E-20, 0,06*,<br>0,13*   |
| 3 | $Y=19,15X_1-4,41X_1^2+0,3X_1^3+29,12$      | 0,65                                     | 0,42   | 5,31-07, 1,72-05,<br>4,20-05, 8,41-05   |
| 4 | $Y=+0,06X_2+42,31$                         | 0,69                                     | 0,48   | 5,62E-25, 1,09E-<br>05  |
| 5 | $Y=26,13+0,25X_2-0,0006X_2^2$              | 0,71                                     | 0,52   | 0,009, 0,035, 0,004   |
| 6 | $Y=1,12X_2-0,007X_2^2-1,4E-05X_2^3+104,87$ | 0,74                                     | 0,54   | 0,033, 0,181*,<br>0,126*, 0,099*  |

$X_1$ – водосвязывающая способность,  $X_2$  – число падения, с;

\*коэффициент уравнения незначим при уровне доверительной вероятности 0,05

Определено, что регрессионная зависимость пористости ржано-пшеничных хлебобулочных изделий имеет низкие коэффициенты корреляции и детерминации с показателем водосвязывающей способности мучных смесей (уравнения 1-3). Повышение степени полиномов увеличивает значимость связей, однако они остаются слабодетерминированными.

Регрессионная зависимость пористости хлебобулочных изделий от числа падения мучных смесей имеет более высокие показатели коэффициентов корреляции и детерминации, которые показывают умеренную зависимость качества ржано-пшеничных хлебобулочных изделий от данного показателя. Повышение степени полиномов снижает значимость коэффициентов уравнений регрессии. Наиболее адекватным уравнением связи пористости хлебобулочных изделий, является квадратичное уравнение зависимости пористости от числа падения мучных смесей (уравнение 5 из таблицы 4.13), в котором все коэффициенты являются значимыми при доверительном уровне вероятности 0,05. В связи с этим данное уравнение использовано для анализа и прогноза качества ржано-пшеничных хлебобулочных изделий. Для графической интерпретации по уравнению была построена графическая зависимость показателя пористости хлебобулочных изделий от числа падения мучной смеси, приведенная на рисунке 4.1.

Представленный график показывает, что при показателе числа падения ниже 200 с качество ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с нетрадиционным сырьем достигает минимальных значений. При значениях от 200 до 240 с пористость хлебобулочных изделий имеет максимальные значения, что позволяет принять данный диапазон в качестве критериального, характеризующего качество мучной смеси для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с нетрадиционным сырьем, позволяющим получить продукцию с высокими потребительскими свойствами. Полученные результаты коррелируют с данными, полученными на модельных опытах ржано-пшеничных смесей с ячменным солодом,

представленными в работах И.В. Черных [416, 417], показывающими, что критической точкой показателя числа падения ржано-пшеничной муки обеспечивающей наилучшее качество готовых хлебобулочных изделий является значение  $200 \pm 10$  с.

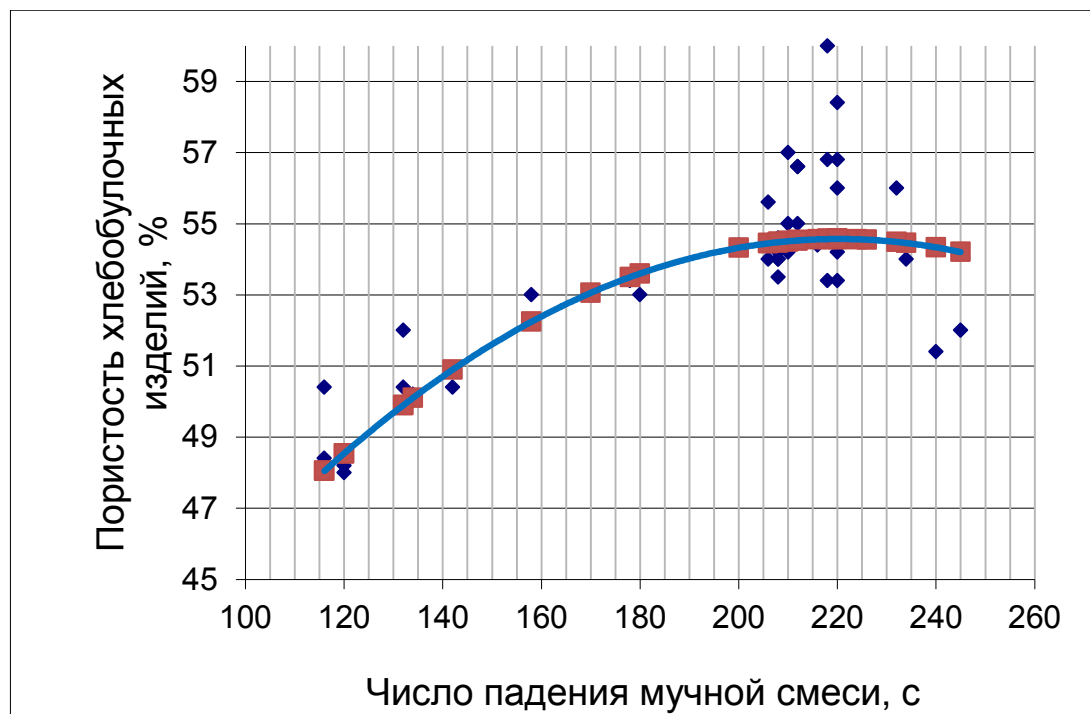


Рисунок 4.1 – Зависимость пористости ржано-пшеничных хлебобулочных изделий от числа падения мучных смесей

Приведенными выше исследованиями установлено, что качество хлебобулочных изделий (пористость) из мучных смесей с нетрадиционным сырьем в значительной степени обусловлена исходным качеством хлебобулочных изделий, которое может обеспечить ржано-пшеничная мука, входящая в состав смесей (таблица 4.9). Определено, что внесение новых компонентов снижает (увеличивает) показатель пористости ржано-пшеничных хлебобулочных изделий в определенной зависимости от качества контрольного образца.

Это показывает необходимость предварительного прогноза и регулирования свойств качества хлебобулочных изделий на основе закономерностей взаимосвязи их качественных показателей с технологическими свойствами ржано-пшеничной смеси и полуфабрикатов.

Для решения этой задачи требуется проведение моделирования качественных показателей хлеба с использованием современных компьютерных средств и программ. Кроме того, применение математических моделей для управления качеством хлебобулочных изделий позволит качественно изменить процессы их производства, повысить эффективность и оптимизировать использование труда специалистов.

Комплексное исследование влияния состава и свойств ржано-пшеничных мучных смесей на технологический процесс и качество готового хлеба является многофакторной сложной задачей. На основании данных ученых, занимающихся исследованиями в данной области [95, 110, 116, 418 ] в качестве факторов, от которых зависит технологический процесс и качество хлебобулочной продукции из ржано-пшеничной муки, были выбраны следующие: число падения ржаной муки, содержание клейковины в пшеничной муке, количество ржаной муки в ржано-пшеничной смеси, массовая доля влаги в тесте и его начальная кислотность. Выбор данных факторов, обусловлен также тем, что их контроль и измерение осуществляется лабораториями предприятия при обычном производственном контроле.

Ржано-пшеничные мучные смеси по своим свойствам ближе к ржаной муке, чем к пшеничной, что обуславливает технологический процесс получения и качество хлеба. В них наличествует активная  $\alpha$ -амилаза и повышенное содержание высокомолекулярных пентозанов-слизней. Это определяет структурно-механические свойства ржано-пшеничного теста – высокую вязкость и пластичность, малую растяжимость и упругость.

Главной характеристикой качества ржано-пшеничных мучных смесей является их ферментативная активность, измеряемая через показатель число падения, характеризующий такое хлебопекарное свойство, как автолитическая активность.

Регулирование свойств теста и качества готового хлеба из ржано-пшеничных мучных смесей осуществляется путем изменения его кислотности [339]. Кислотность способствует торможению действия  $\alpha$ -

амилазы в процессе брожения и снижению температуры ее инактивации при выпечке, а также пептизации неограниченно набухающих белков, что может привести к снижению формоустойчивости. В связи с этим, нарастание кислотности не должно быть длительным, во избежание чрезмерного разжижения теста, что хорошо решается путем применения ускоренных технологий производства. На качество ржано-пшеничного хлеба оказывает влияние пшеничная мука и такое ее свойство, как содержание клейковины, формирующее пористость конечного продукта[418].

Известно, что массовая доля влаги в тесте обуславливает протекание всех сложных биохимических и микробиологических процессов брожения, расстойки и в начальный период выпечки. Влияние данного фактора традиционно применяется для регулирования как свойств теста, так и технологического процесса.

Вышеизложенное показывает, что научный интерес и практическую значимость представляет собой комплексное исследование влияния указанных факторов на технологический процесс и качество хлебобулочных изделий, приготовленных ускоренным способом.

При математическом планировании эксперимента [61] факторам были присвоены следующие кодированные значения: число падения ржаной муки –  $X_1$ , содержание клейковины в пшеничной муке –  $X_2$ , количество ржаной муки в ржано-пшеничной смеси –  $X_3$ , массовая доля влаги теста –  $X_4$  и начальная кислотность ржано-пшеничного теста –  $X_5$ . В качестве параметров оптимизации (выхода) были приняты продолжительность брожения теста из готовой мучной смеси –  $Y_1$ , продолжительность расстойки тестовых заготовок –  $Y_2$ , пористость готовых хлебобулочных изделий –  $Y_3$ .

Число падения ржаной обдирной муки регулировали с помощью белого неферментированного ячменного пивоваренного солода. Содержание клейковины в пшеничной хлебопекарной муке I сорта – путем добавления сухой клейковины или в случае необходимости уменьшения содержания клейковины в соответствии с планом эксперимента – внесением пшеничного крахмала.



Тесто из модельных ржано-пшеничных мучных смесей готовили ускоренным способом с применением в качестве подкислителя лимонной кислоты, дозировка которой рассчитывалась по методике, приведенной в работе [36] в соответствии с планом эксперимента для получения начальной заданной кислотности теста. Дозировка прессованных дрожжей и поваренной соли была принята 1 % и 1,5 % соответственно.

Лабораторные образцы теста выбраживали до конечной кислотности 8-9 градусов. Затем разделявали на куски, помещали в смазанные маслом формы и подвергали расстойке. Расстоявшиеся тестовые заготовки выпекали в лабораторной печи до температуры в центре изделия 97-98 °С. Готовый хлеб охлаждали анализировали не ранее чем через 4 часа и не позднее, чем через 24 часа. Условия эксперимента приведены в таблице 4.11.

Таблица 4.11 – Пределы изменения факторов эксперимента

| Условия планирования                 | Пределы изменения факторов                                |   |   |   |  |
|--------------------------------------|---|---|---|---|--|
|                                      | X <sub>1</sub> ,<br>число<br>падения<br>ржаной<br>муки, с | X <sub>2</sub> ,<br>содержание<br>клейковины<br>в<br>пшеничной<br>муке, % | X <sub>3</sub> ,<br>количество<br>ржаной<br>муки в<br>ржано-<br>пшеничной<br>смеси, % | X <sub>4</sub> ,<br>массовая<br>доля<br>влаги в<br>тесте, % | X <sub>5</sub> ,<br>начальная<br>кислотность<br>теста из<br>ржано-<br>пшеничной<br>смеси, град |
| Основной<br>уровень                  | 150   | 26,5  | 65  | 50  | 7  |
| Интервал<br>варьирования             | 50  | 3,5   | 25  | 2   | 2  |
| Верхний<br>уровень (+1)              | 200   | 30,0  | 90  | 52  | 9  |
| Нижний<br>уровень (-1)               | 100   | 23,0  | 40  | 48  | 5  |
| Верхняя<br>звездная<br>точка (+1,41) | 250   | 33,5  | 100   | 54  | 11   |
| Нижняя<br>звездная<br>точка (-1,41)  | 50  | 19,5  | 25  | 46  | 3  |

Данные эксперимента (приложение 14) были обработаны с помощью программы Statistica. Регрессионные коэффициенты представлены в таблице 4.12.

Установлено, что на продолжительность брожения теста значимо влияет только один показатель – начальная кислотность теста ( $X_5$ ), имеющий коэффициент с отрицательным знаком, показывающим, что продолжительность брожения теста сокращается при увеличении начальной кислотности, что коррелирует с литературными данными [339].

Анализ коэффициентов регрессионной модели продолжительности расстойки также показывает значимость коэффициента начальная кислотность  $X_5$ . Коэффициент в модели имеет положительный, знак показывающий, что чрезмерное увеличение начальной кислотности теста будет увеличивать продолжительность расстойки, что обусловлено подавлением дрожжевой микрофлоры высокой кислотностью среды.

На пористость хлебобулочных изделий оказывают влияние следующие параметры:  $X_3$  (количество ржаной муки в ржано-пшеничной смеси, %),  $X_4^2$ , (массовая доля влаги в тесте, %), сочетание факторов  $X_1X_3$  (число падения и количество ржаной муки в ржано-пшеничной смеси) и  $X_4X_5$  (массовая доля влаги в тесте и начальная кислотность теста из ржано-пшеничной смеси).

Таким образом, регрессионная модель для пористости хлебобулочных изделий из ржано-пшеничной смеси после исключения незначимых коэффициентов уравнения регрессии имеет вид:

$$Y=66,7-6,13X_3-3,7X_4^2+2,66X_1X_3+3,44X_4X_5 \quad (4.1)$$

Данная модель показывает, что наиболее значимыми параметрами оказывающими влияние на качество готовой хлебобулочной продукции из мучных ржано-пшеничных смесей оказывает массовая доля ржаной муки в смеси и ее число падения (автолитическая активность), а также начальная кислотность теста в сочетании в массовой долей влаги в полуфабрикате.

Таблица 4.12 – Коэффициенты регрессионных уравнений

| Кодированные наименования факторов | Продолжительность брожения, мин, $Y_1$ . | Продолжительность расстойки, мин, $Y_2$ . | Пористость хлеба, %, $Y_3$ . |
|------------------------------------|--|---|------------------------------|
| Св.член                            | <b>76,778*</b>                           | <b>25,0556*</b>                           | <b>66,79*</b>                |
| $X_1$                              | 17,083                                   | 3,9583                                    | 0,79                         |
| $X_1^2$                            | 24,583                                   | 5,1042                                    | -0,98                        |
| $X_2$                              | 1,417                                    | 3,2083                                    | -1,35                        |
| $X_2^2$                            | 4,833                                    | 5,2292                                    | -2,12                        |
| $X_3$                              | 1,917                                    | 3,2083                                    | <b>-6,13*</b>                |
| $X_3^2$                            | 3,708                                    | 4,6042                                    | -1,47                        |
| $X_4$                              | 0,917                                    | -10,4583                                  | 0,97                         |
| $X_4^2$                            | 3,708                                    | 10,2292                                   | <b>-3,76*</b>                |
| $X_5$                              | <b>-107,167*</b>                         | <b>14,9583*</b>                           | -1,58                        |
| $X_5^2$                            | 13,333                                   | 10,4792                                   | -1,73                        |
| $X_1 X_2$                          | 3,750                                    | 2,9375                                    | 0,95                         |
| $X_1 X_3$                          | -0,125                                   | -0,1875                                   | <b>2,65*</b>                 |
| $X_1 X_4$                          | -0,125                                   | 0,9375                                    | 1,34                         |
| $X_1 X_5$                          | -5,625                                   | -0,6875                                   | -1,28                        |
| $X_2 X_3$                          | 0,125                                    | 1,8125                                    | -1,40                        |
| $X_2 X_4$                          | 0,125                                    | 4,1875                                    | -1,16                        |
| $X_2 X_5$                          | -1,875                                   | 2,3125                                    | 0,33                         |
| $X_3 X_4$                          | -3,750                                   | 3,0625                                    | -0,61                        |
| $X_3 X_5$                          | -1,250                                   | 6,6875                                    | 1,50                         |
| $X_4 X_5$                          | -0,500                                   | -3,1875                                   | <b>3,44</b>                  |

Математическая обработка показала незначимость такого фактора, как содержание клейковины в пшеничной муке, вносимой в ржано-пшеничную смесь. Это коррелирует с данными по отмыванию клейковины из смесей ржаной и пшеничной муки различного соотношения, приведенных в работе И.В. Черных [418]. В приведенных данных, автором установлено, что клейковина в ржано-пшеничных смесях с долей ржаной муки 50 % не отмывается обычными способами. Это свидетельствует о том, что свойства теста из ржано-пшеничной муки в первую очередь обусловлены качеством ржаной муки в смеси, что показывает целесообразность оценки ржано-пшеничных смесей с использованием приемов принятых в лабораторной практике для ржаной муки.

Был проведен анализ параметрической чувствительности модели по уравнению регрессии 4.1 (рисунок 3.1) для факторов  $X_3$  (количество ржаной муки в ржано-пшеничной смеси) и  $X_4$  (массовая доля влаги в тесте). Расчеты сделаны для центра плана эксперимента.

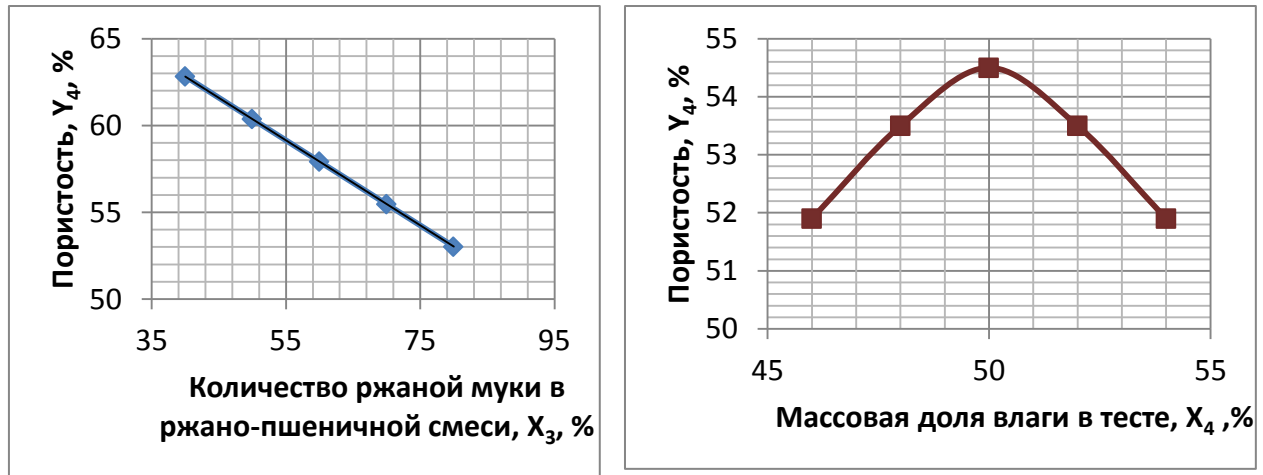


Рисунок 4.2 – Влияние количества ржаной муки в ржано-пшеничной смеси и массовой доли влаги в тесте на пористость хлебобулочных изделий

Определено, что пористость хлебобулочных изделий линейно снижается при увеличении массовой доли ржаной муки в мучной смеси, что обусловлено ее низкой газодерживающей способностью [13, 168, 411]. Ржаная мука, содержащая значительное количество белков, способных к неограниченному набуханию и пептизации, не обладает высокой способностью к удерживанию углекислого газа, образовавшегося в результате жизнедеятельности микрофлоры в процессе расстойки, что отрицательно повлияло на разрыхленность мякиша и размер пор хлебобулочных изделий с высокой долей ржаной муки в рецептуре.

Зависимость пористости хлебобулочных изделий от массовой доли влаги в тесте носит экстремальный характер. Значение условного экстремума (максимума) для пористости хлебобулочных изделий в данных условиях (в центре плана) равно 54,5 % при массовой доле влаги в тесте 50 %.

Для более наглядного представления математической зависимости сочетаний факторов  $X_1X_3$  и  $X_4X_5$  для регрессионной модели 4.1 была выполнена ее графическая интерпретация, приведенная на рисунке 4.3.

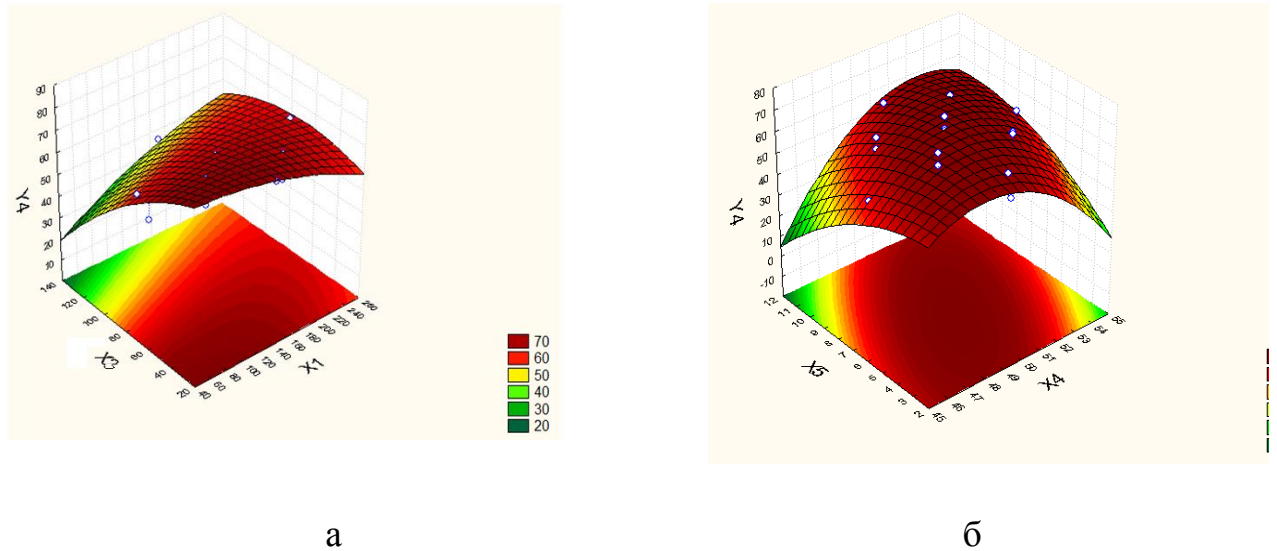


Рисунок 4.3 – Влияние числа падения ржаной муки ( $X_1$ ), с, количества ржаной муки в ржано-пшеничной смеси ( $X_3$ ), %, массовой доли влаги в тесте ( $X_4$ ), % и начальной кислотности ржано-пшеничного теста ( $X_5$ ), град, на пористость готовых хлебобулочных изделий ( $Y_4$ ), %

Из данных рисунка 4.3а видно, что снижение числа падения ржаной муки вызывает необходимость уменьшения ее количества в ржано-пшеничной смеси (40 % и менее) для обеспечения высокого качества продукции.

Данные рисунка 4.3б показывают, что на качество хлебобулочных изделий из ржано-пшеничной смеси оказывает отрицательное влияние одновременное снижение массовой доли влаги теста и увеличение его начальной кислотности, а также увеличение массовой доли влаги и снижение кислотности. Высокие качественные показатели имеют хлебобулочные изделия из ржано-пшеничной муки с массовой долей влаги в тесте 48 % - 50 % и начальной кислотностью 7-8 градусов.

#### Заключение по главе 4

Определение зависимостей качества ржано-пшеничных хлебобулочных изделий от технологических свойств компонентов мучных смесей и полуфабрикатов из них позволило установить следующее:

1. существует значимая корреляционная зависимость между технологическими свойствами мучных смесей с нетрадиционным сырьем (водосвязывающей способностью и числом падения) и пористостью ржано-пшеничных хлебобулочных изделий. При этом значимость показателя числа падения в 2,8 раза выше, чем водосвязывающей способности;

2. анализ регрессионных зависимостей технологических показателей мучных смесей (водосвязывающая способность и число падения) и качества ржано-пшеничных хлебобулочных изделий (пористость) позволил установить, что наиболее адекватным является уравнение связи с числом падения мучных смесей. Расчет по данному уравнению позволил установить критериальное значение числа падения мучных смесей с нетрадиционным сырьем равное 200-240 с, которое позволяет получить ржано-пшеничные хлебобулочные изделия с наиболее высокими показателями пористости;

3. на основании анализа регрессионной математической модели зависимости пористости ржано-пшеничных хлебобулочных изделий от основных показателей качества мучной смеси и полуфабрикатов (число падения ржаной муки, содержание клейковины в пшеничной муке, массовая доля влаги теста, начальная кислотность ржано-пшеничного теста) установлено, что наиболее значимыми параметрами оказывающими влияние на пористость ржано-пшеничных хлебобулочных изделий являются: массовая доля ржаной муки в смеси, число падения ржаной муки, начальная кислотность теста и его массовая доля влаги. Расчет по модели показал, что лучшие качественные показатели имеют хлебобулочные изделия из ржано-пшеничной муки с числом падения 220 с., приготовленные с массовой долей влаги в тесте 50 % и начальной кислотностью 7 градусов.

## **ГЛАВА 5 РАЗРАБОТКА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ СОЗДАНИЯ ПОЛИКОМПЗИТНЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ РЖАНО-ПШЕНИЧНЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ С ЗАДААННЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ**

Разработка нового ассортимента и технологий хлебобулочных изделий со сложным сырьевым составом в настоящее время занимает важное место в развитии хлебопекарного производства. Применение нетрадиционного сырья имеет высокие перспективы в пищевой промышленности, так как позволяет получать массовые продукты питания, такие как хлебобулочные изделия, с повышенной пищевой ценностью, функциональными свойствами.

Создание технологий и рецептур сбалансированных по основным пищевым веществам в соответствии с адекватной теорией питания основано на комбинации химических составляющих рецептурных ингредиентов [7]. Проблема создания продуктов питания с заданным уровнем пищевой адекватности сформировалась относительно давно [217]. Наибольшее развитие она получила в мясомолочной и пищевоконцентратной отраслях [220].

Принципы проектирования состава пищевой продукции имеют в основе эталоны и критерии оптимизации качества пищи, базирующиеся на представлениях об этом в соответствии с современным уровнем знаний биологии, медицины и науки о пище. Решение задачи оптимизации составов поликомпозитных пищевых продуктов, в том числе ржано-пшеничных хлебобулочных изделий, возможно с использованием показателей, которые могут быть описаны математически. В результате исследований отечественных и зарубежных ученых в области биологии и медицины была сформулирована концепция сбалансированного питания [295, 393] согласно которой определены пропорции отдельных веществ, обуславливающие сумму обменных реакций, лежащих в основе жизни человека. Численные значения оптимальных для усвоения соотношений пищевых веществ,

приведенные в формуле сбалансированного питания, дают возможность использовать их в качестве формальных критериев оптимизации при создании поликомпонентных смесей с заданными уровнями пищевой адекватности путем аналитической комбинации основного рецептурного компонента хлебопечения – муки с нетрадиционным сырьем.

Однако моделирование поликомпонентных смесей для хлебопечения, основанное только на аналитической комбинации количественно-качественной составляющей содержащихся в них нутриентов, имеет весьма существенное несовершенство, связанное с отсутствием гарантии получения конечного продукта достаточного потребительского достоинства.

Комбинирование нутриентного состава смесей для хлебопечения без учета технологических свойств конечных вариантов смесей делает обязательным условием для их применения использование улучшителей, что приводит к удорожанию конечной продукции, а также не позволяет сделать выбор из множества аналитических расчетов рецептур на стадии сырьевого набора. В результате конечный выбор поликомпонентной смеси возможен только после непосредственной апробации смесей, что значительно усложняет и удлиняет их разработку.

Это показывает актуальность задачи разработки эффективных по времени формализованных методов оптимизации мучных поликомпонентных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности с заданными технологическими свойствами. Решение поставленной задачи возможно путем моделирования технологической и нутриентной адекватности смесей для хлебопечения, основанного на аналитической оценке парциальных качеств отдельных компонентов смеси с учетом их физико-химического взаимодействия с основным сырьевым ингредиентом – мукой и проектировании количественно-качественного нутриентного состава поликомпонентной смеси для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности, в том числе с повышенной биологической ценностью, сбалансированным соотношением белков, жиров



и углеводов, а также таких минеральных веществ, как кальций, фосфор и магний.

### **5.1 Принципы проектирования технологической адекватности поликомпонентных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий**

Научные изыскания в области современных технологий пищевой промышленности во многих странах мира (США, Германия, Швеция, Финляндия, Россия) направлены на получение продуктов с заданными свойствами на основе прогнозирования технологических свойств или характеристик рецептурных составов. Исследования в данной области представлены в работах А.П. Нечаева, А.А. Кочетковой, В.А. (Тутельяна масложировое производство) [231, 394], И.А. Рогова, Н.Н. Липатова, И.И. Протопопова, Ю.А. Ивашкина, А.Е. Краснова, О.Н. Красули (мясомолочное производство) [122, 127, 184, 188, 309, 318, 329], С.П. Гольденберга, В.И. Тужилкина (свеклосахарное производство) [81, 392], Q. Zhang (кондитерское производство) [500].

Е.П. Мелешкиной на основе статистического мониторинга массива данных по качественным показателям товарного зерна пшеницы различных регионов Российской Федерации разработаны математические модели связи показателей качества хлеба с технологическими свойствами семенной, товарной пшеницы, пшеничной муки разных сортов и типов. Разработаны регламенты, позволяющие регулировать хлебопекарные свойства муки на мукомольных предприятиях путем использования улучшителей – сухой клейковины, минеральных солей, аскорбиновой кислоты, ферментных препаратов (амилазы, липазы, пентозаназы, глюкооксидазы) [210]

В работе М.И. Лындиной определена взаимосвязь технологических свойств зерна ржи с показателями качества ржаной муки и хлеба. Определены критические значения числа падения ржаной муки равные 180-

200 с обеспечивающие наилучшие физико-химические показатели ржаного хлеба [195]

Д.Л. Злобиным предложено управление качеством хлебобулочных изделий путем создания моделей, описывающих коллоидные, ферментативные, микробиологические процессы брожения, расстойки, предложена регрессионная модель управления качеством хлебобулочных изделий [116]. В этой же работе для управления реологическими свойствами полуфабрикатов из пшеничной муки представлена модель управления и прогнозирования водопоглотительных свойств муки на основании данных о содержании в ней белка, крахмала, поврежденного крахмала и коэффициентов зависимости, определенных экспериментально.

Н.М. Дерканосовой на основании анализа закономерностей биохимических, микробиологических процессов разработаны динамическая модель управления и прогнозирования качества жидкой ржаной закваски, статистические модели регулирующие технологические свойства полуфабрикатов для дискретного режима производства ржаного и ржано-пшеничного хлеба [95].

П.В. Медведевым на основании математических моделей управления процессами хлебопекарного производства разработаны пакеты прикладных программ, обеспечивающие возможность направленного регулирования реологических свойств полуфабрикатов для обеспечения максимального объемного выхода хлебобулочных изделий [208].

Исследования, посвященные проектированию и прогнозированию технологических свойств мучных смесей для хлебобулочных изделий из ржано-пшеничной муки с нетрадиционным сырьем почти отсутствуют, что на наш взгляд, позволяет использовать наиболее общие научные результаты, полученные вышепредставленными учеными для проектирования мучных поликомпонентных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий.

При исследовании влияния технологических свойств нового и нетрадиционного сырья на свойства ржано-пшеничной муки и хлебобулочных изделий (глава 4) установлена высокая корреляционная

зависимость между значениями числа падения смесей и качеством готовых изделий из них. Это показывает, что данный показатель может использоваться в качестве расчетного критерия при составлении поликомпонентных смесей для ржано-пшеничного хлеба.

Составление и расчет мучных смесей как одного из важнейших этапов технологического процесса, обеспечивающего стабильное качество конечной продукции, принято в зерноперерабатывающей отрасли, в частности, мукомольном производстве. В настоящее время общепринятым при составлении помольных партий зерна ржи, является ряд различных методов и критериев, определяемых, как средневзвешенные значения [55], описываемые линейными функциями и путем применения эмпирических уравнений, описываемых гиперболическими функциями, [146, 213].

Для сравнительной оценки расчет числа падения ржано-пшеничных смесей с нетрадиционным сырьем осуществлялся с использованием метода расчета средневзвешенного значения по эмпирической формуле, разработанной учеными МГУПП [213], и по формуле Пертена [299, 475, 476].

Расчет средневзвешенного значения числа падения ржано-пшеничных смесей с нетрадиционным сырьем осуществляли, пользуясь формулой, приведенной в работе С.В. Жукова [110]:

$$\text{ЧП} = \frac{\sum \text{ЧП}_i \cdot m_i}{m_i} \quad (5.1)$$

где  $\text{ЧП}_i$  – число падения  $i$ -го компонента смеси, с

$m_i$  - массовая доля  $i$ -го компонента в смеси, %

Эмпирическая формула МГУПП из работы Мерко И.Т.[213]:

$$\text{ЧП}_2 = \frac{1}{\left(\frac{1}{\text{ЧП}_{\min}}\right) + \left[\left(\frac{1}{\text{ЧП}_{\max}}\right) - \left(\frac{1}{\text{ЧП}_{\min}}\right)\right] \cdot \frac{x_{\max}}{100}} \quad (5.2)$$

где  $\text{ЧП}_2$  – число падения смеси из двух компонентов, с

$\text{ЧП}_{\min}$  – минимальное значение числа падения компонента, с

$\text{ЧП}_{\max}$  – максимальное значение числа падения компонента, с

$x_{\max}$  – максимальное количество компонента с максимальным числом падения, %.

Наиболее адекватным способом расчета значений числа падения помольных смесей зерна ржи, с точки зрения Г.Н. Панкратова, С.В. Жукова [109, 111], является использование эмпирической формулы Пертена. В этом случае в расчет вводится величина, обратная числу падения, которая обозначается, как число разжижения:

$$\text{ЧР} = \frac{6000}{\text{ЧП} - 50} \quad (5.3)$$

где  $\text{ЧР}$  – число разжижения смеси

$\text{ЧП}$  – число падения смеси, с.

В формуле (5.3) число 6000 представляет собой константу, найденную Пертеном эмпирическим путем на основании большого количества экспериментальных данных. Число 50 также представляет собой эмпирическую константу, которая соответствует продолжительности времени в секундах, необходимому для набухания крахмальной составляющей муки, после которого начинает происходить ее разжижение под действием ферментов и температуры [299].

Однако вышеприведенными исследованиями (глава 4) показано, что влияние рецептурных составляющих многокомпонентных мучных смесей зависит не только от свойств самих компонентов, но также обусловлено взаимодействием их с мукой. Для учета влияния физико-химического взаимодействия с основным компонентом хлебопекарной смеси – мукой в формулу Пертена дополнительно включили корреляционные зависимости числа падения от дозировки вводимых компонентов, определенные экспериментально (таблица 4.7). С учетом этой корректировки расчет числа падения производился по формуле:

$$ЧП = \frac{6000}{(ЧР_{РЖ} \cdot m_{РЖ} + ЧР_{ПШ} \cdot m_{ПШ} + \sum ЧР_{mi} \cdot m_i \cdot k)} \cdot 0,01 + 50 \quad (5.4)$$

где  $ЧР_{РЖ}$  – число разжижения ржаной муки;

$ЧР_{ПШ}$  – число разжижения пшеничной муки;

$m_{РЖ}$  – количество ржаной муки, % от общей массы смеси;

$m_{ПШ}$  – количество пшеничной муки, % от общей массы смеси;

$ЧР_{mi}$  – число разжижения  $i$ -го компонента смеси;

$m_i$  – количество  $i$ -го компонента смеси, % от общей массы смеси;

$k$  – значение корреляционного коэффициента, учитывающего физико-химическое взаимодействие  $i$ -го компонента смеси с мукой,

0,01 – коэффициент для пересчета на 100 г смеси.

При расчетах учитывали, что корреляционные коэффициенты из таблицы 4.4 к числу падения смесей с нетрадиционным сырьем при переносе из левой части формулы 5.3 в правую часть – меняют знак на противоположный.

Результаты расчета показателей числа падения мучных смесей с нетрадиционным сырьем по формулам 5.1, 5.2, 5.3 и 5.4 приведены в таблице 5.1. В расчетах использованы экспериментальные значения числа падения нового и нетрадиционного сырья из таблицы 4.1, для размера частиц, являющихся проходом через сито с размером ячеек 0,3 мм. В таблице также представлена сравнительная оценка расчетных значений числа падения с экспериментальными из таблицы 4.6.

Расчет по формуле 5.1 для средневзвешенного значения числа падения компонентов смесей позволил получить наиболее адекватные значения в случае ржано-пшеничной смеси в соотношении 50:50. В остальных случаях, на основе анализа результатов расчета таблицы 5.1, данный метод дал самые высокие отклонения от экспериментальных значений числа падения, особенно если число падения нового и нетрадиционного сырья значительно

отличалось от числа падения муки и при увеличении дозировки ингредиентов взамен ржано-пшеничной муки.

Таблица 5.1 – Расчетные значения числа падения смесей и их сравнительная оценка с эмпирическими данными

| Сырье, входящее в мучную смесь  | Расчетное /экспериментальное значение числа падения мучной смеси, с |         |         | Среднее отклонение от экспериментальных значений |
|---|---|---------|---------|--|
|   | дозировки нового и нетрадиционного сырья взамен муки, %             |         |         |  |
|   | 5   | 10      | 15      |  |
| 1   | 2   | 3       | 4       | 5  |
| Мука ржано-пшеничная  | 206*  |         |         | -  |
|   | 205**   |         |         | 1  |
|   | 198***  |         |         | 7  |
|   | 195****   |         |         | 9  |
| Мука ржано-пшеничная + мука чечевичная  | 208*  | 212*    | 224*    | -  |
|   | 207**   | 208**   | 210**   | 6,1±7,9  |
|   | 207***  | 209***  | 210***  | 5,6±8,2  |
|   | 202****   | 211**** | 219**** | 0,4±3,0  |
| Мука ржано-пшеничная + мука соевая  | 180*  | 172*    | 162*    | -  |
|   | 198**   | 191**   | 184**   | -19,4±2,2  |
|   | 185***  | 167***  | 153***  | 3,2±7,9  |
|   | 184****   | 175**** | 166**** | -3,6±1,1   |
| Мука ржано-пшеничная + молоко сухое   | 180*  | 180*    | 170*    | -  |
|   | 198**   | 191**   | 184**   | -14,0±4,1  |
|   | 185***  | 167***  | 153***  | 8,5±13,0   |
|   | 186****   | 179**** | 172**** | 2,1±4,5  |
| Мука ржано-пшеничная + сыворотка молочная сухая                                     | 180*  | 170*    | 160*    | -  |
|   | 198**   | 191**   | 184**   | -20,7±3,2  |
|   | 185***  | 167***  | 153***  | 1,8±6,7  |
|   | 178****   | 164**** | 153**** | 5,2±2,8  |
| Мука ржано-пшеничная + сахаросодержащий порошок из картофеля (СПК)                  | 212*  | 218*    | 224*    | -  |
|   | 219**   | 233**   | 247**   | -16,1±9,5  |
|   | 212***  | 219***  | 226***  | -1,9±1,1   |
|   | 203****   | 211**** | 220**** | 4,8±3,9  |
| Мука ржано-пшеничная + сахаросодержащий порошок из картофеля с ржаной мукой (СПКрж) | 210*  | 212*    | 224*    | -  |
|   | 209**   | 214**   | 218**   | 1,2±4,8  |
|   | 209***  | 212***  | 216***  | 2,6±5,8  |
|   | 202****   | 210**** | 219**** | 4,6±2,8  |

Продолжение таблицы 5.1

| 1   | 2       | 3       | 4       | 5          |
|---|---------|---------|---------|------------|
| Мука ржано-пшеничная + сахаросодержащий порошок из картофеля пшеничной мукой(СПКпш) | 210*    | 214*    | 224*    | -          |
|   | 211**   | 218**   | 224**   | -1,9±2,6   |
|   | 210***  | 214***  | 218***  | 1,5±4,1    |
|   | 203**** | 211**** | 220**** | 3,4±3,0    |
| Мука ржано-пшеничная + порошок пищевой свекловичный (ППС)                           | 212*    | 220*    | 226*    | -          |
|   | 227**   | 250**   | 272**   | -30,3±17,6 |
|   | 213***  | 221***  | 230***  | -2,1±1,9   |
|   | 203**** | 211**** | 220**** | 6,9±3,2    |
| Мука ржано-пшеничная + порошок пищевой свекловичный экструдированный (ППСЭ)         | 212*    | 216*    | 226*    | -          |
|   | 218**   | 231**   | 243**   | -12,7±6,1  |
|   | 212***  | 218***  | 225***  | -0,4±1,8   |
|   | 203**** | 211**** | 220**** | 5,8±2,2    |
| Мука ржано-пшеничная + заварка из муки ячменной                                     | 212*    | 216*    | 221*    | -          |
|   | 217**   | 229**   | 241**   | -12,6±7,4  |
|   | 212***  | 218***  | 224***  | -1,6±0,9   |
|   | 203**** | 211**** | 220**** | 4,2±4,3    |
| Мука ржано-пшеничная + заварка из муки рисовой                                      | 180*    | 162*    | 154*    |            |
|   | 198**   | 191**   | 184**   | -25,4±7,4  |
|   | 185***  | 167***  | 153***  | -2,8±3,9   |
|   | 182**** | 171**** | 161**** | -6,0±4,2   |
| Мука ржано-пшеничная + заварка из муки гречневой                                    | 206*    | 212*    | 224*    | -          |
|   | 245**   | 284**   | 324**   | 19,5±16,3  |
|   | 215***  | 224***  | 234***  | -10,0±1,8  |
|   | 203**** | 211**** | 220**** | 2,0±1,6    |
| Мука ржано-пшеничная + заварка из муки пшеничной                                    | 208*    | 212*    | 216*    |            |
|   | 210**   | 215**   | 219**   | -2,4±1,8   |
|   | 209***  | 213***  | 216***  | -0,6±0,3   |
|   | 203**** | 211**** | 220**** | -0,2±7,0   |
| Мука ржано-пшеничная + семена кунжута   | 206*    | 212*    | 220*    | -          |
|   | 205**   | 206**   | 206**   | 7,2±7,6    |
|   | 206***  | 206***  | 207***  | 6,3±7,6    |
|   | 203**** | 211**** | 221**** | 0,9±2,5    |
| Мука ржано-пшеничная + семена подсолнечника   | 206*    | 220*    | 228*    | -          |
|   | 206**   | 207**   | 207**   | 11,7±11,4  |
|   | 207***  | 207***  | 208***  | 10,9±11,5  |
|   | 203**** | 211**** | 220**** | 6,2±2,6    |

\* – экспериментальные значения числа падения из таблицы 4.3

\*\* – средневзвешенные значения числа падения, рассчитанные по формуле 5.1

\*\*\* – значения числа падения, рассчитанные по эмпирической формуле

МГУПП 5.2

\*\*\*\* – значения числа падения, рассчитанные по формуле Пертена 5.3

Расчет по эмпирической формуле 5.2 предназначенной для двухкомпонентных смесей потребовал некоторой корректировки в связи с тем, что в ней учитываются только минимальные и максимальные значения числа падения компонентов, а также необходима нормировка количества смеси до 100 %. Так как смесь является трехкомпонентной: ржаная мука, пшеничная мука, новый ингредиент, то для получения более адекватных данных, в расчете применяли экспериментальное значение числа падения ржано-пшеничной муки из таблицы 4.6, как одного (единого) компонента. В ряде случаев, такой прием расчета, особенно если число падения нового и нетрадиционного сырья незначительно отличается от числа падения ржано-пшеничной муки, дает вполне удовлетворительные результаты, мало отличаясь от экспериментальных значений числа падения смесей. Попытка введения корреляционных зависимостей из таблицы 4.7 в данную формулу расчета, дала неудовлетворительные результаты – среднее значение отклонения увеличилось. Применение данного приема расчета является затруднительным в случае количества компонентов в смеси более двух.

Расчет по усовершенствованной формуле Пертена 5.4, в которой учтены парциальные качества вносимых компонентов в смесь путем введения в формулу для расчета эмпирических корреляционных зависимостей, дает наиболее близкие к экспериментальным значения числа падения мучных смесей с нетрадиционным сырьем. Усовершенствованная формула расчета позволяет определить число падения хлебопекарной смеси из любого количества компонентов, что показывает ее универсальность в применении для хлебопекарных смесей.

Однако большое количество ингредиентов в смеси делает расчеты громоздкими и долгими, что показывает необходимость применения для этой цели современных вычислительных средств.



## 5.2 Методология разработки поликомпонентных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности

В основе методологического подхода количественно-качественной оценки нутриентного состава поликомпозиной смеси был принят принцип выделения в качестве ключевой составляющей белковой компоненты смеси. Во многом это обусловлено тем, что белки, являясь эволюционно-обусловленной доминантой пищевого рациона, в целом определяют характер питания, позволяют проявить нутриентные свойства других составляющих пищи. [240, 396, 409].

В работе [56], при рассмотрении вопроса оптимизации аминокислотного состава поликомпонентных продуктов в качестве принципов расчета качества были рекомендованы принципы Митчелла-Блока [414], основанные на оценке качества по его биологической ценности являющейся производной аминокислотного состава белка.

Без сомнения расчетный метод определения биологической ценности композиции хлебопекарной смеси имеет ряд недостатков, присущих всем расчетным методам [166, 249, 254, 471], так как не учитывает различие усвояемости белка в различных компонентах рецептуры, входящих в смесь. Однако для практических целей расчетный метод в настоящее время является единственно приемлемым по следующим причинам: биологические методы являются чрезвычайно сложными, длительными и дорогостоящими; при проектировании многокомпонентных смесей приоритетным является не абсолютное значение биологической ценности, а нахождение такого соотношения рецептурных компонентов, при котором обеспечивается максимальное ее значение.

Применение аналитических методов расчета белковой составляющей при разработке пшеничных и пшенично-ржанных мучных поликомпонентных смесей для хлебопечения представлены в работах С.А. Стабровского (2006 г) [378], О.Н. Воропаевой (2008 г) [76], О.Г. Коротковой (2011 г) [157]. Авторы данных работ в качестве критерия оптимизации предлагают использование

коэффициента утилитарности белка всей хлебопекарной смеси или ее части, с последующим расчетом остальных нутриентных составляющих смеси. На наш взгляд, в представленных работах внесение нетрадиционного сырья в разработанные композиции в значительных дозировках (до 50 %) для улучшения аминокислотной сбалансированности белка, осуществляется в ущерб физико-химическим показателям готового хлеба, что делает необходимым использование улучшителей. Это обусловлено тем, что в производимых расчетах остается неучтенной технологическая составляющая компонентов смесей и их парциальные свойства. Работ, посвященных проектированию мучных поликомпонентных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий нами не обнаружено, что показывает актуальность производимых исследований в данном направлении.

Основные постулаты моделирования аминокислотной сбалансированности продуктов питания с использованием аминокислотного сора представлены в работах Н.Н. Липатова [185, 186]. В работе [186], посвященной аспектам моделирования аминокислотной сбалансированности пищевых продуктов, применен подход, рассматриваемый в качестве частного случая, в соответствии с которым в вариантах известного набора компонентов, входящих в состав смеси, содержание в них белка, незаменимых аминокислот оценивается с точки зрения сбалансированности их аминокислотного сора. При этом, при проектировании аминокислотного состава рецептурной смеси содержание одних компонентов постоянно, а других уменьшается в результате замены третьим. Данный прием проектирования является наиболее адекватным с точки зрения хлебопекарных смесей, при моделировании многокомпонентной композиции содержание основного компонента – муки должно быть постоянным. Предварительными исследованиями было установлено, что количество муки в хлебопекарной смеси для обеспечения приемлемого качества готового ржано-пшеничного хлеба должно составлять не менее 70 %. В связи с этим, количество нового и нетрадиционного сырья в мучной

поликомпонентной смеси для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий должно быть не более 30 %.

На начальном этапе создания теоретических основ моделирования поликомпонентных мучных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий была осуществлена формализация, учитывающая взаимосбалансированность незаменимых аминокислот в смеси в соответствии с эталоном ФАО/ВОЗ. С учетом представленных предпосылок, при формализации в качестве целевой функции, которую необходимо максимизировать, выбрано количество белка в проектируемой хлебопекарной смеси. Теоретические предпосылки показаны в виде математического выражения:

$$\begin{cases}
 0,999x_1 + 0,125x_2 + \dots + x_n \rightarrow \max \\
 34,9x_1 + 29,6x_2 + \dots + k_1x_n \geq 55 \\
 36,3x_1 + 24,0x_2 + \dots + k_2x_n \geq 35 \\
 42,6x_1 + 34,9x_2 + \dots + k_3x_n \geq 35 \\
 36,0x_1 + 44,0x_2 + \dots + k_4x_n \geq 40 \\
 62,0x_1 + 24,0x_2 + \dots + k_5x_n \geq 70 \\
 13,0x_1 + 15,0x_2 + \dots + k_6x_n \geq 10 \\
 45,7x_1 + 51,8x_2 + \dots + k_7x_n \geq 50 \\
 73,0x_1 + 106,0x_2 + \dots + k_8x_n \geq 60 \\
 x_1 + x_2 \geq 0,7 \\
 0,05 < x_n \leq 0,3 \\
 x_1 + x_2 + \dots + x_n = 1
 \end{cases} \quad (5.5)$$

где  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_n$  – массовые доли пшеничной муки, ржаной муки и варьируемых компонентов смеси соответственно;

$k_1$ ,  $k_2, \dots, k_6$  – содержание лизина, треонина, метионина+цистеина, изолейцина, лейцина, триптофана, валина, фенилаланина+тирозина в пшеничной муки, ржаной муке и варьируемых компонентах смеси соответственно.

В правой части системы уравнений (5.5) представлено условие минимального количества незаменимых аминокислот в смеси в соответствии с эталоном ФАО/ВОЗ, а также соблюдение условия содержания ржано-

пшеничной муки в смеси не менее 70 %, вносимых компонентов не более 30 %, сумма всех компонентов смеси равна 1 г белка.

Следующим этапом после проектирования аминокислотного сора в соответствии с системой уравнений 5.5 является расчет критерия оптимизации – показателя биологической ценности проектируемой хлебопекарной смеси.

Биологическая ценность – комплексная характеристика, характеризующая качество белковых компонентов смеси в соответствии с подходом Мичелла-Блока, представлена в работе [187] следующим способом расчета:

$$БЦ = 100 - КРАС$$

$$КРАС = \frac{\sum AK_{скор} - AK_{лимит}}{8}$$

где  $БЦ$  – биологическая ценность продукта, %:

$КРАС$  – коэффициент различия аминокислотного сора, %

$AK_{скор}$  – аминокислотный скор определённой незаменимой аминокислоты, доли ед.;

$AK_{лимит}$  - аминокислотный скор лимитирующей аминокислоты, доли ед.

Чем меньше коэффициент различия аминокислотного сора, тем выше биологическая ценность белка смеси.

Для разработки эффективного по времени и точности работы алгоритма расчета состава смеси необходимо проанализировать заданную предметную область и поставленную задачу. В общем виде задача формулируется следующим образом: спроектировать компонентный состав смеси для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий, повышенной биологической ценности, обеспечивающий содержание незаменимых аминокислот не ниже заданного значения, содержащий по возможности максимальное количество белка, обеспечивающий заданное соотношение углеводов к белкам и обладающий технологическими свойствами, позволяющими получить продукцию, удовлетворяющую большинство

потребителей. Для максимального раскрытия потенциала нового и нетрадиционного сырья вносимого в состав проектируемой хлебопекарной смеси целесообразно введение таких параметров в проектируемую смесь, как соотношение белков и углеводов 1:4, минеральных веществ Ca:P:Mg – 1:1,5:0,5, показатель числа падения – не менее 200 с и не более 240 с.

Подобная задача может быть сведена к задаче линейного программирования, где в качестве целевой функции выбирается значение белка в получаемой смеси, а ограничения будут задавать необходимые минимальные значения важных аминокислот и микроэлементов.

Характеристики компонентов, используемых при проектировании хлебопекарной смеси должны определяться экспериментально или использоваться из заслуживающих доверия источников. Кроме того, должны быть известны или определены экспериментально максимально допустимые дозировки новых или нетрадиционных компонентов в хлебопекарную смесь, которые не будут оказывать отрицательного влияния на физико-химические или органолептические показатели готового хлебобулочного изделия.

При составлении алгоритма расчета смеси для описания математической модели оптимизации получения искомой смеси из большого количества сырья с учетом его химического состава и технологических свойств введены следующие обозначения:

$j$  – индекс вида сырья;

$i$  – индекс вида ингредиента;

$m$  – количество ингредиентов рецептуры;

$n$  – количество видов сырья в рецептуре;

$k_{ij}$  – концентрация ингредиента в единице сырья;

$d_i$  – количество определенного ингредиента в единице проектируемой смеси;

$x_j$  – концентрация сырья в проектируемой смеси.

Оптимизационная задача состоит в определении соотношения компонентов рецептуры дающих смесь с максимальной биологической

ценностью из заданного набора ингредиентов, то есть найти искомые значения  $m$  при которых:

$$f(x) = \min \sum_{j=1}^n x_j$$

при следующих ограничениях:

1. наличия в проектируемой смеси заданных компонентов:

$$\sum_{j=1}^n k_{ij} \cdot x_j \geq d_i, \quad \sum_{j=1}^n k_{ij} \cdot x_j \leq d_i, \quad \sum_{j=1}^n k_{ij} \cdot x_j = d_i$$

2. получения единицы продукта:

$$\sum_{j=1}^n x_j = 1$$

3. неотрицательности рассчитываемых переменных

$$x_j \geq 0$$

4. ограничения, связанные с соотношением в смеси белков и углеводов (1:4), Са:Р:Мg (1:1,5:0,5), при этом показатель числа падения смеси должен быть не менее 200с и не более 240 с, а дозировки нового и нетрадиционного сырья – не более установленных в главе 4.

В связи с многозадачностью поставленной цели проектирования мучной поликомпонентной смеси с нетрадиционным сырьем для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий было разработано программное обеспечение с гибким интерфейсом, позволяющее производить необходимые расчеты в соответствии с представленным теоретическим и практическим обоснованием для создания хлебопекарных смесей повышенной пищевой ценности с заданными технологическими свойствами. Алгоритм работы программы представлен на рисунке 5.1. Получено свидетельство о

государственной регистрации программы ЭВМ № 2019619374 «Программное средство расчета и анализа оптимального состава поликомпонентной мучной смеси»

Применение оптимизационной программы позволит выйти на качественно новый уровень разработки мучных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с высокими показателями биологической и пищевой ценности, и технологическими свойствами, обеспечивающими получение характеристик проектируемой хлебопекарной смеси с высокими гарантиями получения из них конечного продукта высокого потребительского достоинства. Перспективность данной разработки заключается в снижении временных и финансовых затрат на разработку нового ассортимента хлебобулочных изделий с высокой пищевой и биологической ценностью путем использования различных (любых) рецептурных ингредиентов. Кроме того, возможна быстрая корректировка разработанных составов с учетом новых открытий в науке, касающихся влияния состава питания на здоровье человека.

На основании эффективных по времени и функциональным свойствам формализованных методов оптимизации аминокислотного состава белка и минерального состава мучной смеси, учитывающих технологические показатели сырьевых компонентов и их возможное взаимовлияние на основной технологически формирующий компонент разработан метод программной реализации в составе автоматизированной системы расчета основывающегося на инновационной модели 7 оптимального состава и алгоритмах имитационного моделирования [30, 33, 497].

Рецептуры и технологии ржано-пшеничных хлебобулочных изделий на основе использования поликомпонентных смесей повышенной пищевой ценности с заданными технологическими свойствами приведены в главе 6.

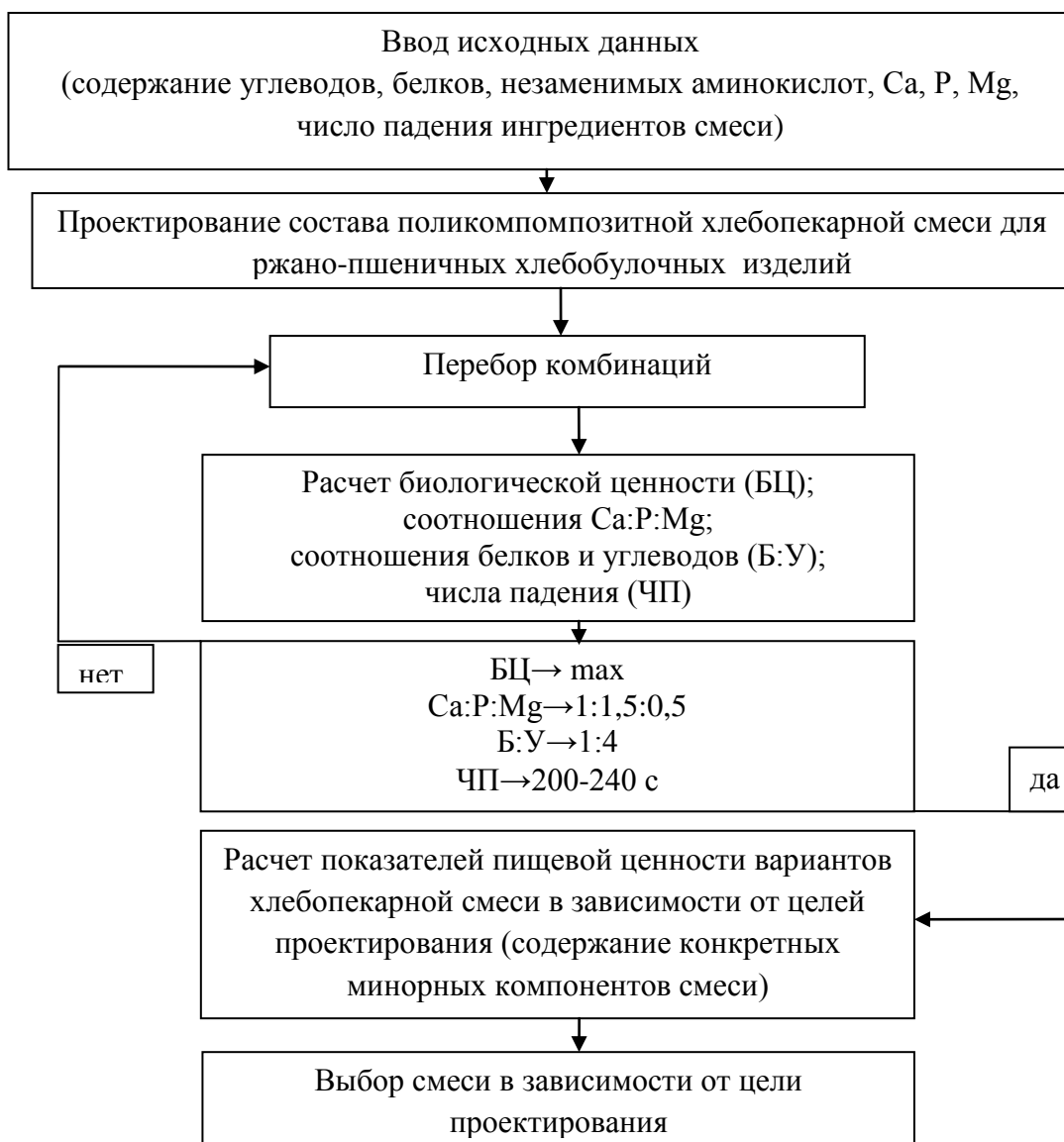


Рисунок 5.1 – Алгоритм расчета поликомпозиционных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности с заданными технологическими свойствами

## Заключение по главе 5

Создание поликомпозиционных смесей для хлебопечения, основанное только на аналитической комбинации количественно-качественной составляющей содержащихся в них нутриентов, имеет весьма существенное несовершенство, связанное с отсутствием гарантии получения конечного продукта достаточного потребительского достоинства. Это показывает практическую и научную значимость создания методологии проектирования поликомпозиционных мучных смесей с заданным уровнем



технологической адекватности для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности.

Сравнительная аналитическая оценка существующих расчетных методов числа падения (по средневзвешенным значениям, эмпирической формуле, разработанной учеными МГУПП и формуле Пертена) показала, что расчет по эмпирической формуле Пертена в которой учтены парциальные качества вносимых компонентов в смесь путем дополнительного введения в формулу для расчета эмпирических корреляционных зависимостей определенных ранее,, дает наиболее близкие к экспериментальным, значения числа падения мучных смесей с нетрадиционным сырьем. Усовершенствованная формула расчета позволяет определить число падения хлебопекарной смеси из любого количества компонентов, что показывает ее универсальность в применении. Однако большое количество ингредиентов делает расчеты громоздкими и долгими, что показывает необходимость применения для этой цели современных вычислительных средств.

В основе методологического подхода количественно-качественной оценки нутриентного состава поликомпонитной смеси был принят принцип выделения в качестве ключевой составляющей белковой компоненты смеси. В связи с этим, при формализации задачи в качестве целевой функции была принята максимизация количества белка в проектируемой смеси и его биологическая ценность. Для раскрытия потенциала нетрадиционного сырья вносимого в состав проектируемой хлебопекарной смеси введены такие параметры, как соотношение белков и углеводов, минеральных веществ – Са:Р:Мg и показатель число падения.

Разработано программное обеспечение с гибким интерфейсом, позволяющее производить необходимые расчеты в соответствии с представленным теоретическим и практическим обоснованием для создания хлебопекарных смесей повышенной пищевой ценности с заданными технологическими свойствами.

## ГЛАВА 6 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ РЖАНО-ПШЕНИЧНЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОЛИКОМПОЗИТНЫХ СМЕСЕЙ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ

Хлебобулочные изделия с ржаной мукой, являясь традиционным продуктом питания россиян, в настоящее время имеют устойчивую тенденцию к снижению потребления [89, 198]. В связи с этим, расширение ассортимента такой продукции за счет использования поликомпонентных смесей повышенной пищевой ценности является актуальным направлением исследования.

Хлебобулочные изделия с ржаной мукой из поликомпонентных смесей повышенной пищевой ценности могут быть привлекательными для расширения ассортимента не только производителей данной продукции в массовых количествах, но и для потребителей, заботящихся о своем здоровье и долголетию, которые предпочитают самостоятельно изготавливать такой продукт. Однако хлебопекарные свойства ржаной муки накладывают свои особенности на технологический процесс получения продукции стандартного потребительского достоинства. Классические технологии предусматривают применение специального полуфабриката – закваски, культивирование которой должно осуществляться круглосуточно и требует постоянного производственного контроля. Такой способ производства вызывает затруднения для предприятий, работающих в дискретном режиме. Это обуславливает необходимость развития альтернативных технологий для производства такой продукции [165]. Для решения задачи ускоренного производства хлеба с ржаной мукой предлагаются пищевые добавки-подкислители в основном импортного производства [58, 73, 235, 245].

В связи с этим, для соответствия современным реалиям развития хлебопечения проведены исследования, посвященные разработке полуфабрикатов для ускоренного производства хлеба с ржаной мукой и применения данных полуфабрикатов при производстве хлебобулочных изделий из мучных поликомпонентных смесей повышенной пищевой

ценности, полученных расчетным методом с помощью программного обеспечения, разработанного для этих целей.

### **6.1 Обоснование технологии ускоренного производства ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с применением органических кислот и прессованных дрожжей**

Принятое в хлебопечении приготовление хлебобулочных изделий с использованием ржаной муки, включающее многоступенчатое сбраживание, обусловлено необходимостью повышенной кислотности теста для торможения действия активной  $\alpha$ -амилазы ржаной муки. Такая технология является сложной, нестабильной и длительной. Современные вызовы, которые стоят перед исследователями хлебопечения, связаны с разработкой рациональных технологических приемов выработки хлебобулочных изделий, обеспечивающих получение высококачественной продукции при наименьших затратах времени и наименьших потерях.

Решение данной задачи возможно путем обеспечения заданной начальной кислотности теста с ржаной мукой с применением органических кислот которые накапливаются в процессе брожения – молочной, уксусной, винной, янтарной, лимонной и муравьиной [8, 140]. Все перечисленные кислоты, выпускаются в промышленных масштабах, и поэтому представляет практический и научный интерес сравнительная оценка влияния их внесения в качестве подкислителей при однофазном способе тестоприготовления.

Для определения влияния вида органической кислоты на качество хлебобулочных изделий, тесто готовили из смеси ржаной обдирной и пшеничной хлебопекарной муки I сорта в соотношении 50:50 с применением органических кислот в качестве подкислителей. По данным Н.П. Козьминой соотношение молочной и уксусной кислот, образующихся в результате превращений пировиноградной кислоты при брожении теста с ржаной мукой составляет 60:40 [145]. Одновременно, по данным Л.Н. Казанской при брожении образуется до 5 % других видов кислот [126]. Исходя из этого

смесь кислот включала молочную, уксусную, винную, янтарную, лимонную и муравьиную кислоты в соответственно: 57:38:1,25:1,25:1,25:1,25.

Дозировка кислот на замес теста рассчитывалась по эмпирической формуле, разработанной нами на основании многолетних исследований, приведенной в работе [36]:

$$G_c = \frac{G_m \cdot K_m - M_m \cdot K_m}{K_{cm}} \quad (6.1)$$

где  $G_m$  – выход теста, кг;

$K_m$  – кислотность теста начальная, град;

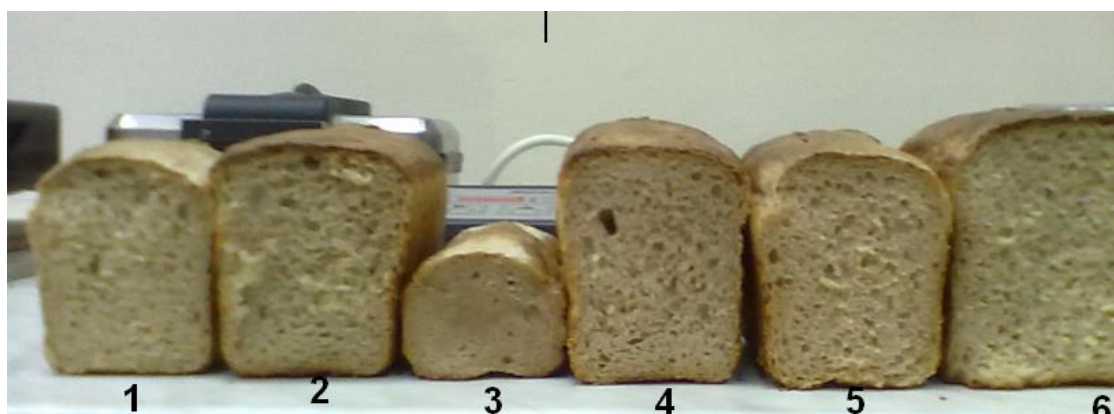
$M_m$  – количество смеси ржаной и пшеничной муки, кг;

$K_m$  – кислотность смеси ржаной и пшеничной муки, град;

$K_{cm}$  – кислотность, вносимой органической кислоты.

Оптимальное значение начальной кислотности теста из смеси ржаной и пшеничной муки, определенное в результате исследований, представленных в главе 3, составляет 7 градусов, что и являлось конечным критерием расчета количества органических кислот на замес. Расчетная дозировка кислот на замес была равна, в зависимости от вида кислоты, 0,5 % - 1,5 % к общей массе муки. Массовая доля влаги в тесте составляла  $50 \pm 0,5$  %, дозировка прессованных дрожжей и соли была принята 2 % и 1,5 % соответственно. Тесто выбраживали до конечной кислотности 9-10 град, разделявали, расстаивали и выпекали до температуры внутри мякиша 97-98 °С.

Результаты исследований представлены на рисунке 6.1.



- 1 – уксусная кислота;
- 2 – молочная кислота;
- 3 – муравьиная кислота;
- 4 – лимонная кислота;
- 5 – янтарная кислота;
- 6 – смесь кислот

Рисунок 6.1 - Влияние органических кислот на качество хлебобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки, приготовленных ускоренным способом

Данные рисунка показывают, что внесение всех видов кислот, кроме муравьиной, позволяет получить достаточное качество хлебобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки, приготовленных ускоренным способом. Однако при внесении уксусной кислоты требовалось увеличение продолжительности расстойки в 2 раза по сравнению с другими образцами и наблюдался резкий кислый вкус. При внесении молочной кислоты также наблюдался резкий кислый вкус. Применение лимонной и янтарной кислоты, а также смеси кислот позволило произвести хлебобулочные изделия с наиболее удовлетворительными вкусовыми и физико-химическими показателями качества, но все же хлебобулочные изделия не отличались насыщенностью вкусовых характеристик, свойственных хлебобулочным изделиям, приготовленным по классической технологии. Следует отметить, что однофазный способ производства с применением органических кислот позволил получить хлеб из смеси ржаной и пшеничной муки за 1,5-2 часа, что быстрее, чем традиционным способом в 2- 2,5 раза.

Следующим этапом исследований являлось определение оптимальной дозировки прессованных дрожжей для однофазного (ускоренного) способа тестоприготовления хлебобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки.

Нахождение оптимальной дозировки прессованных дрожжей для приготовления ржано-пшеничных хлебобулочных изделий ускоренным способом осуществлялось с применением метода полного факторного планирования эксперимента. В качестве параметров оптимизации были приняты: продолжительность брожения  $Y_1$ , продолжительность расстойки  $Y_2$ , удельный объем  $Y_3$ , пористость  $Y_4$  и органолептические показатели  $Y_5$ . Изменения факторов эксперимента приведено в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Пределы изменения факторов эксперимента

| Условия планирования           | Пределы изменения факторов  |  |   |
|--------------------------------|---|--|---|
|                                | $X_1$ ,<br>количество<br>ржаной муки в<br>ржано-<br>пшеничной<br>смеси, % | $X_2$ ,<br>массовая доля<br>влаги в тесте, % | $X_3$ ,<br>количество<br>прессованных<br>дрожжей, % к<br>общей массе муки |
| Основной уровень               | 68,5  | 50,0   | 2,0   |
| Интервал варьирования          | 18,5  | 2,0  | 1,0   |
| Верхний уровень (+1)           | 87,0  | 52,0   | 3,0   |
| Нижний уровень (-1)            | 50,0  | 48,0   | 1,0   |
| Верхняя звездная точка (+1,41) | 99,6  | 53,3   | 3,7   |
| Нижняя звездная точка (-1,41)  | 37,4  | 46,6   | 0,3   |

Данные эксперимента (приложение 16) были обработаны с помощью программы Statistica. Регрессионные коэффициенты представлены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Коэффициенты регрессионных уравнений

| Кодированные<br>наименования факторов | Продолжительность брожения, мин, $Y_1$ . | Продолжительность расстойки, мин, $Y_2$ | Удельный объем, $см^3/г$ , $Y_3$ . | Пористость хлеба, %, $Y_4$ . | Органолептическая оценка, балл, $Y_5$ . |
|---------------------------------------|--|---|------------------------------------|------------------------------|---|
| Св.член                               | <b>127,76*</b>                           | <b>61,13*</b>                           | <b>1,44*</b>                       | <b>46,92*</b>                | <b>56,90*</b>                           |
| $X_1$                                 | 18,37                                    | -0,96                                   | <b>-0,10*</b>                      | <b>-1,81*</b>                | -0,75                                   |
| $X_1^2$                               | -10,09                                   | -7,53                                   | 0,25                               | 5,67                         | 2,20                                    |
| $X_2$                                 | 16,77                                    | 2,13                                    | 0,08                               | 1,86                         | 0,71                                    |
| $X_2^2$                               | -10,09                                   | -5,76                                   | <b>0,26*</b>                       | <b>6,02*</b>                 | 1,85                                    |
| $X_3$                                 | <b>-10,98*</b>                           | <b>-37,17*</b>                          | <b>0,13*</b>                       | <b>2,83*</b>                 | <b>4,25*</b>                            |
| $X_3^2$                               | -41,91                                   | -3,99                                   | <b>-0,23*</b>                      | <b>-5,32*</b>                | <b>-2,73*</b>                           |
| $X_1X_2$                              | 28,75                                    | 6,25                                    | -0,07                              | -2,00                        | -0,87                                   |
| $X_1 X_3$                             | -11,25                                   | 1,25                                    | 0,06                               | 0,50                         | 0,87                                    |
| $X_2 X_3$                             | -8,75                                    | -8,75                                   | -0,07                              | -2,00                        | -0,37                                   |

\* - значимые коэффициенты при уровне доверительной вероятности 0,05

Определено, что продолжительность брожения и расстойки ржано-пшеничного теста приготовленного укоренным способом, имеют один значимый коэффициент в регрессионных зависимостях для этих параметров оптимизации – дозировка прессованных дрожжей. В регрессионном уравнении для продолжительности расстойки данный фактор имеет самый большой размер коэффициента, что показывает его значительный вклад на продолжительность этой технологической стадии.

Показатели качества хлебобулочных изделий имеют более сложную зависимость от влияния исследуемых факторов. Линейная (прямая) зависимость удельного объема и пористости ржано-пшеничных хлебобулочных изделий установлена от фактора  $X_1$  (количество ржаной муки в ржано-пшеничной смеси). Это обусловлено особенностями ржаной муки, преобладание которой в составе теста снижает его газодерживающую способность, что отрицательно влияет на его разрыхленность, которая опеределяет показатели удельного объема и пористости.

Влияние фактора  $X_2$  (массовая доля влаги в тесте) показано значимым квадратичным членом, что свидетельствует о наличии оптимума данного

фактора для удельного объема и пористости ржано-пшеничных хлебобулочных изделий, приготовленных ускоренным способом.

Фактор  $X_3$  (количество прессованных дрожжей) показывает свою значимость в виде линейного и квадратичного члена для регрессионных уравнений пористости, удельного объема и органолептической оценки ржано-пшеничных хлебобулочных изделий. При этом, для удельного объема, пористости и органолептической оценки хлебобулочных изделий линейные члены имеют положительные знаки, а квадратичные - отрицательные, что показывает наличие оптимума-максимума для этого фактора.

Для более наглядного представления влияния указанных факторов на параметры оптимизации целесообразно произвести исследование параметрической чувствительности полученных регрессионных моделей. Расчеты производили для центра плана эксперимента.

Анализ параметрической чувствительности продолжительности расстойки и брожения от дозировки прессованных дрожжей, рассчитанный по коэффициентам моделей из таблицы 6.2, представлен на рисунке 6.1.

Определено, что прессованные дрожжи, вносимые при приготовлении ржано-пшеничного теста ускоренным способом, проявляют свое максимальное влияние на технологической стадии брожения теста. Это видно, при сравнительной оценке графиков для расчетных показателей продолжительности расстойки по сравнению продолжительностью брожения – для расстойки график представляет собой более пологую прямую, чем для брожения.



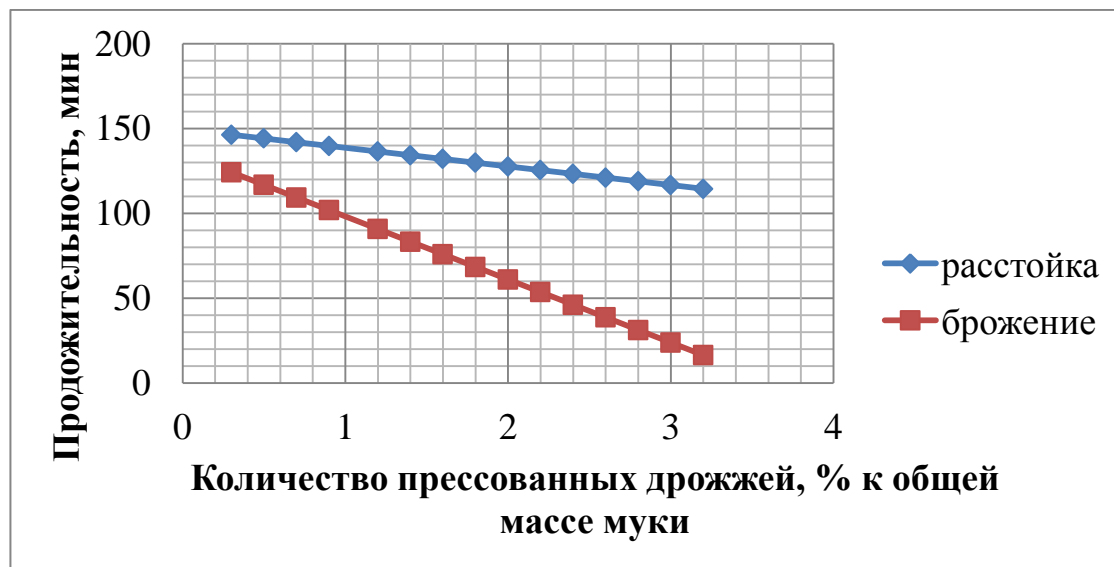
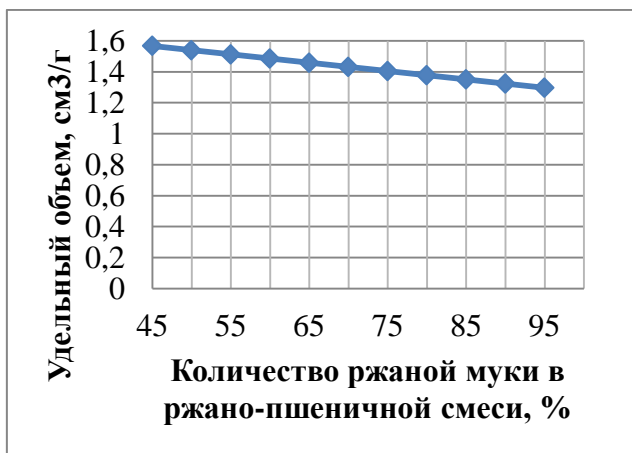


Рисунок 6.1 – Влияние дозировки прессованных дрожжей, вносимых при однофазном приготовлении ржано-пшеничного теста на продолжительность брожения и расстойки

Анализ параметрической чувствительности для удельного объема хлебобулочных изделий от количества ржаной муки в ржано-пшеничной смеси, представлен на рисунке 6.2.

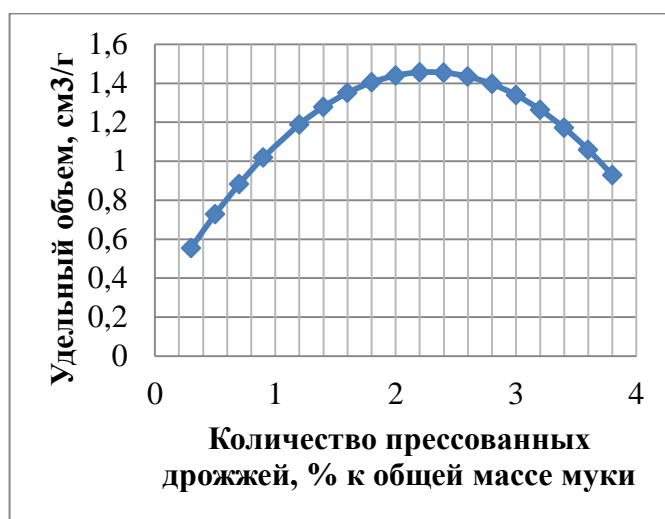
Установлено, что удельный объем хлебобулочных изделий снижается при увеличении дозировки ржаной муки в смеси. Влияние прессованных дрожжей и массовой доли влаги в тесте при однофазном приготовлении ржано-пшеничного хлеба носит параболический характер, достигая оптимума-максимума при дозировке дрожжей  $2,4 \pm 0,2$  % и массовой доли влаги в тесте  $50 \pm 0,5$  %. Сравнительная оценка всех графиков на рисунке 6.2 показывает, что удельный объем ржано-пшеничных хлебобулочных изделий в большей степени зависит от доли ржаной муки в ржано-пшеничной смеси, так как при этом значения удельного объема хлебобулочных изделий имеют большие величины по сравнению с влиянием других факторов.



а



б



в

Рисунок 6.2 – Влияние количества муки в ржано-пшеничной смеси, массовой доли влаги в тесте, дозировки прессованных на продолжительность удельный объем хлебобулочных изделий, приготовленных однофазным способом

Зависимости пористости от влияния исследуемых факторов носят аналогичный характер, достигая максимальных значений при тех же параметрах.

Анализ параметрической чувствительности органолептических показателей ржано-пшеничных хлебобулочных изделий от количества прессованных дрожжей, представлен на рисунке 6.3.

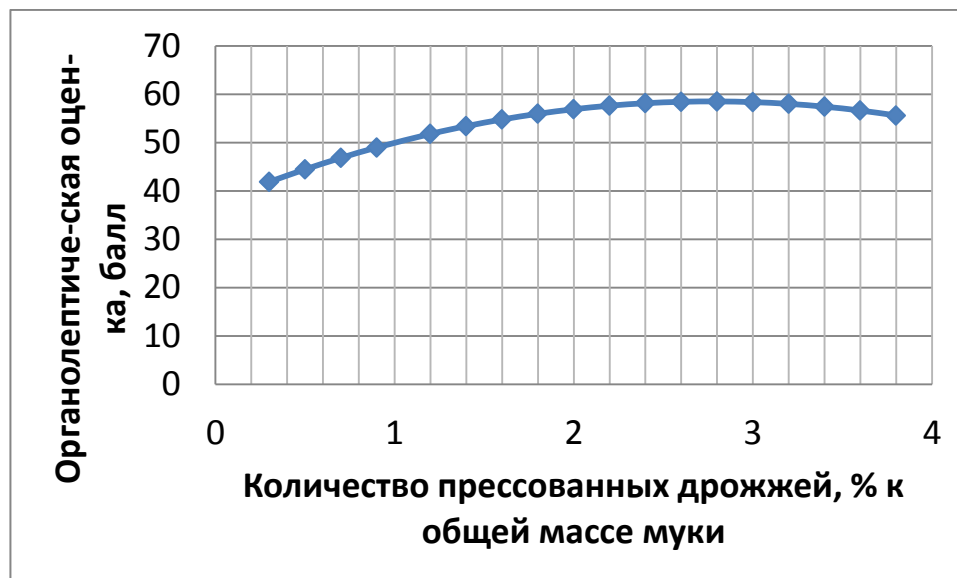


Рисунок 6.3 – Влияние дозировки прессованных дрожжей, вносимых при однофазном приготовлении ржано-пшеничного теста на органолептическую оценку хлебобулочных изделий, приготовленных однофазным способом

Определено, что зависимость органолептической оценки от дозировки прессованных дрожжей имеет параболический характер, достигая максимальных значений при внесении дозировок дрожжей от 2,2 % до 2,8 % от общей массы муки.

Таким образом, проведенные исследования позволили установить следующее:

- однофазное приготовление ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с использованием органических кислот позволяет применять для этих целей уксусную, молочную, лимонную, янтарные кислоты, а также их смеси для получения продукции с достаточным физико-химическим достоинством. Применение эмпирической формулы для расчета дозировки кислоты на приготовление ржано-пшеничного теста, учитывающей количество ржано-пшеничной муки, выход теста из нее, кислотность вносимой органической кислоты (подкислителя) и мучной смеси позволяет получить заданный уровень начальной кислотности теста – 7 град., обеспечивающий стандартные физико-химические показатели конечного продукта. Однако ржано-пшеничные хлебобулочные изделия,

приготовленные только с использованием кислот, не обладают достаточными вкусовыми характеристиками;

2. определено, что продолжительность брожения и расстойки ржано-пшеничных хлебобулочных изделий приготовленных ускоренным способом имеет отрицательную зависимость от дозировки прессованных дрожжей;

3. установлено, что показатели удельного объема и пористости ржано-пшеничных хлебобулочных изделий, приготовленных ускоренным способом, имеют прямую отрицательную зависимость от увеличения дозировки ржаной муки в ржано-пшеничной смеси;

4. определено, что удельный объем и пористость имеют параболический характер зависимости от массовой доли влаги ржано-пшеничного теста, приготовленного ускоренным способом, достигая максимальных значений при  $50 \pm 0,5$  %. Обнаружена параболическая зависимость с указанными показателями, а также органолептической оценкой качества ржано-пшеничных хлебобулочных изделий и количеством прессованных дрожжей. Оптимальные значения удельного объема, пористости и органолептической оценки достигаются при дозировках прессованных дрожжей от 2,2 до 2,8 % к общей массе муки в тесте.

Полученные выводы показывают, что ускоренные технологии производства ржано-пшеничных хлебобулочных изделий требуют создания научно-обоснованных параметров процесса с использованием подкислителей на основе пищевых ингредиентов, которые позволят получить конечный продукт с достаточными физико-химическим и органолептическими потребительскими показателями. Это обусловило дальнейшее развитие исследований в данной работе, направленное на получение подкислителей на основе органических кислот и других ингредиентов, способных формировать органолептическое восприятие ржано-пшеничных хлебобулочных изделий из мучных поликомпонентных смесей повышенной пищевой ценности, приготовленных ускоренным способом.

## 6.2 Разработка подкислителей для технологии ускоренного производства ржано-пшеничных хлебобулочных изделий из поликомпонитных мучных смесей повышенной пищевой ценности

Обоснование состава подкислителей для ускоренного способа производства хлебобулочных изделий с ржаной мукой целесообразно на основании зависимостей типа «состав-свойство» реализуемых с помощью симплекс-решетчатого планирования эксперимента [61]. Данный прием планирования и проведения эксперимента позволяет оптимизировать состав по одному или нескольким выходным параметрам.

*Моделирование состава жидкого подкислителя из смеси органических кислот, нативной молочной сыворотки и концентрата квасного сусла.* Для разработки состава (смеси) жидкого подкислителя в качестве варьируемых компонентов использовались смесь кислот (молочная, уксусная, винная, янтарная, лимонная и муравьиная в масс % соответственно: 57:38:1,25:1,25:1,25:1,25), нативная молочная сыворотка и концентрат квасного сусла. Выбор нативной молочной сыворотки обусловлен наличием в ее составе аминокислот и сахаров, при взаимодействии которых образуются продукты меланоидинообразования, которые могут оказать положительное влияние на формирование вкусоароматических органолептических характеристик хлебобулочных изделий, приготовленных ускоренным способом. Она имеет богатый аминокислотный и минеральный состав. Кроме того, данный рецептурный ингредиент обладает собственной кислотностью до 70 °Т, являясь вторичным сырьем производства молочных продуктов имеет невысокую стоимость. Рекомендуемые дозировки нативной молочной сыворотки при производстве хлебобулочных изделий составляют от 30 до 100 % взамен воды [183]. Рекомендуемая дозировка концентрата квасного сусла при производстве хлебобулочных изделий составляет 5 % к массе муки [154]. Для модели 3-го порядка были рассчитаны 10 видов смесей. Кислотность смесей определяли титриметрическим методом. Состав, кислотность и расчетные дозировки

подкислителей на замес теста из 100 г муки, определенные в по формуле 6.1, приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Состав смесей для моделирования жидкого подкислителя, их кислотность и дозировки на замес теста

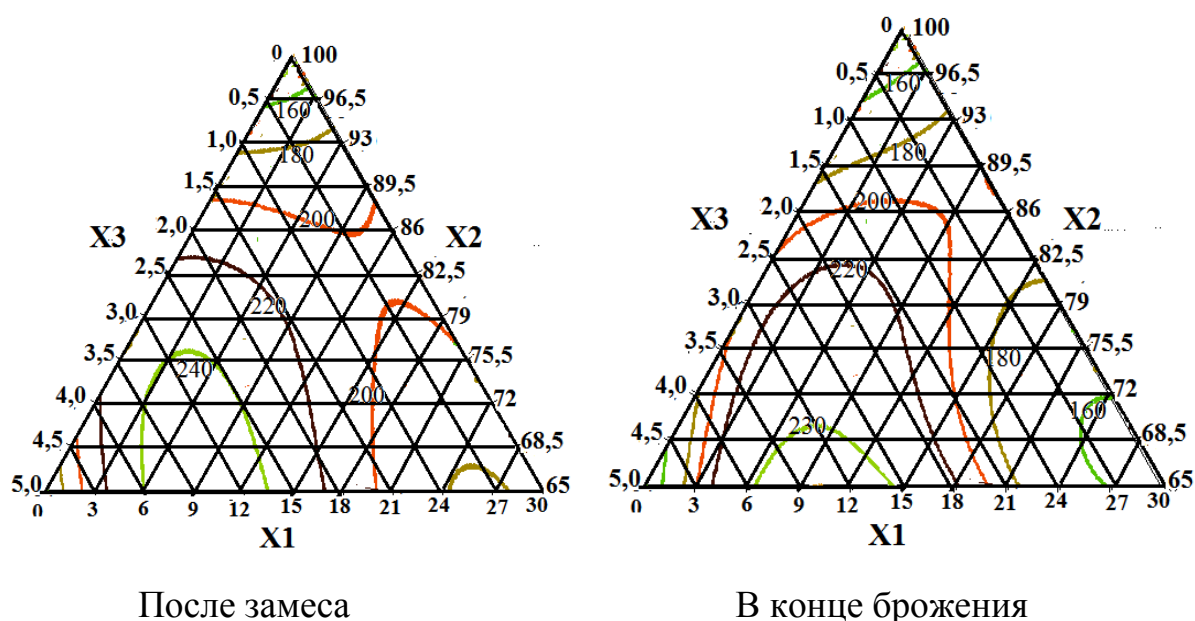
| № опыта | № отклика | Смесь кислот | Сыворотка молочная нативная | Концентрат квасного сусла | Кислотность смеси, град | Расчетная дозировка на замес, см <sup>3</sup> |
|---------|-----------|--------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------|---|
| 1       | Y1        | 30           | 70                          | 0                         | 994                     | 0,7   |
| 2       | Y2        | 0            | 100                         | 0                         | 90                      | 12,5  |
| 3       | Y3        | 30           | 65                          | 5                         | 92                      | 9,0   |
| 4       | Y112      | 20           | 80                          | 0                         | 60                      | 8,5   |
| 5       | Y113      | 30           | 68,3                        | 1,7                       | 202                     | 5,1   |
| 6       | Y122      | 10           | 90                          | 0                         | 54                      | 12,5  |
| 7       | Y123      | 20           | 78,3                        | 1,7                       | 40                      | 14,5  |
| 8       | Y133      | 30           | 66,7                        | 3,3                       | 70                      | 9,8   |
| 9       | Y223      | 10           | 88,3                        | 1,7                       | 56                      | 11,5  |
| 10      | Y233      | 20           | 76,7                        | 3,3                       | 984                     | 0,8   |

Для приготовления теста ржано-пшеничную муку с соотношением 50 :50 смешивали с водой в которой предварительно разводились дрожжи (2,5 %), растворялась соль (1,5 %) и добавлялся жидкий подкислитель в соответствии с расчетом. Тесто выбраживали до конечной кислотности 9,0-9,6 град, разделяли на куски, укладывали в смазанные маслом формы. Расстойка определяла органолептически. В качестве выходных параметров определяли предельное напряжение сдвига после замеса и в конце брожения на приборе Структурометр СТ-1, удельный объем, пористость, органолептические показатели. Результаты исследований представлены в таблице 6.4.

Таблица 6.4— Результаты исследований влияния состава жидкого подкислителя на свойства ржано-пшеничного теста и качество хлебобулочных изделий, приготовленных ускоренным способом

| № опы-та | № от-клика | Влаж-ность теста, % | Началь-ная ки-слот-ность теста, град | Продолжи-тельность брожения, мин | Конеч-ная ки-слот-ность теста, град | Пре-дельное напря-жение сдвига теста в начале броже-ния, Па•10 <sup>-3</sup> | Пре-дельное напря-жение сдвига теста в конце броже-ния, Па•10 <sup>-3</sup> | Удель-ный объем хлеба, см <sup>3</sup> /г | Порис-тость, % | Органолепти-ческие показа-тели, балл |
|----------|------------|---------------------|--------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|--|---|---|----------------|--------------------------------------|
| 1        | Y1         | 50,0                | 7,0                                  | 70                               | 9,0                                 | 190  | 160   | 2,28                                      | 67,5           | 73,0                                 |
| 2        | Y2         | 50,2                | 7,0                                  | 90                               | 9,2                                 | 140  | 140   | 2,45                                      | 66,9           | 96,0                                 |
| 3        | Y3         | 50,0                | 7,5                                  | 70                               | 9,2                                 | 160  | 140   | 2,24                                      | 68,2           | 71,0                                 |
| 4        | Y112       | 50,0                | 7,2                                  | 90                               | 9,6                                 | 200  | 170   | 2,36                                      | 66,9           | 72,0                                 |
| 5        | Y113       | 49,8                | 7,6                                  | 70                               | 9,4                                 | 200  | 190   | 2,07                                      | 64,8           | 84,0                                 |
| 6        | Y122       | 49,8                | 7,6                                  | 90                               | 9,0                                 | 200  | 190   | 2,41                                      | 71,6           | 91,5                                 |
| 7        | Y123       | 49,6                | 7,6                                  | 80                               | 9,5                                 | 220  | 200   | 2,17                                      | 69,5           | 93,5                                 |
| 8        | Y133       | 49,4                | 7,4                                  | 80                               | 9,6                                 | 250  | 230   | 2,23                                      | 67,6           | 74,5                                 |
| 9        | Y223       | 49,8                | 7,8                                  | 90                               | 9,6                                 | 200  | 180   | 2,03                                      | 67,6           | 71,0                                 |
| 10       | Y233       | 49,6                | 7,4                                  | 70                               | 9,4                                 | 230  | 190   | 2,28                                      | 68,9           | 71,0                                 |

Определено, что начальная кислотность теста практически соответствовала заданной (7,0-7,8 град), массовая доля влаги теста также близка к расчетной. При использовании смесей-подкислителей с высокими концентрациями органических кислот наблюдалось наиболее длительное брожение. Уравнения зависимости откликов от состава подкислителей и их статистический анализ представлены в приложении 17. Диаграммы зависимости свойств ржано-пшеничного теста от состава подкислителя приведены на рисунке 6.4.



X1 – смесь уксусной и молочной кислоты

X2 – сыворотка молочная нативная

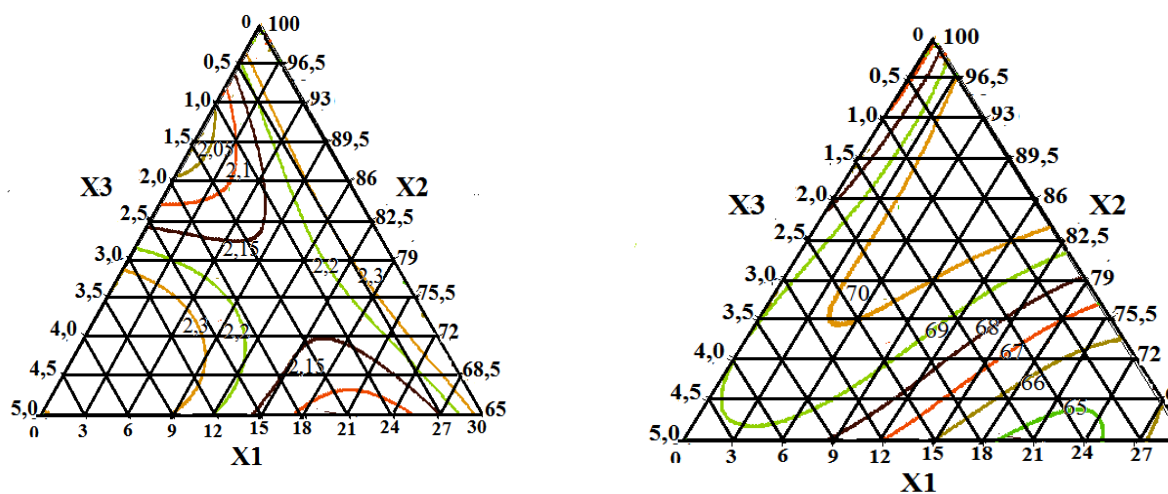
X3 – концентрат квасного сусла

Рисунок 6.4 – Влияние состава жидкого подкислителя на предельное напряжение сдвига ржано-пшеничного теста, приготовленного ускоренным способом

Как видно из диаграмм откликов наибольшее влияние на увеличение предельного напряжения сдвига в начале замеса и конце брожения оказывает нативная молочная сыворотка, смесь кислот и концентрат квасного сусла в дозировках не более 90 % и 15 % и 3 % соответственно.

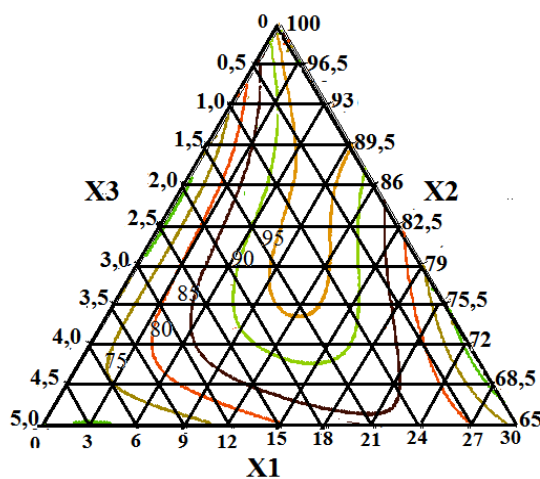


Диаграммы зависимости свойств ржано-пшеничного хлеба, приготовленного ускоренным способом, от состава подкислителя, представлены на рисунке 6.5.



Удельный объем, см<sup>3</sup>/г

Пористость, %



Органолептические показатели, балл

X1 – смесь уксусной и молочной кислоты

X2 – сыворотка молочная нативная

X3 – концентрат квасного сула

Рисунок 6.5 - Влияние состава жидкого подкислителя на удельный объем, пористость и органолептические показатели качества ржано-пшеничных хлебобулочных изделий, приготовленных ускоренным способом

Диаграммы откликов показывают, что наибольшее влияние на удельный объем и пористость хлебобулочных изделий оказывают смесь органических кислот и нативная молочная сыворотка. Органолептические показатели улучшаются при увеличении дозировок нативной молочной сыворотки от 20 % до 90 %, концентрата квасного сусла – до 3 %.

Выбор оптимального состава смеси осуществляли по симплексам для удельного объема и органолептических показателей. Для этого произвели совмещение симплексов, чтобы иметь возможность увидеть наилучшие сочетания этих свойств в готовом хлебобулочном изделии (рисунок 6.6).

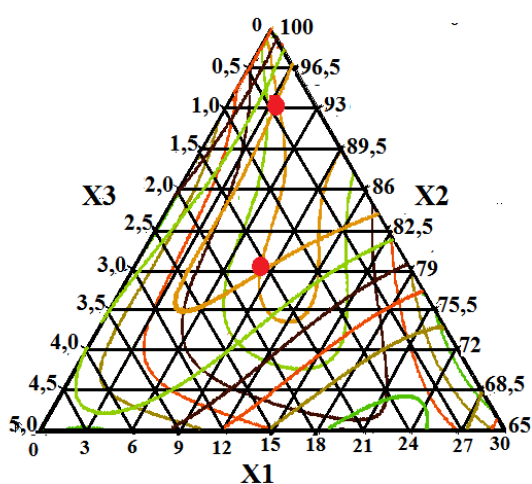


Рисунок 6.6 – Оптимизация состава жидкого подкислителя для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий

Точки на симплексах соответствуют сочетанию дозировок смеси органических кислот, нативной молочной сыворотки и концентрата квасного сусла, обеспечивающей наилучшие физико-химические и органолептические свойства хлебобулочных изделий, приготовленных ускоренным способом. Состав жидкого подкислителя представлен следующим соотношением: нативная молочная сыворотка 89,5 % - 96,5 %, смесь кислот 3 % - 9 %, концентрат квасного сусла – 0,5 % - 1,5 %. При этом дозировка жидкого подкислителя составляет 11,3 % - 14,3 % взамен воды.

Выбираем средний состав жидкого подкислителя масс. %: нативная молочная сыворотка – 93, смесь кислот – 6, концентрат квасного сусла – 1 %. Дозировка жидкого подкислителя 12,8 % к массе муки.

Для проверки расчетных данных, готовили тесто ускоренным способом с использованием нового жидкого подкислителя, смеси кислот (молочная, уксусная, винная, янтарная, лимонная и муравьиная в масс % соответственно: 57:38:1,25:1,25:1,25:1,25) и по классической технологии с использованием густой ржаной закваски. Результаты исследований, представлены в таблице 6.5.

Таблица 6.5– Сравнительная оценка органолептических и физико-химических показателей качества хлебобулочных изделий, приготовленных ускоренным и классическим способом

| Наименование показателей                                    | Характеристика хлебобулочных изделий             |  |  |
|---|--|--|--|
|   | Ускоренная технология с применением смеси кислот | Ускоренная технология с применением жидкого подкислителя | Классическая технология с применением густой ржаной закваски |
| Внешний вид:<br>Форма                                       | Форма правильная, без подрывов и выплывов        |  |  |
| Поверхность   | Без трещин и рубцов                              |  |  |
| Цвет  | Светло-коричневый                                | Более яркий, коричневый                                  |  |
| Состояние мякиша  | Эластичный, структура пористости равномерная     |  |  |
| Вкус и запах  | Пресный, кисловатый                              | Характерный хлебный                                      | Выраженный, характерный, хлебный                             |
| Кислотность, град   | 8,4±0,2  | 8,2±0,2  | 8,2±0,2  |
| Уд. объем хлеба, см <sup>3</sup> /г                         | 1,98±0,1   | 2,1±0,1  | 2,5±0,1  |
| Пористость, %   | 54,7±0,5   | 59,3±0,5   | 60,2±0,1   |
| Кислотность, град   | 8,5±0,5  | 8,5±0,5  | 8,5±0,5  |
| Содержание бисульфитсвязывающих соединений, мг-экв/100 г СВ | 1,5±0,03   | 2,5±0,03   | 3,2±0,03   |
| Органолептическая оценка, балл                              | 65±0,5   | 75±0,5   | 80,0±0,5   |

Анализ качественных показателей хлебобулочных изделий, приготовленных по ускоренной и классической технологии, показал, что

хлебобулочное изделие, приготовленное по ускоренной технологии с применением смеси кислот, нативной сыворотки и концентрата квасного сусла имеет более высокие физико-химические показатели, чем образец, приготовленный просто на смеси кислот: удельный объем увеличился в 1,24 раза, пористость – на 12,5 %, вкус и запах стали более выраженными, близкими к образцу хлебобулочного изделия, приготовленного по классической технологии с использованием густой закваски.

***Моделирование состава порошкообразных подкислителей на основе смеси плодово-ягодных порошков***

Для разработки состава (смеси) порошкообразного подкислителя методом симплекс-решетчатого планирования эксперимента были выбраны порошки из плодово-ягодного сырья, такие как брусничный, клюквенный, калиновый, рябиновый, яблочный. Были проведены исследования, которые представлены в работах, опубликованных автором [43] в ходе которых было установлено, что использование указанных порошков при производстве ржано-пшеничных хлебобулочных изделий увеличивает газообразование в тесте, что обусловлено высоким содержанием редуцирующих сахаров в их составе. При этом дозировка порошков оказывающая наилучшее влияние на качество конечного продукта составляет брусничный – не более 6 %, калиновый, рябиновый, яблочный и клюквенный – 15 % взамен муки.

Определение состава порошкообразного подкислителя на основе порошка брусники и сухой молочной сыворотки осуществляли, пользуясь симплекс-решетчатым планированием эксперимента. Для модели 3-го порядка были рассчитаны 10 видов смесей. Кислотность смесей определяли титриметрическим методом. Состав, кислотность и расчетные дозировки подкислителей на замес теста, определенные в по формуле 6.1, приведены в таблице 6.6.

Таблица 6.7 – Состав смесей для моделирования подкислителя из брусничного порошка, сухой молочной сыворотки и лимонной кислоты

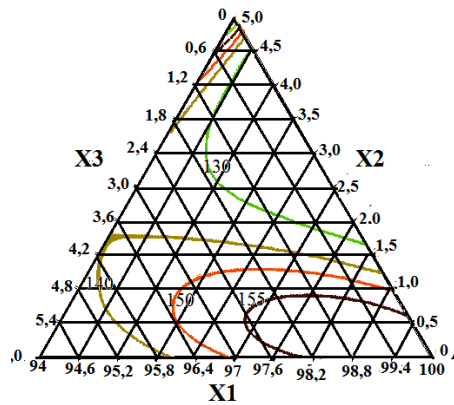
| № опыта | № отклика | X <sub>1</sub><br>мука ржано-пшеничная<br>50:50 | X <sub>2</sub><br>сыворотка | X <sub>3</sub><br>порошок брусники | Расчетное количество лимонной кислоты |
|---------|-----------|---|-----------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| 1       | Y1        | 100   | 0                           | 0                                  | 0,7                                   |
| 2       | Y2        | 95  | 5                           | 0                                  | 0,66                                  |
| 3       | Y3        | 94  | 0                           | 6                                  | 0,6                                   |
| 4       | Y112      | 98,3  | 1,7                         | 0                                  | 0,69                                  |
| 5       | Y113      | 98  | 0                           | 2                                  | 0,65                                  |
| 6       | Y122      | 96,6  | 3,4                         | 0                                  | 0,7                                   |
| 7       | Y123      | 96,3  | 1,7                         | 2                                  | 0,64                                  |
| 8       | Y133      | 96  | 0                           | 4                                  | 0,63                                  |
| 9       | Y223      | 94,6  | 3,4                         | 2                                  | 0,67                                  |
| 10      | Y233      | 94,3  | 1,7                         | 4                                  | 0,65                                  |

В качестве выходных параметров (откликов) определяли предельное напряжение сдвига после замеса и в конце брожения на приборе Структурометр СТ-1, удельный объем, пористость, органолептические показатели. Результаты исследований представлены в таблице 6.7.

Таблица 6.7 – Результаты исследований влияния состава подкислителя из брусничного порошка, сухой молочной сыворотки и лимонной кислоты на свойства ржано-пшеничного теста и качество хлебобулочных изделий, приготовленных ускоренным способом

| № опы та | № от-клика | Влаж-ность теста, % | Началь-ная ки-слот-ность теста, град | Продолжи-тельность брожения, мин | Конеч-ная ки-слот-ность теста, град | Пре-дельное напря-жение сдвига теста в начале броже-ния, Па•10 <sup>-3</sup> | Пре-дельное напря-жение сдвига теста в конце броже-ния, Па•10 <sup>-3</sup> | Удель-ный объем хлеба, см <sup>3</sup> /г | Порис-тость, % | Органолепти-ческие показа-тели, балл |
|----------|------------|---------------------|--------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|--|---|---|----------------|--------------------------------------|
| 1        | Y1         | 50,0                | 7,8                                  | 70                               | 9,2                                 | 150  | 140   | 2,27                                      | 65,6           | 76,0                                 |
| 2        | Y2         | 49,8                | 7,0                                  | 80                               | 9,0                                 | 160  | 140   | 2,27                                      | 65,5           | 94,0                                 |
| 3        | Y3         | 50,0                | 7,4                                  | 70                               | 9,0                                 | 130  | 120   | 2,05                                      | 64,3           | 62,0                                 |
| 4        | Y112       | 50,0                | 7,0                                  | 80                               | 9,2                                 | 130  | 130   | 2,36                                      | 66,2           | 98,5                                 |
| 5        | Y113       | 49,6                | 7,4                                  | 70                               | 9,0                                 | 150  | 140   | 2,4                                       | 66,7           | 77,5                                 |
| 6        | Y122       | 49,8                | 7,8                                  | 70                               | 9,0                                 | 100  | 80  | 2,24                                      | 65,2           | 100,0                                |
| 7        | Y123       | 49,6                | 7,6                                  | 70                               | 9,0                                 | 140  | 120   | 2,48                                      | 67,8           | 77,0                                 |
| 8        | Y133       | 49,4                | 7,4                                  | 70                               | 9,2                                 | 140  | 120   | 2,52                                      | 67,6           | 69,0                                 |
| 9        | Y223       | 49,6                | 8,0                                  | 70                               | 9,2                                 | 140  | 110   | 2,63                                      | 69,6           | 92,5                                 |
| 10       | Y233       | 49,6                | 7,8                                  | 70                               | 9,2                                 | 140  | 130   | 2,48                                      | 67,5           | 86,0                                 |

Уравнения зависимости откликов от состава подкислителей и их статистический анализ представлены в приложении 17. По полученным уравнениям были построены линии равного значения откликов, приведенные на рисунках 6.7, 6.8.



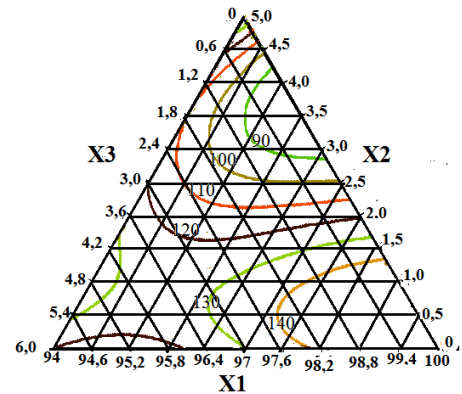
После замеса

X1 – мука ржано-пшеничная

X2 – сухая молочная сыворотка

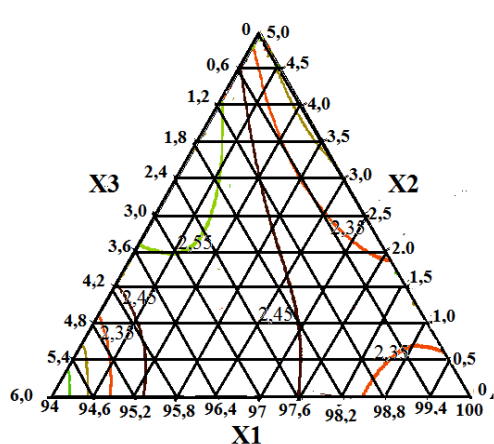
X3 – порошок брусники

Рисунок 6.7 – Влияние состава порошкообразного подкислителя из порошка брусники, сухой молочной сыворотки и лимонной кислоты на предельное напряжение сдвига ржано-пшеничного теста, приготовленного ускоренным способом

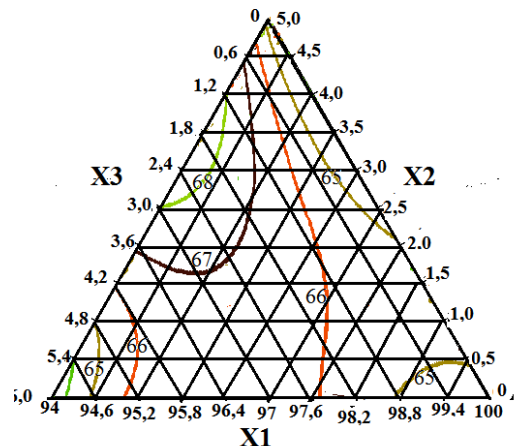


В конце брожения

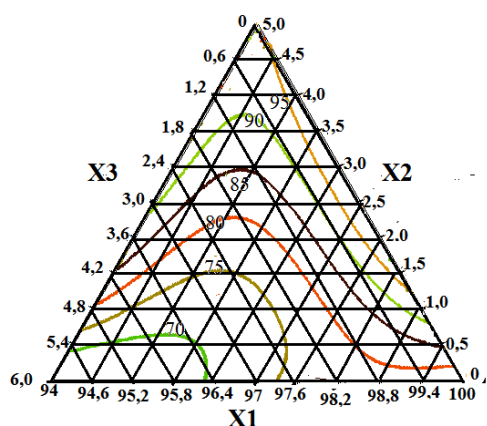
Определено, что наибольшее влияние на предельное напряжение сдвига оказывает порошок брусники в дозировках от 3 %; до 6 % взамен муки. Такая зависимость сохраняется как после замеса, так и в конце брожения ржано-пшеничного теста.



Удельный объем, см<sup>3</sup>/г



Пористость, %



Органолептические показатели, балл

X1 – мука ржано-пшеничная

X2 – сухая молочная сыворотка

X3 – порошок брусники

Рисунок 6.8 - Влияние состава порошкообразного подкислителя из порошка брусники, сухой молочной сыворотки и лимонной кислоты на физико-химические и органолептические показатели качества ржано-пшеничных хлебобулочных изделий, приготовленных ускоренным способом

Анализ диаграмм на рисунке 6.8 позволил установить, что наибольшее влияние на удельный объем и пористость хлебобулочных изделий оказывают порошок брусники в дозировке от 1,3 % до 3,5 %, сухая молочная сыворотка от 2 % до 5 % взамен муки. Органолептические показатели улучшаются при увеличении дозировок сухой молочной сыворотки от 1,5 % до 4,5 %, порошка брусники – от 1,2 % до 3 % взамен муки.



Выбор оптимального состава смеси осуществляли по симплексам для удельного объема и органолептических показателей (рисунок 6.9).

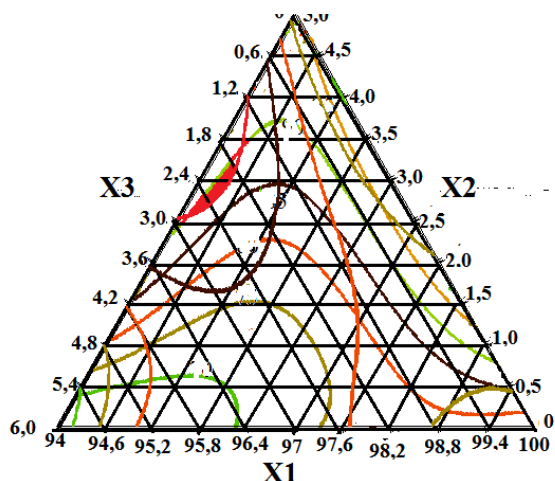


Рисунок 6.9 – Оптимизация состава порошкообразного подкислителя из порошка брусники, сухой молочной сыворотки и лимонной кислоты ускоренного приготовления ржано-пшеничных хлебобулочных изделий

Заштрихованная область отвечает сочетанию дозировок порошка брусники и сухой молочной сыворотки, обеспечивающим наилучшие физико-химические и органолептические свойства хлебобулочных изделий, приготовленных ускоренным способом: порошок брусники – 1,8 % - 3,0 %, сухая молочная сыворотка 4,5 % - 5,0 % взамен муки. При этом дозировка лимонной кислоты составляет 0,4-0,5 % к массе муки. После выполнения пересчета состава порошкообразного подкислителя, установлено что его состав составляет в масс. %: порошок брусники 37 % , сухая молочная сыворотка 60 %, лимонная кислота 3 %. При этом дозировка порошкообразного подкислителя составляет 8,4 % взамен муки, а к массе муки 8,5 %.

Для составления подкислителя из порошков яблок, клюквы, рябины и калины были рассчитаны 20 видов смесей. Состав, кислотность и расчетные дозировки смесей на замес теста из 100 г муки, определенные в по формуле 6.1, приведены в таблице 6.8.

Влияние состава подкислителей на свойства теста и качество хлеба в таблице 6.9.

Таблица 6.8 - Состав смесей для моделирования подкислителя из порошков яблок, клюквы, рябины и калины и лимонной кислоты

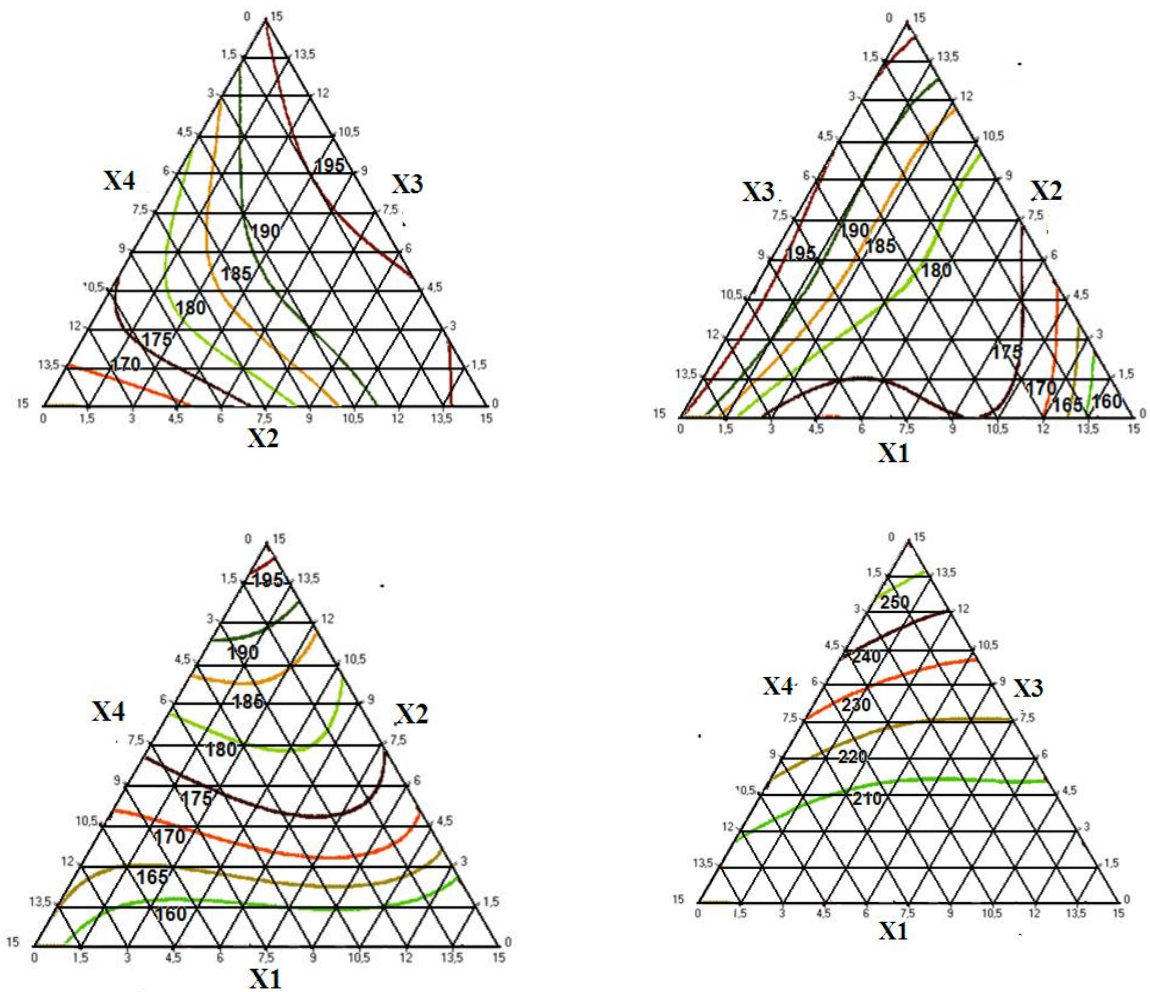
| № опыта | № отклика | X1<br>яблоко | X2<br>клюкв<br>а | X3<br>рябин<br>а | X4<br>калин<br>а | Кислотност<br>ь смеси | Расчетное<br>количеств<br>о<br>лимонной<br>кислоты,<br>% к массе<br>муки |
|---------|-----------|--------------|------------------|------------------|------------------|-----------------------|--|
| 1       | Y1        | 15           | 0                | 0                | 0                | 7                     | 0,75   |
| 2       | Y2        | 0            | 15               | 0                | 0                | 10                    | 0  |
| 3       | Y3        | 0            | 0                | 15               | 0                | 5,5                   | 0,75   |
| 4       | Y4        | 0            | 0                | 0                | 15               | 9,5                   | 0,75   |
| 5       | Y112      | 10           | 5                | 0                | 0                | 8                     | 0,5  |
| 6       | Y113      | 10           | 0                | 5                | 0                | 6,5                   | 0,75   |
| 7       | Y114      | 10           | 0                | 0                | 5                | 8                     | 0,75   |
| 8       | Y122      | 5            | 10               | 0                | 0                | 9                     | 0,25   |
| 9       | Y123      | 5            | 5                | 5                | 0                | 7,5                   | 0,5  |
| 10      | Y124      | 5            | 5                | 0                | 5                | 9                     | 0,5  |
| 11      | Y133      | 5            | 0                | 10               | 0                | 6                     | 0,75   |
| 12      | Y134      | 5            | 0                | 5                | 5                | 7                     | 0,75   |
| 13      | Y144      | 5            | 0                | 0                | 10               | 8,5                   | 0,75   |
| 14      | Y223      | 0            | 10               | 5                | 0                | 8,5                   | 0,25   |
| 15      | Y224      | 0            | 10               | 0                | 5                | 10                    | 0,25   |
| 16      | Y233      | 0            | 5                | 10               | 0                | 7                     | 0,5  |
| 17      | Y234      | 0            | 5                | 5                | 5                | 8                     | 0,5  |
| 18      | Y244      | 0            | 5                | 0                | 10               | 9,5                   | 0,5  |
| 19      | Y334      | 0            | 0                | 10               | 5                | 6,5                   | 0,75   |
| 20      | Y344      | 0            | 0                | 5                | 10               | 8                     | 0,75   |

Уравнения зависимости откликов от состава подкислителей и их статистический анализ представлены в приложении 17.

Таблица 6.9 – Результаты исследований влияния состава подкислителя из порошков яблок, клюквы, рябины и калины и лимонной кислоты на свойства ржано-пшеничного теста и качество хлебобулочных изделий, приготовленных ускоренным способом

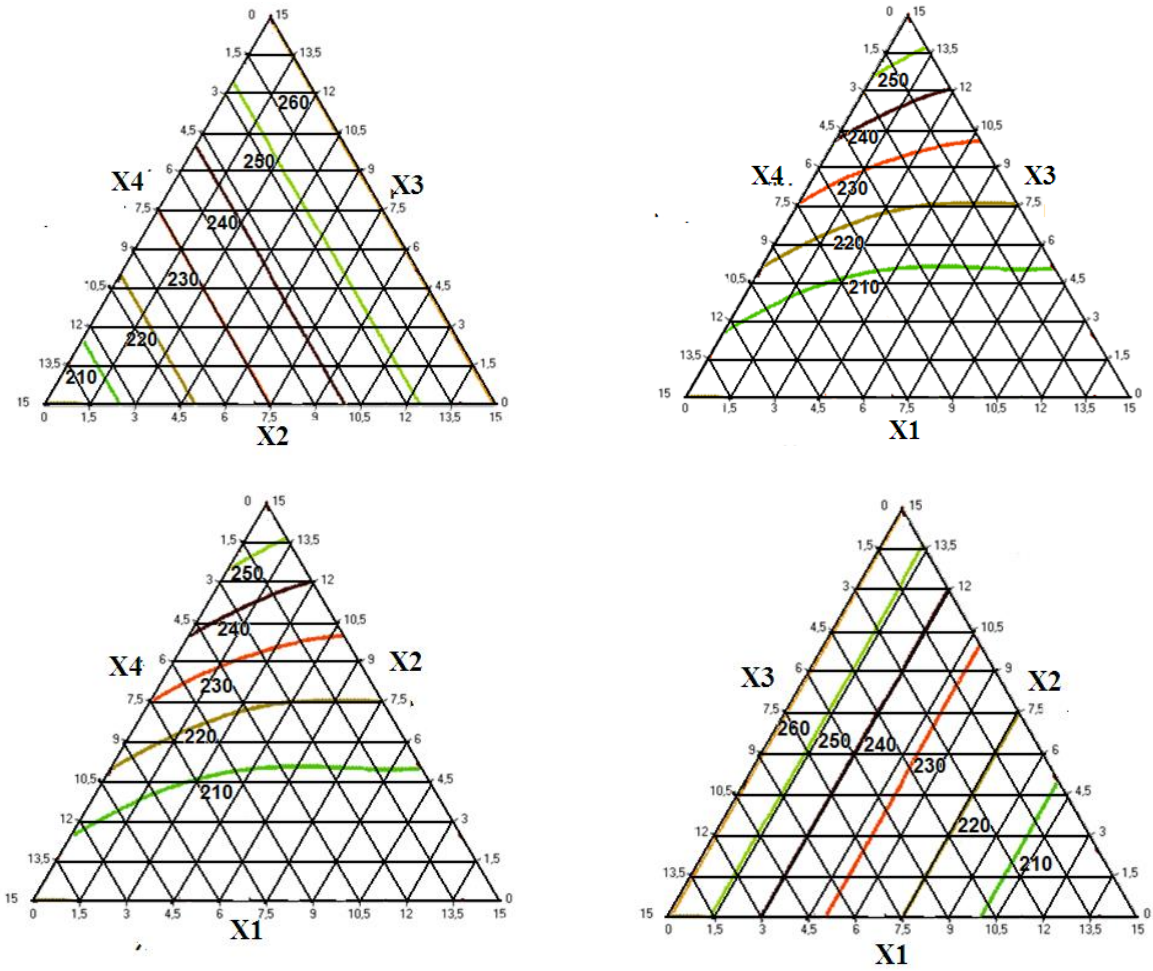
| Наименование показателей                                 | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|  | У1   | У2   | У3   | У4   | У112 | У113 | У114 | У122 | У123 | У124 | У133 | У134 | У144 | У223 | У224 | У233 | У234 | У244 | У334 | У344 |
| Влажность теста, %                                       | 50   | 50,5 | 50   | 50   | 50   | 50   | 50   | 50,5 | 50   | 50   | 50   | 50   | 50   | 50,5 | 50,5 | 50   | 50   | 50   | 50   | 50   |
| Нач. кислотность теста, град                             | 7,2  | 7,0  | 7,5  | 7,4  | 7,0  | 7,2  | 7,5  | 7,4  | 7,2  | 7,0  | 7,0  | 7,5  | 7,4  | 7,5  | 7,2  | 7,2  | 7,0  | 7,5  | 7,5  | 7,0  |
| Кон. кислотность теста, град                             | 9    | 11,5 | 9,5  | 10   | 10   | 9    | 9,5  | 10   | 10   | 10   | 9    | 9,5  | 10   | 10,5 | 11   | 10   | 10   | 10,5 | 9,5  | 10   |
| Предельное напряжение сдвига теста в начале брожения, Па | 140  | 205  | 200  | 165  | 170  | 175  | 150  | 180  | 180  | 175  | 170  | 170  | 150  | 200  | 185  | 205  | 190  | 170  | 180  | 175  |
| В конце брожения, Па                                     | 180  | 260  | 260  | 200  | 210  | 210  | 190  | 230  | 230  | 210  | 230  | 210  | 190  | 260  | 240  | 260  | 240  | 220  | 240  | 220  |
| Удельный объем хлеба, см <sup>3</sup> /г                 | 1,77 | 1,67 | 1,96 | 1,94 | 1,74 | 1,83 | 1,82 | 1,71 | 1,8  | 1,79 | 1,9  | 1,88 | 1,91 | 1,9  | 1,9  | 1,86 | 1,87 | 1,86 | 1,97 | 1,98 |
| Пористость, %  | 52,8 | 58,6 | 54   | 59,2 | 54,6 | 53,1 | 54,7 | 56,5 | 55,3 | 55,6 | 54,1 | 55,6 | 57,0 | 57,1 | 58,8 | 55,6 | 57,1 | 58,6 | 55,6 | 57,1 |
| Содержание биосульфит связывающих соединений             | 1,3  | 1,8  | 1    | 1,8  | 1,5  | 1,2  | 1,5  | 1,6  | 1,4  | 1,6  | 1,1  | 1,4  | 1,6  | 1,5  | 1,8  | 1,3  | 1,6  | 1,8  | 1,3  | 1,5  |

По полученным уравнениям были построены сечения линий равного значения откликов приведенные на рисунках 6.10-6.14.



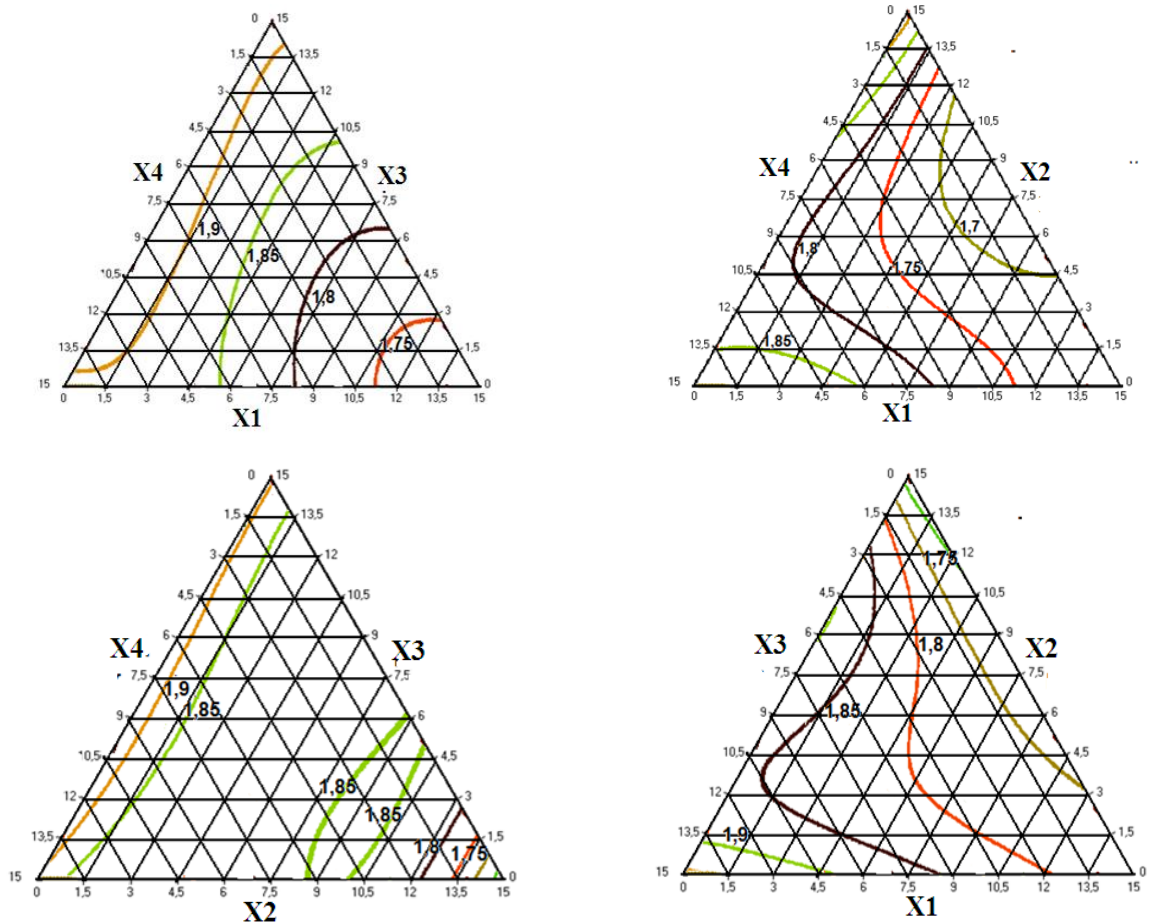
X1 – порошок яблока  
 X2 – порошок клюквы  
 X3 – порошок рябины  
 X4 – порошок калины

Рисунок 6.10 – Влияние состава порошкообразного подкислителя из порошка яблока, клюквы, рябины и калины на предельное напряжение сдвига ржано-пшеничного теста после замеса, приготовленного ускоренным способом



X1 – порошок яблока  
 X2 – порошок клюквы  
 X3 – порошок рябины  
 X4 – порошок калины

Рисунок 6.11 – Влияние состава порошкообразного подкислителя из порошка яблока, клюквы, рябины и калины на предельное напряжение сдвига ржано-пшеничного теста в конце брожения, приготовленного ускоренным способом



X1 – порошок яблока

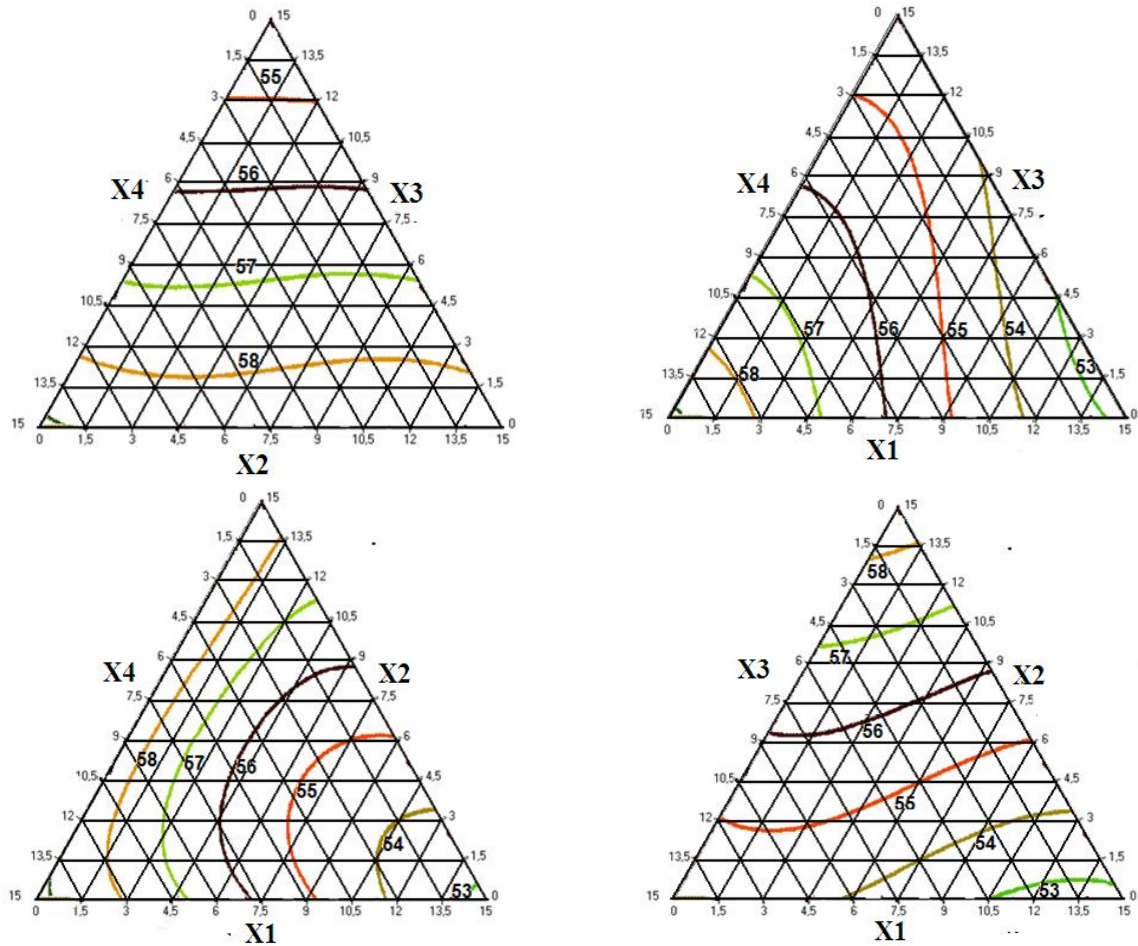
X2 – порошок клюквы

X3 – порошок рябины

X4 – порошок калины

Рисунок 6.12 – Влияние состава порошкообразного подкислителя из порошка яблока, клюквы, рябины и калины на удельный объем хлебобулочных изделий, приготовленных ускоренным способом





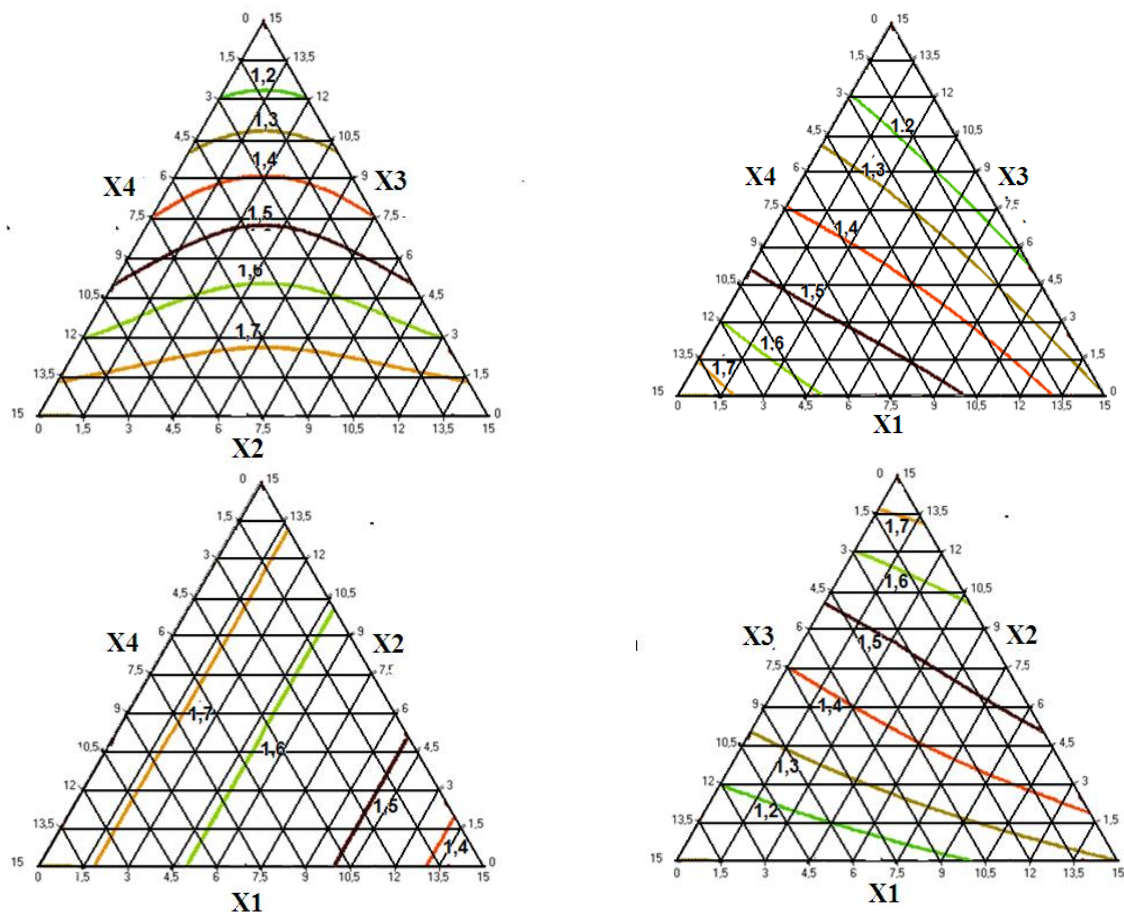
X1 – порошок яблока

X2 – порошок клюквы

X3 – порошок рябины

X4 – порошок калины

Рисунок 6.13 – Влияние состава порошкообразного подкислителя из порошка яблока, клюквы, рябины и калины на пористость хлебобулочных изделий, приготовленных ускоренным способом



X1 – порошок яблока

X2 – порошок клюквы

X3 – порошок рябины

X4 – порошок калины

Рисунок 6.14 – Влияние состава порошкообразного подкислителя из порошка яблока, клюквы, рябины и калины на содержание бисульфитсвязывающих соединений в мякише хлебобулочных изделий, приготовленных ускоренным способом

Анализ рисунков показывает, что наибольшее влияние на предельное напряжение сдвига оказывают клюквенный и рябиновый порошок в дозировках до 5 %, а так же их сочетание с яблочным порошком в дозировках до 3 % от массы муки.

Представленные данные на диаграммах сечений откликов показывают, что наибольшее влияние на увеличение удельного объема и пористости хлебобулочных изделий, приготовленных ускоренным способом оказывают калиновый и рябиновый порошки в дозировках 3,5 % - 5,5 % от массы муки. На содержание бисульфитсвязывающих соединений максимальное



положительное влияние оказывают клюквенный и калиновый порошки в дозировках до 5 % от массы муки.

Оптимизация состава подкислителя осуществлялась с помощью с помощью инструмента «Поиск решения» программного обеспечения Microsoft Excel, масс. %: яблочный порошок – 10, клюквенный порошок – 52, рябиновый порошок – 10, калиновый порошок – 22, лимонная кислота – 6. Дозировка подкислителя – 5 % к массе муки.

Для проверки расчетных данных, ржано-пшеничные хлебобулочные изделия готовили с новыми смесями-подкислителями на основе плодово-ягодных порошков, прессованных дрожжей, в количестве 2,5 % , соли в количестве 1,5 % от массы муки, которые предварительно растворяли в воде. Для сравнения изготавливали образцы хлебобулочных изделий из ржано-пшеничной муки ускоренным способом с использованием лимонной кислоты и по классической технологии на густой ржаной закваске. Результаты исследований, представлены в таблице 6.10.

Установлено, что хлебобулочные изделия, приготовленные ускоренным способом с использованием подкислителей на основе плодово-ягодных порошков имеют более высокие физико-химические показатели, чем образцы, приготовленные с использованием только лимонной кислоты. Фруктово-ягодные порошки в составе подкислителей позволили улучшить вкус и запах конечного продукта за счет привнесения оттенков вкуса порошков, это повысило органолептическую оценку и приблизило ее к образцу, приготовленному по классической технологии.

Таблица 6.10– Сравнительная оценка органолептических и физико-химических показателей качества хлебобулочных изделий, приготовленных ускоренным и классическим способом

| Наименование показателей                                    | Характеристика хлебобулочных изделий                 |  |  |  |
|---|--|--|--|--|
|   | Ускоренная технология с применением лимонной кислоты | Ускоренная технология с применением порошкообразного подкислителя (порошок брусники, сухая молочная сыворотка, лимонная кислота) | Ускоренная технология с применением порошкообразного подкислителя (порошок яблока, клюквы, рябины, калины, лимонная кислота) | Классическая технология с применением густой ржаной закваски |
| Внешний вид:<br>Форма                                       | Форма правильная, без подрывов и выплывов            |  |  |  |
| Поверхность   | Без трещин и рубцов                                  |  |  |  |
| Цвет  | Светло-коричневый                                    | Более яркий, коричневый  |  | Коричневый   |
| Состояние мякиша  | Эластичный, структура пористости равномерная         |  |  |  |
| Вкус и запах  | Пресный, кисловатый                                  | Хлебный, с приятным фруктовым вкусом и запахом   |  | Выраженный, характерный, хлебный                             |
| Кислотность, град   | 8,0±0,2  | 8,0±0,2  | 8,2±0,2  | 8,2±0,2  |
| Удельный объем хлеба, см <sup>3</sup> /г                    | 1,7±0,1  | 2,1±0,1  | 2,7±0,1  | 2,5±0,1  |
| Пористость, %   | 58,0±0,5   | 59,3±0,5   | 62,0±0,5   | 60,2±0,1   |
| Кислотность, град   | 8,5±0,5  | 8,5±0,5  | 8,5±0,5  | 8,5±0,5  |
| Содержание бисульфитсвязывающих соединений, мг-экв/100 г СВ | 1,5±0,03   | 2,5±0,03   | 2,5±0,03   | 3,2±0,03   |
| Органолептическая оценка, балл                              | 65,0±0,5   | 80,0±0,5   | 80,0±0,5   | 80,0±0,5   |

### **6.3 Рецептуры и технологии ржано-пшеничных хлебобулочных изделий на основе использования поликомпонитных мучных смесей повышенной пищевой ценности с заданными технологическими свойствами**

Решение задачи оптимизации состава поликомпонитных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности с заданными технологическими свойствами, осуществлялось на основе разработанной математической модели и предложенного алгоритма расчета поликомпонитной мучной смеси (глава 5). Для этого был разработан и реализован прототип автоматизированной системы научных исследований на языке программирования высокого уровня ObjectPascal с использованием IDEBorlandDelphi 7.0.

Она позволяет загружать различные данные о компонентах смеси, редактировать уже имеющиеся данные и значения, сохранять результаты проведенных исследований, а также гибко проводить саму процедуру исследования.

Для данной системы были разработаны форматы входных и выходных файлов, внутренние структуры для оптимального хранения и обработки информации, а также реализован алгоритм расчета, показывающий результаты, адекватно отражающие известные теоретические знания и практические результаты в области получения и анализа поликомпонитных мучных смесей.

Пример работы автоматизированной системы научных исследований для оптимизации состава поликомпонитных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий представлен на рисунке 6.15.

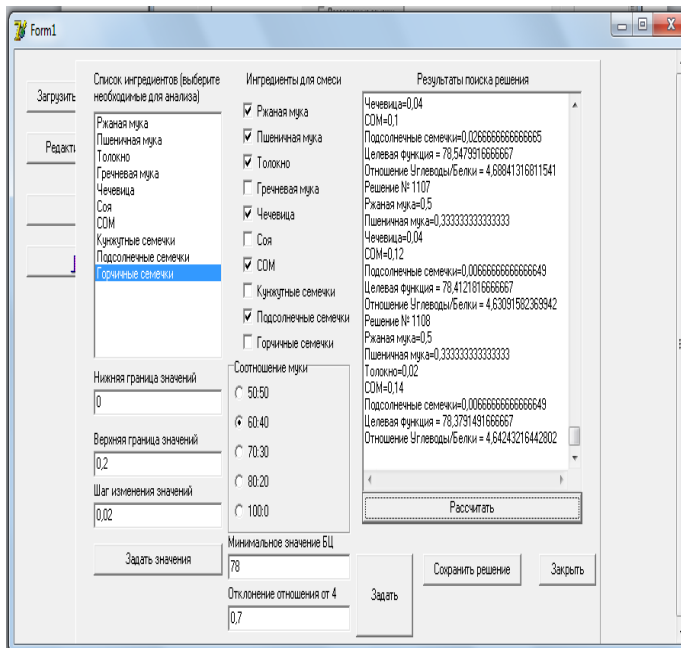


Рисунок 6.15 – Пример работы автоматизированной системы научных исследований для оптимизации состава поликомпонентных смесей для ржано-пшеничных хлебулочных изделий

Для проектирования состава поликомпонентных смесей для ржано-пшеничных хлебулочных изделий использовано следующее сырье: мука ржаная хлебопекарная обдирная, мука пшеничная хлебопекарная I сорта, порошки пищевые свекловичные, сахаросдерживающие продукты из картофеля, , мука соевая, мука чечевичная, семена кунжута, подсолнечника, сухие молочные продукты и заварки из муки крупяных культур.

В результате работы автоматизированной системы научных исследований было сгенерировано более 40 модельных мучных смесей. После анализа расчетных данных было отобрано 9 с показателем биологической ценности не менее 70 %. Результаты исследований сгруппированы в таблицу 6.11. Для сравнения, в качестве контроля приведена характеристика смеси из хлебопекарной муки – ржаной обдирной и пшеничной I сорта.

Таблица 6.11 – Количественно-качественная характеристика поликомпонентных мучных смесей

| Наименование компонентов и показателей                          | Смесь ржаной и пшеничной муки 50:50 | Поликомпонентные смеси |      |      |       |       |                          | для                    |                        |                           |                           |  |  |
|---|-------------------------------------|------------------------|------|------|-------|-------|--------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|--|--|
|   |                                     | ПШС                    | ПШСЗ | СПК  | СПКрж | СПКшт | Заварка из муки ячменной | Заварка из муки пшеной | Заварка из муки ржаной | Заварка из муки гречневой | Заварка из муки пшеничной |  |  |
| 1   | 2                                   | 3                      | 4    | 5    | 6     | 7     | 8                        | 9                      | 10                     | 11                        |                           |  |  |
| Мука пшеничная 1 с, %   | 50,0                                | 30,0                   | 28,0 | 22,0 | 24,0  | 16,0  | 20,0                     | 21,8                   | 20,0                   | 20,0                      |                           |  |  |
| Мука ржаная обдирочная, %                                       | 50,0                                | 50,0                   | 54,1 | 50,0 | 50,0  | 52,0  | 50,0                     | 50,0                   | 50,0                   | 50,0                      |                           |  |  |
| Мука чечевичная, %  | -                                   | -                      | -    | -    | -     | -     | 10,0                     | 9,8                    | 3,0                    | 3,0                       |                           |  |  |
| Мука соевая, %  | -                                   | 3,0                    | 3,0  | 3,0  | 3,0   | 3,0   | -                        | 0,2                    | 4,0                    | 4,0                       |                           |  |  |
| Молоко сухое, %   | -                                   | -                      | 0,2  | 0,2  | 1,0   | 1,0   | -                        | 0,2                    | -                      | -                         |                           |  |  |
| Сыворотка молочная сухая, %                                     | -                                   | -                      | 0,3  | -    | 1,0   | 1,0   | 1,0                      | -                      | -                      | -                         |                           |  |  |
| Сахаросодержащий порошок из картофеля (СПК), %                  | -                                   | -                      | -    | 13,8 | -     | -     | -                        | -                      | -                      | -                         |                           |  |  |
| Сахаросодержащий порошок из картофеля с ржаной мукой (СПКрж), % | -                                   | -                      | -    | -    | 10,2  | -     | -                        | -                      | -                      | -                         |                           |  |  |

Продолжение таблицы 6.11

| 1   | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Сахаросодержащий порошок из картофеля с пшеничной мукой(СПКпш), % | -     | -     | -     | -     | -     | 15,0  | -     | -     | -     | -     |
| Порошок пищевой свекловичный (ППС)                                | -     | 9,0   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| Порошок пищевой свекловичный экстрадированный (ППСЭ), %           | -     | -     | 6,4   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| Заварка из муки ячменной, %                                       | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 7,0   | -     | -     | -     |
| Заварка из муки рисовой, %  | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 4,0   | -     | -     |
| Заварка из муки гречневой, %                                      | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 5,0   | -     |
| Заварка из муки пшениной, %                                       | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 5,0   |
| Семена кунжута, %   | -     | -     | -     | 1,0   | 0,8   | 2,0   | 4,0   | 6,0   | 8,0   | 6,0   |
| Семена подсолнечника, %   | -     | 8,0   | 8,0   | 10,0  | 10,0  | 10,0  | 8,0   | 8,0   | 10,0  | 10,0  |
| Количество компонентов смеси, %                                   | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| Биологическая ценность, %   | 62,0  | 79,0  | 75,4  | 77,1  | 74,7  | 74,1  | 70,1  | 80,6  | 79,0  | 78,8  |
| Число падения, с  | 206,0 | 200,8 | 200,5 | 210,7 | 199,4 | 204,4 | 231,9 | 200,5 | 207,2 | 207,6 |
| Белок, г/100 г  | 11,2  | 13,4  | 13,3  | 13,7  | 13,6  | 13,9  | 11,7  | 12,6  | 13,9  | 13,9  |
| Липиды, г/100 г   | 1,45  | 5,5   | 6,4   | 6,3   | 6,3   | 6,3   | 3,86  | 3,32  | 5,7   | 4,9   |

Окончание таблицы 6.11

| 1   | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11     |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Углеводы (моно-<br>дисахариды+ крахмал),<br>г/100 г | 71,9  | 59    | 57,7  | 59,8  | 56,6  | 54,9  | 55,1  | 55,4  | 53,3  | 53,9   |
| Клетчатка, г/100 г                                  | 0,3   | 4,6   | 2,6   | 1,7   | 1,3   | 1,4   | 1,7   | 1,3   | 1,4   | 1,5    |
| Кальций, мг/100 г                                   | 33,0  | 150,6 | 159,8 | 141,5 | 155,5 | 164,9 | 149,5 | 169,4 | 206,4 | 178,92 |
| Фосфор, мг/100 г                                    | 186,5 | 186,9 | 205,5 | 215,5 | 224,8 | 226,0 | 251,0 | 241,3 | 250,5 | 241,1  |
| Магний, мг/100 г                                    | 66,5  | 78,7  | 89,5  | 91,6  | 88,9  | 96,0  | 89,3  | 100,1 | 122,9 | 109,1  |
| Соотношение основных макро- и микронутриентов       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
| Белок   | 1,0   | 1,0   | 1,0   | 1,0   | 1,0   | 1,0   | 1,0   | 1,0   | 1,0   | 1,0    |
| Липиды  | 0,1   | 0,4   | 0,4   | 0,5   | 0,5   | 0,5   | 0,3   | 0,2   | 0,3   | 0,5    |
| Углеводы  | 6,4   | 4,8   | 4,3   | 4,3   | 4,7   | 4,5   | 4,5   | 4,4   | 3,9   | 4,5    |
| Кальций   | 1,0   | 1,0   | 1,0   | 1,0   | 1,0   | 1,0   | 1,0   | 1,00  | 1,0   | 1,0    |
| Фосфор  | 5,7   | 1,2   | 1,2   | 1,5   | 1,4   | 1,3   | 1,2   | 1,4   | 1,2   | 1,3    |
| Магний  | 2,0   | 0,5   | 0,5   | 0,6   | 0,5   | 0,5   | 0,5   | 0,5   | 0,5   | 0,6    |

Данные таблицы 6.11 показывают, что моделирование состава мучных поликомпонитных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с помощью программного обеспечения – автоматизированной системы научных исследований позволило получить составы сбалансированным по основным макро- и микронутриентам.

Однако особенности химического состава используемых ингредиентов смесей не позволили обеспечить содержание в них нужного количества жиров. Данная проблема решалась внесением дополнительного количества жиров при изготовлении хлебобулочных изделий. Был произведен расчет необходимого количества жиров в каждую смесь с учетом жиров, содержащихся в ингредиентах смеси. Результаты расчетов приведены в таблице 6.12.

Таблица 6.12 – Количество жиров для внесения в тесто из модельных смесей

| Наименование компонентов и показателей   | Поликомпонитные смеси   |     |  |     |     |  |     |     |     |
|--|---|-----|--|-----|-----|--|-----|-----|-----|
|  | для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий, обогащенных пищевыми волокнами |     | для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с сахаросодержащими порошками из картофеля |     |     | для заварных ржано-пшеничных хлебобулочных изделий |     |     |     |
|  | 1   | 2   | 3  | 4   | 5   | 6  | 7   | 8   | 9   |
| Количество жиров в рецептуру, с учетом жиров в сырье, для обеспечения рационального соотношения с белками модельных смесей, Б:Ж (1:0,8), % | 5,2   | 4,2 | 4,7  | 4,6 | 4,8 | 5,5  | 6,8 | 5,4 | 6,2 |



Приготовление хлебобулочных изделий из модельных смесей осуществляли ускоренным способом с использованием подкислителей, состав которых представлен в главе 6.2. Компонентный состав смесей, приведен в таблице 6.11. Рецептуры изделий и параметры технологического процесса приведены в таблице 6.13.

Таблица 6.13 – Рецептуры хлебобулочных изделий из мучных поликомпонентных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности

| Наименование компонентов и показателей  | Поликомпонентные смеси  |     |  |      |      |  |     |     |    |     |
|---|---|-----|--|------|------|--|-----|-----|----|-----|
|   | для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий, обогащенных пищевыми волокнами |     | для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с сахаросодержащими порошками из картофеля |      |      | для заварных ржано-пшеничных хлебобулочных изделий |     |     |    |     |
|   | 1   | 2   | 3  | 4    | 5    | 6  | 7   | 8   | 9  |     |
| 1   | 2   | 3   | 4  | 5    | 6    | 7  | 8   | 9   | 10 |     |
| Смесь 1, кг   | 100   | -   | -  | -    | -    | -  | -   | -   | -  | -   |
| Смесь 2, кг   | -   | 100 | -  | -    | -    | -  | -   | -   | -  | -   |
| Смесь 3, кг   | -   | -   | 100  | -    | -    | -  | -   | -   | -  | -   |
| Смесь 4, кг   | -   | -   | -  | 100  | -    | -  | -   | -   | -  | -   |
| Смесь 5, кг   | -   | -   | -  | -    | 100  | -  | -   | -   | -  | -   |
| Смесь 6, кг   | -   | -   | -  | -    | -    | 100  | -   | -   | -  | -   |
| Смесь 7, кг   | -   | -   | -  | -    | -    | -  | 100 | -   | -  | -   |
| Смесь 8, кг   | -   | -   | -  | -    | -    | -  | -   | 100 | -  | -   |
| Смесь 9, кг   | -   | -   | -  | -    | -    | -  | -   | -   | -  | 100 |
| Подкислитель (сухая молочная сыворотка, порошок брусники, лимонная кислота)         | 8,5   | 8,5 | -  | -    | -    | -  | -   | -   | -  | -   |
| Подкислитель (нативная молочная сыворотка, смесь кислот, концентрат квасного суслу) | -   | -   | 12,8   | 12,8 | 12,8 | -  | -   | -   | -  | -   |

Продолжение таблицы 6.13

| Наименование компонентов и показателей   | Поликомпозиционные смеси  |     |  |     |     |  |     |     |     |
|--|---|-----|--|-----|-----|--|-----|-----|-----|
|  | для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий, обогащенных пищевыми волокнами |     | для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с сахаросодержащими порошками из картофеля |     |     | для заварных ржано-пшеничных хлебобулочных изделий |     |     |     |
| Подкислитель (яблочный, клюквенный, рябиновый, калиновый, порошок, лимонная кислота) | -   | -   | -  | -   | -   | 5,0  | 5,0 | 5,0 | 5,0 |
| Дрожжи хлебопекарные прессованные, кг  | 2,2   | 2,2 | 2,2  | 2,2 | 2,2 | 2,2  | 2,2 | 2,2 | 2,2 |
| Соль поваренная пищевая, кг  | 1,5   | 1,5 | 1,5  | 1,5 | 1,5 | 1,5  | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| Масло растительное, кг   | 5,2   | 4,2 | 4,7  | 4,6 | 4,8 | 5,5  | 6,8 | 5,4 | 6,2 |
| Вода, кг   | По расчету  |     |  |     |     |  |     |     |     |
| Температура начальная, град  | 27-30   |     |  |     |     |  |     |     |     |
| Кислотность начальная, град  | 7,2   | 6,9 | 7,1  | 7,2 | 7,3 | 7,3  | 7,2 | 7,3 | 7,3 |
| Продолжительность брожения, мин  | 60-70   |     |  |     |     |  |     |     |     |
| Конечная кислотность, град   | 8,6   | 8,6 | 8,8  | 8,2 | 8,4 | 8,2  | 8,4 | 8,7 | 8,5 |

Тесто разделявали на куски массой 350 г, укладывали в смазанные маслом формы, подвергали расстойке в течение 35-40 минут и выпекали в печи с пароувлажнением в течение 25-30 минут. Готовую продукцию анализировали после остывания через 4 часа, но не позднее, чем через 24 часа. При этом определяли следующие показатели: массовая доля влаги, удельный объем, пористость, кислотность по общепринятым и стандартным

методикам. Качественные показатели готовых изделий, приведены в таблице 6.14.

Таблица 6.14 – Показатели качества хлебобулочных изделий из  
из мучных поликомпозиционных смесей

| Наименование показателя        | Характеристика ржано-пшеничных хлебобулочных изделий |          |  |          |          |                          |                         |                           |                           |
|--------------------------------|--|----------|--|----------|----------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                                | обогащенных пищевыми волокнами                       |          | с сахаросодержащими порошками из картофеля |          |          | заварных                 |                         |                           |                           |
|                                | ППС  | ППСЭ     | СПК  | СПКрж    | СПКпш    | Заварка из муки ячменной | Заварка из муки рисовой | Заварка из муки гречневой | Заварка из муки пшеничной |
|                                | 1  | 2        | 3  | 4        | 5        | 6                        | 7                       | 8                         | 9                         |
| Массовая доля влаги, %         | 49,5±0,5   | 49,5±0,5 | 49,5±0,5                                   | 49,5±0,5 | 49,5±0,5 | 49,5±0,5                 | 49,5±0,5                | 50,0±0,5                  | 50,0±0,5                  |
| Удельный объем, г/см           | 1,7±0,1  | 1,8±0,1  | 1,7±0,1                                    | 1,8±0,1  | 1,8±0,1  | 1,4±0,1                  | 1,4±0,1                 | 1,5±0,1                   | 1,5±0,1                   |
| Пористость, %                  | 52,5±1,0   | 55,0±1,0 | 52,5±1,0                                   | 55,0±1,0 | 55,5±1,0 | 48,2±1,0                 | 48,2±1,0                | 48,5±1,0                  | 48,5±1,0                  |
| Кислотность, град              | 9,0±0,2  | 9,0±0,2  | 9,0±0,2                                    | 9,0±0,2  | 9,0±0,2  | 9,0±0,2                  | 9,0±0,2                 | 9,0±0,2                   | 9,0±0,2                   |
| Выход, %                       | 150,2  | 151,2    | 147,7                                      | 146,2    | 147,7    | 148,0                    | 148,2                   | 148,8                     | 147,6                     |
| Органолептическая оценка, балл | 70,5±2,0   | 65,0±2,0 | 70,5±2,0                                   | 65,0±2,0 | 70,5±2,0 | 72,0±2,0                 | 72,0±2,0                | 71,5±2,0                  | 69,5±2,0                  |

Определение переваримости хлебобулочных изделий из мучных поликомпозиционных смесей *in vitro* осуществляли путем инкубации 20%-ной хлебной суспензии в растворе пепсина в глициновом буфере, в растворе трипсина в фосфатном буфере и определением оптической плотности вытяжек на фотоэлектроколориметре. В качестве контрольного образца использовано хлебобулочное изделие из торговой сети – хлеб ржано-

пшеничный «Спасский» по ТУ 1091451-006-48363077-2016 (АО «Орловский хлебокомбинат»). Результаты исследований приведены на рисунке 6.16.

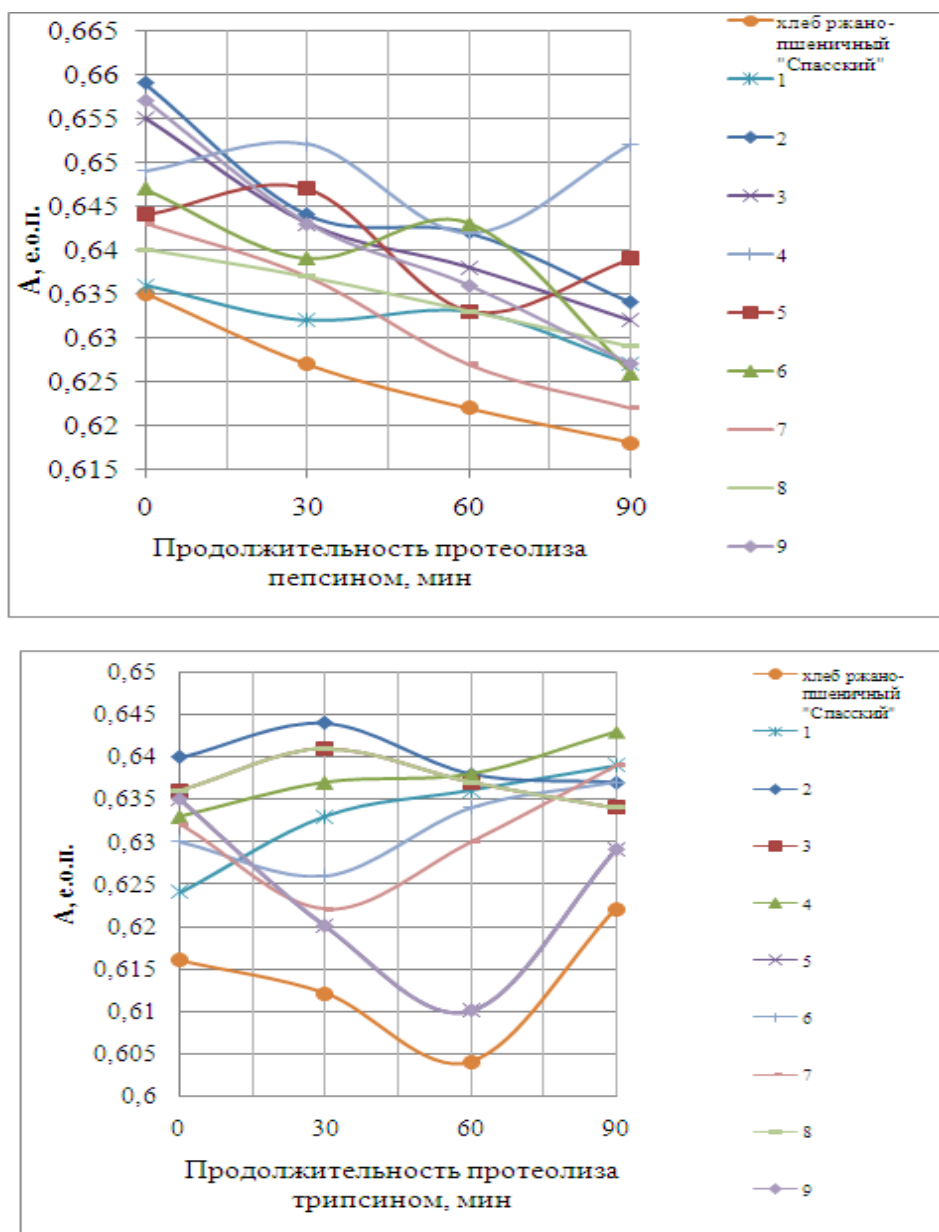


Рисунок 6.16 – Переваримость хлебобулочных изделий из мучных поликомпозиционных смесей

Определено, что переваримость *in vitro* хлебобулочных изделий из мучных поликомпозиционных смесей происходит более интенсивно, чем в образце хлеба «Спасского» что обусловлено большим количеством водорастворимых белков в их составе, которые в большей степени подвержены протеолитическому расщеплению [296].

Произведен расчет содержания основных пищевых веществ в 100 г разработанных хлебобулочных изделий в соответствии с методическими рекомендациями [160] результаты расчета приведены в таблице 6.15. Для сравнения произведен расчет химического состава хлеба ржано-пшеничного «Спасского».

Таблица 6.15 – Химический состав 100 г хлебобулочных изделий из мучных поликомпонентных смесей

| Наименование пищевых веществ                 | Хлеб ржано-пшеничный «Спасский» | Характеристика ржано-пшеничных хлебобулочных изделий |       |   |       |       |          |       |       |       |
|--|---------------------------------|--|-------|---|-------|-------|----------|-------|-------|-------|
|  |                                 | обогащенные пищевыми волокнами                       |       | с сахаросодержащим и порошками из картофеля |       |       | заварные |       |       |       |
|  |                                 | 1  | 2     | 3   | 4     | 5     | 6        | 7     | 8     | 9     |
| 1  | 2                               | 3  | 4     | 5   | 6     | 7     | 8        | 9     | 10    | 11    |
| Белок, г/100 г                               | 7,1                             | 8,9  | 8,8   | 9,3   | 9,3   | 9,4   | 7,9      | 8,5   | 9,3   | 9,4   |
| Липиды, г/100 г                              | 1,0                             | 5,2  | 4,2   | 4,7   | 4,6   | 4,8   | 5,5      | 6,8   | 5,4   | 6,2   |
| Углеводы (моно-дисахариды+ крахмал), г/100 г | 43                              | 33,5   | 35,2  | 35,5  | 35,2  | 35,6  | 36,2     | 34,5  | 33,8  | 33,5  |
| Кальций, мг/100 г                            | 18,3                            | 100,3  | 105,7 | 95,8  | 106,3 | 111,6 | 101,0    | 114,3 | 138,7 | 121,2 |
| Фосфор, мг/100 г                             | 105,1                           | 124,4  | 135,9 | 145,9                                       | 153,7 | 153,0 | 169,6    | 162,8 | 168,3 | 163,3 |
| Магний, мг/100 г                             | 41,7                            | 52,4   | 59,2  | 62,0  | 60,8  | 65,0  | 60,3     | 67,5  | 82,6  | 73,9  |
| Клетчатка, мг/100 г                          | 0,2                             | 3,1  | 1,7   | 1,2   | 0,9   | 0,9   | 1,1      | 0,9   | 0,9   | 1,0   |
| Энергетическая ценность, ккал                | 214,5                           | 221,1  | 218,2 | 226,4                                       | 224,3 | 228,1 | 230,8    | 238,1 | 225,8 | 232,3 |
| Биологическая ценность, %                    | 62,2                            | 79,0   | 75,4  | 77,1  | 74,7  | 74,1  | 70,1     | 80,6  | 79,0  | 78,8  |

Расчет химического состава пищевых веществ 100 г хлебобулочных изделий из мучных поликомпонитных смесей показывает, что содержание белка в них выше, чем у хлеба ржано-пшеничного «Спасского» на 0,3 % - 1,8 %, липидов – на 9,3 % - 12,1 %, количество углеводов снизилось на 8,1 % - 12,8 %, уровень пищевых волокон увеличился в 4,7-15,3 раза, количество кальция – в 5,5-6,6 раза, фосфора – в 1,2-1,6 раза, магния – в 1,4-2,0 раза.

При этом, в разработанных хлебобулочных изделиях биологическая ценность повысилась на 8,1 % - 17,0 %, соотношение белки:жиры:углеводы находятся в соотношении соответствующем оптимальному усвоению этих пищевых веществ в – 1,0:0,8:3,9-4,8, соотношение таких минеральных веществ, как Са:Mg:P соответствует 1:0,5-0,6:1,2-1,5. Уровень удовлетворения суточной потребности в основных пищевых веществах рассчитывали в соответствии с Методическими рекомендациями МР 2.3.1.2432-08. «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации». Расчет производили для I и II групп с очень низкой и низкой физической активностью наиболее трудоспособной части населения (30-39 лет). Суточная норма потребления хлеба принята 250 г. Данные сгруппированы в таблицу 6.16-6.18.

Таблица 6.16 – Расчетные значения суточной удовлетворенности в основных пищевых веществах за счет употребления 250 г ржано-пшеничных хлебобулочных изделий обогатенных пищевыми волокнами

| Наименование пищевых веществ  | Удовлетворение суточной потребности, %     |           |                                 |           |           |  |         |                                 |         |           |   |         |                                 |      |         |
|-------------------------------|--|-----------|---------------------------------|-----------|-----------|--|---------|---------------------------------|---------|-----------|---|---------|---------------------------------|------|---------|
|                               | Суточная норма физиологической потребности |           |                                 |           |           | ржано-пшеничные хлебобулочные изделия обогатенные пищевыми волокнами (ППС) |         |                                 |         |           | ржано-пшеничные хлебобулочные изделия обогатенные пищевыми волокнами (ППСЭ) |         |                                 |      |         |
|                               | I группа физической активности             |           | II группа физической активности |           | женщины   | I группа физической активности   |         | II группа физической активности |         | женщины   | I группа физической активности  |         | II группа физической активности |      | женщины |
| мужчины                       | женщины                                    | мужчины   | женщины                         | мужчины   |           | женщины  | мужчины | женщины                         | мужчины |           | женщины   | мужчины | женщины                         |      |         |
| Белки, г                      | 68   | 59        | 77                              | 66        | 66        | 32,8   | 37,8    | 29,0                            | 33,8    | 32,3      | 37,3  | 28,6    | 33,3                            | 33,3 |         |
| Жиры, г                       | 77   | 63        | 88                              | 72        | 72        | 16,9   | 20,7    | 14,8                            | 18,1    | 13,8      | 16,8  | 12,0    | 14,7                            | 14,7 |         |
| Углеводы, г                   | 335  | 274       | 387                             | 311       | 311       | 29,3   | 35,8    | 25,4                            | 31,6    | 28,5      | 34,8  | 24,6    | 30,7                            | 30,7 |         |
| Ca, мг                        | 20   |           |                                 |           |           | 25,1   |         |                                 |         |           | 26,4  |         |                                 |      |         |
| P, мг                         | 1000                                       |           |                                 |           |           | 38,9   |         |                                 |         |           | 42,5  |         |                                 |      |         |
| Mg, мг                        | 800  |           |                                 |           |           | 32,7   |         |                                 |         |           | 37,0  |         |                                 |      |         |
| Пищевые волокна, г            | 400  |           |                                 |           |           | 38,3   |         |                                 |         |           | 21,5  |         |                                 |      |         |
| Энергетическая ценность, ккал | 2300                                       | 1900      | 2650                            | 2150      | 2150      | 26,8   | 32,4    | 23,2                            | 28,6    | 25,2      | 30,5  | 21,9    | 27,0                            | 27,0 |         |
| Соотношение Б:Ж:У             | 1:1,1:4,9                                  | 1:1,1:4,6 | 1:1,1:5,0                       | 1:1,1:4,7 | 1:1,1:4,7 | 1:0,8:4,3  |         |                                 |         | 1:0,8:4,3 |   |         |                                 |      |         |
| Соотношение Са:Р:Мg           | 1:0,8:0,4                                  |           |                                 |           |           | 1:1,2:0,5  |         |                                 |         |           | 1:1,5:0,6   |         |                                 |      |         |

Таблица 6.17 – Расчетные значения суточной удовлетворенности в основных пищевых веществах за счет употребления 250 г хлебобулочных изделий с сахаросодержащими порошками из картофеля

| Наименование пищевых веществ  | Удовлетворение суточной потребности, %     |           |                                 |           |                                |         |  |         |                                |         |                                 |         |           |      |      |      |
|-------------------------------|--|-----------|---------------------------------|-----------|--------------------------------|---------|--|---------|--------------------------------|---------|---------------------------------|---------|-----------|------|------|------|
|                               | Суточная норма физиологической потребности |           |                                 |           |                                |         | Удовлетворение суточной потребности, % |         |                                |         |                                 |         |           |      |      |      |
|                               | I группа физической активности             |           | II группа физической активности |           | I группа физической активности |         | II группа физической активности        |         | I группа физической активности |         | II группа физической активности |         |           |      |      |      |
|                               | мужчины                                    | женщины   | мужчины                         | женщины   | мужчины                        | женщины | мужчины                                | женщины | мужчины                        | женщины | мужчины                         | женщины |           |      |      |      |
| Белки, г                      | 68   | 59        | 77                              | 66        | 34,1                           | 39,3    | 30,1                                   | 35,1    | 34,2                           | 39,4    | 30,2                            | 35,2    | 34,6      | 39,9 | 30,6 | 35,6 |
| Жиры, г                       | 77   | 63        | 88                              | 72        | 15,1                           | 18,5    | 13,2                                   | 16,2    | 14,9                           | 18,2    | 13,0                            | 15,9    | 15,6      | 19,1 | 13,7 | 16,7 |
| Углеводы, г                   | 335  | 274       | 387                             | 311       | 30,2                           | 36,9    | 26,2                                   | 32,5    | 28,9                           | 35,3    | 25,0                            | 31,1    | 27,7      | 33,9 | 24,0 | 29,9 |
| Са, мг                        | 20   |           |                                 |           | 23,9                           |         |  |         | 26,6                           |         |                                 |         | 27,9      |      |      |      |
| P, мг                         | 1000                                       |           |                                 |           | 45,6                           |         |  |         | 48,0                           |         |                                 |         | 47,8      |      |      |      |
| Mg, мг                        | 800  |           |                                 |           | 38,8                           |         |  |         | 38,0                           |         |                                 |         | 40,6      |      |      |      |
| Пищевые волокна, г            | 400  |           |                                 |           | 14,4                           |         |  |         | 11,1                           |         |                                 |         | 11,8      |      |      |      |
| Энергетическая ценность, ккал | 2300                                       | 1900      | 2650                            | 2150      | 26,9                           | 32,5    | 23,3                                   | 28,8    | 26,0                           | 31,5    | 22,6                            | 27,8    | 25,6      | 31,0 | 22,2 | 27,4 |
| Соотношение Б:Ж:У             | 1:1,1:4,9                                  | 1:1,1:4,6 | 1:1,1:5,0                       | 1:1,1:4,7 | 1:0,8:4,3                      |         |  |         | 1:0,8:4,5                      |         |                                 |         | 1:0,8:4,7 |      |      |      |
| Соотношение Са:P:Mg           | 1:0,8:0,4                                  |           |                                 |           | 1:1,5:0,6                      |         |  |         | 1:1,3:0,5                      |         |                                 |         | 1:1,4:0,5 |      |      |      |







Данные таблиц 6.16-6.18 показывают, что суточная норма физиологической потребности за счет хлебобулочных изделий из мучных поликомпонентных смесей повышенной пищевой ценности в количестве более 15 % удовлетворяется по кальцию, фосфору, магнию. Пищевые волокна в норме более 15 % содержатся в хлебобулочных изделиях из поликомпонентных смесей с порошками пищевыми свекловичными и заваркой из муки ячменной. За счет разработанных хлебобулочных изделий нормы суточного удовлетворения в белках увеличиваются на 9,2 % - 47,7 % по сравнению с удовлетворением суточной нормы за счет употребления хлеба ржано-пшеничного «Спасского».

Таким образом, анализ данных пищевой ценности хлебобулочных изделий из мучных поликомпонентных смесей повышенной пищевой ценности позволяет отнести их к продуктам функциональной направленности.

На поликомпонентные мучные смеси получены патенты РФ №№2527298, 2533042, 2556895.

Рецептуры и технологии не требуют особых условий производства и могут использоваться на хлебопекарных предприятиях в принятых технологических схемах.

#### **6.4 Медико-биологическая оценка ржано-пшеничных хлебобулочных изделий из мучных поликомпонентных смесей**

Достоверную оценку медико-биологической эффективности новых видов хлебобулочных изделий, их переносимости и направленности эффекта от употребления проводили на лабораторных животных. В рацион питания белых мышей в количестве 50 % от общего рациона были включены новые хлебобулочные изделия из поликомпонентных смесей. Для сравнения в одну из групп были включены изделия из торговой сети – хлеба ржано-пшеничный «Спасский». Продолжительность эксперимента составляла 21 день. Протоколы исследований приведены в приложении 18. Средние

значения показателей биохимического анализа крови лабораторных животных представлены в таблице 6.19.

Таблица 6.19 – Показатели сыворотки крови лабораторных мышей

| Наименование показателей | Группа 1 контрольная на стандартном рационе | Опытные группы с включением в рацион хлебобулочных изделий из поликомпонентных смесей |                      |  | Группа 5 хлеб «Спасский» |
|--------------------------|---|---|----------------------|--|--------------------------|
|                          |   | Группа 2 хлеб с СПК   | Группа 3 хлеб с ППСЭ | Группа 4 хлеб с заваркой из муки пшеничной |                          |
| Глюкоза, моль/л          | 1,33±0,23                                   | 1,00±0,10   | 0,8±0,10             | 1,36±0,35                                  | 1,06±0,25                |
| Кальций*, ммоль/л        | 1,9   | 0,9   | 3,2                  | 2,2  | 2,0                      |
| Фосфор, моль/л           | 0,96±0,21                                   | 1,15±0,30   | 2,4±0,60             | 1,63±0,12                                  | 1,85±0,05                |
| Магний, моль/л           | 0,35±0,15                                   | 0,36±0,10   | 0,35±0,05            | 0,4±0,10                                   | 0,43±0,06                |
| Калий, моль/л            | 9,0±0,10                                    | 8,96±0,10   | 8,85±0,10            | 8,86±0,10                                  | 8,83±0,10                |
| АЛТ*, моль/л             | 2,9   | 3,5   | 3,0                  | 3,0  | 2,2                      |
| АСТ*, моль/л             | 9,6   | 8,0   | 11,1                 | 11,3                                       | 11,1                     |

\*Примечание. Показатели определялись в объединенной пробе сыворотки крови

Установлено, что введение в рацион лабораторных мышей хлебобулочных изделий снизило содержание глюкозы в сыворотке крови по сравнению с контрольной, кроме группы с рационом, включающим хлеб с заваркой из муки пшеничной, что обусловлено наличием большего количества легкоусвояемых углеводов в данном варианте хлеба. Все хлебобулочные изделия в рационе положительно повлияли на содержание в крови кальция, кроме хлеба из поликомпонентной смеси с СПК, что обусловлено наличием веществ, препятствующих его усвоению. Содержание магния в сыворотке крови увеличилось только при введении в рацион хлебобулочных изделий с заваркой из муки пшеничной и хлеба «Спасского», в остальных группах было равно контрольной группе. Введение в рацион всех видов хлебобулочных изделий способствовало незначительному снижению калия в сыворотке по сравнению с контрольной группой. Показатель АЛТ увеличился в группах с введением в рацион хлебобулочных изделий из мучных поликомпонентных смесей и снизился в группе с рационом, включающим хлеб «Спасский».

Показатель АСТ увеличился по сравнению с контрольной группой в сыворотке всех групп мышей, кроме группы включающей хлеб с СПК. Все показатели крови находятся в пределах физиологической нормы для данного вида животных.

Таким образом, исследования *in vivo* показывают, что хлебобулочные изделия в рационе лабораторных животных увеличивают в сыворотке крови содержание кальция, снижают содержание калия, увеличивают АЛТ и АСТ, что показывает ускорение обменных процессов живого организма.

Для оценки влияния систематического употребления разработанных видов хлеба на показатели качества жизни и биохимический статус крови человека была сформирована группа добровольцев, которые получали новый вид хлеба из поликомпонентной смеси в количестве суточной нормы – 250 г в течении 21 дня, полностью исключив из своего рациона другие хлебобулочные изделия. В роли добровольцев выступили 14 соматически здоровые женщины в возрасте 20-35 лет.

Биохимический анализ крови проводили на базе аккредитованной клинической лаборатории БУЗ Орловской области «Детская поликлиника №1». Биохимический статус крови оценивался по общепринятым показателям: содержание минеральных веществ (калий, кальций, фосфор), холестерина, липопротеинов низкой и высокой плотности, триглицеридов, глюкозы, которые позволяют составить представление о состоянии углеводного, жирового, минерального обмена.

Оценка качества жизни проводилась анкетно-опросным методом с применением программы-опросника «Тест оценки качества жизни» (SF-36). Данный метод широко применяется при проведении международных популяционных и клинических исследований и позволяет оценить эффективность проводимых оздоровительных мероприятий. Оценка качества жизни проводилась по 36 пунктам, сгруппированных в восемь шкал: общее состояние здоровья; физическое функционирование; ролевое функционирование, вызванное физическим состоянием; ролевое эмоциональное функционирование; социальное функционирование;

физические ощущения; психическое здоровье. Все шкалы формируют два показателя: физический суммарный компонент и психический суммарный компонент, отражающих душевное и физическое благополучие. Показатели каждой шкалы оцениваются в баллах и варьируют между 0 и 100, где 100 представляет наивысшую оценку показателя.

Оценку показателей проводили до начала и конце исследования (через 21 сутки). Полученные количественные показатели обрабатывали статистически с определением достоверности наблюдаемых различий с помощью критерия Стьюдента при  $p < 0,05$  (Приложение 19).

Использование нового хлеба в составе рациона питания за весь период испытания не вызвало ни одного случая непереносимости, аллергических реакций и других побочных неблагоприятных явлений.

Результаты оценки биохимических показателей крови добровольцев представлены в таблице 6.20.

Таблица 6.20 – Динамика средних значений биохимических показателей крови добровольцев

| Значения               | глюкоза            | калий              | кальций            | фосфор               | холестерин         | ЛПНП                | ЛПВП                 | Триглицериды         |
|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|--------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| нормативные значения   | 4,1-5,9<br>ммоль/л | 3,5-5,1<br>ммоль/л | 2,1-2,5<br>ммоль/л | 0,81-1,45<br>ммоль/л | 3,3-6,3<br>ммоль/л | 0,0- 3,3<br>ммоль/л | 1,03-1,55<br>ммоль/л | 0,45- 2,7<br>ммоль/л |
| до начала исследования | 4,52<br>±0,12      | 4,84<br>±0,12      | 2,41<br>±0,02      | 1,15<br>±0,04        | 4,55<br>±0,22      | 2,82<br>±0,19       | 1,5<br>±0,11         | 0,92<br>±0,18        |
| после исследования     | 4,3<br>±0,11       | 4,48<br>±0,11      | 2,43<br>±0,03      | 1,10<br>±0,04        | 4,29<br>±0,18      | 2,74<br>±0,16       | 1,44<br>±0,08        | 0,98<br>±0,14        |
| Уровень достоверности  | P>0,05             | P<0,05             | P>0,05             | P>0,05               | P>0,05             | P>0,05              | P>0,05               | P>0,05               |

Как видно из данных, представленных в таблице, средние значения основных биохимических показателей крови как до, так и после приема нового вида хлеба находились в пределах нормативных значений. При этом

к концу исследования отмечалось достоверное снижение содержания калия в крови.

Дополнительную информацию о влиянии приема нового хлеба на организм добровольцев дает анализ индивидуальных биохимических показателей крови. В зависимости от соответствия их значений нормативному диапазону обследуемые были распределены на 3 группы: норма, повышенное содержание, пониженное содержание. Следует отметить, что отклонения от нормативных значений носят несущественный характер и относятся к категории легкой степени. Так, при норме холестерина 3,3-6,3 ммоль/л максимальные зарегистрированные значения составили 6,8, а минимальные 2,96. Результаты процентного распределения добровольцев по соответствию биохимических показателей крови нормативным значениям представлены в таблице 6.21.

Таблица 6.21 Процентное распределение добровольцев по соответствию биохимических показателей крови нормативным значениям

| Наименование показателя | норма           |                    | повышенное содержание |                    | пониженное содержание |                    |
|-------------------------|-----------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|
|                         | до исследования | после исследования | до исследования       | после исследования | до исследования       | после исследования |
| глюкоза                 | 85,6            | 92,8               | 0                     | 0                  | 14,4                  | 7,2                |
| калий                   | 71,4            | 85,6               | 28,6                  | 14,4               | 0                     | 0                  |
| фосфор                  | 100             | 100                | 0                     | 0                  | 0                     | 0                  |
| кальций                 | 85,7            | 85,7               | 7,2                   | 7,2                | 7,2                   | 7,2                |
| холестерин              | 57,1            | 92,8               | 14,3                  | 7,2                | 28,6                  | 0                  |
| ЛПНП                    | 64,3            | 78,6               | 35,7                  | 21,4               | 0                     | 0                  |
| ЛПВП                    | 42,8            | 50                 | 50                    | 42,8               | 7,2                   | 7,2                |
| триглицериды            | 64,2            | 85,6               | 14,4                  | 7,2                | 21,4                  | 7,2                |

Как видно из представленных данных в результате систематического приема нового хлеба вдвое сокращается число добровольцев с повышенными значениями содержания калия. При этом, как показал анализ

направленности изменений концентрации калия, его снижение наблюдается у 78,5 % обследуемых. Наиболее выраженное снижение этого минерала (на 13,5 -32,9 % от первоначальных значений) отмечается у лиц, имеющих превышение нормативных значений содержания калия.

Анализ содержания холестерина показал, что на начало исследования только у 57,1% добровольцев регистрировались значения, соответствующие нормативному диапазону. У 14,4% концентрация холестерина превышала нормальные значения, и у 28,6 % отмечалось отставание от нормы. К концу исследования число добровольцев с нормальными значениями холестерина увеличилось до 92,8%, на 35,7 %.

Число добровольцев с нормальным содержанием триглицеридов и липопротеидов низкой плотности (ЛПНП) до начала приема новых сортов хлеба не превысило 64,2%. Введение в рацион новых сортов хлеба способствовало увеличению доли обследуемых с нормальными значениями ЛПНП и триглицеридов на 14,3% и 21,4% соответственно.

Питание как компонент здорового образа жизни оказывает влияние на качество жизни человека. В связи с этим в нашем исследовании была проведена оценка влияния разработанных сортов хлеба на показатели качества жизни. Результаты оценки качества жизни представлены в таблице 6.22.

Как видно после введения в рацион нового хлеба отмечается тенденция к увеличению значений по всем показателям шкалы качества жизни за исключением ролевого функционирования, вызванного физическим состоянием. При этом для таких показателей, как физическое функционирование и психическое здоровье это увеличение достигает уровня достоверных различий, повышаясь к концу исследования соответственно на 17,5% (14 баллов) и 37,2% (19 баллов).



Таблица 6.22 – Средние оценки показателей качества жизни добровольцев при употреблении нового хлеба с использованием программы-опросника SF-36 ( $p=0,05$ )

| Наименование показателей                                      | До исследования | После исследования | Уровень достоверности различий |
|---|-----------------|--------------------|--------------------------------|
| Общее состояние здоровья (GH)                                 | 64,1±8,4        | 72,5±9,3           | P>0,05                         |
| Физическое функционирование (PF)                              | 79,9±5,6        | 93,6±4,0           | P <0,05                        |
| Рольное функционирование вызванное физическим состоянием (RP) | 91,2±4,3        | 87,5±14,7          | P>0,05                         |
| Рольное эмоциональное функционирование (RE)                   | 78,7±9,6        | 88,1±12,2          | P>0,05                         |
| Социальное функционирование (SF)                              | 68,6±10,6       | 81,4±11,9          | P>0,05                         |
| Физические ощущения (BP)                                      | 69,5±10,0       | 86,9±9,9           | P>0,05                         |
| Жизненная активность (VT)                                     | 54,3±9,3        | 69,6±6,6           | P>0,05                         |
| Психическое здоровье (MH)                                     | 51,3±9,5        | 72,0±7,0           | P <0,05                        |
| Физический суммарный компонент (PSC)                          | 49,2±3,7        | 55,5±1,9           | P>0,05                         |
| Психический суммарный компонент (MSC)                         | 42,2±4,6        | 50,0±4,5           | P>0,05                         |

Полученные данные позволяют считать, что введение в рацион нового вида хлеба из поликомпонитной смеси оказывает положительное влияние на психоэмоциональное состояние добровольцев, способствуя снижению депрессии, тревоги, а также повышает уровень физического функционирования, который отражает степень влияния состояния здоровья на желание заниматься двигательной деятельностью.

## Заключение по главе 6

Хлебобулочные изделия с ржаной мукой, являясь традиционным продуктом питания россиян, в настоящее время имеют устойчивую тенденцию к снижению потребления. В связи с этим, особую актуальность имеет расширение ассортимента такой продукции за счет использования поликомпонентных смесей повышенной пищевой ценности и применение новых технологий производства хлебобулочных изделий с ржаной мукой.

Установлено, что однофазное приготовление ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с использованием органических кислот позволяет применять для этих целей уксусную, молочную, лимонную, янтарные кислоты, а также их смеси для получения продукции с достаточным физико-химическим достоинством. Дозировка кислот должна обеспечивать начальную кислотность теста равную 7 град. Методами математического планирования эксперимента определена дозировка прессованных хлебопекарных дрожжей для ускоренного способа производства ржано-пшеничного хлеба, обеспечивающая его наилучшие качественные показатели – 2,2 % - 2,8 % к общей массе смеси. Однако, ржано-пшеничные хлебобулочные изделия, приготовленные только с использованием кислот и прессованных дрожжей, не обладают достаточными вкусовыми характеристиками, что обусловило дальнейшее развитие исследований направленное на получение подкислителей на основе органических кислот и других ингредиентов, способных формировать органолептическое восприятие ржано-пшеничных хлебобулочных изделий.

В результате проведенных исследований с использованием симплекс-решетчатого планирования эксперимента были разработаны три вида подкислителей для ускоренного производства ржано-пшеничных хлебобулочных изделий.

В результате оптимизации состава поликомпонентных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с помощью программного

обеспечения было сгенерировано более 40 модельных смесей. После анализа расчетных данных было отобрано 9 с показателем биологической ценности не менее 70 % со сбалансированным составом по основным макро- и микронутриентам.

Расчет химического состава пищевых веществ 100 г хлебобулочных изделий из мучных поликомпонентных смесей показывает, что содержание белка в них выше, чем у хлеба ржано-пшеничного «Спасского» на 0,3 % - 1,8 %, липидов – на 9,3 % - 12,1 %, количество углеводов снизилось на 8,1 % - 12,8 %, уровень пищевых волокон увеличился в 4,7-15,3 раза, количество кальция – в 5,5-6,6 раза, фосфора – в 1,2-1,6 раза, магния – в 1,4-2,0 раза.

При этом, в разработанных хлебобулочных изделиях биологическая ценность повысилась на 8,1 % - 17,0 %, соотношение белков:жиров:углеводов находится в соотношении соответствующем оптимальному усвоению этих пищевых веществ в – 1,0:0,8:3,9-4,8, соотношение минеральных веществ – Ca:Mg:P соответствует 1:0,5-0,6:1,2-1,5. Расчеты показывают, что разработанные хлебобулочные изделия имеют максимально возможно сбалансированный состав. Показатели переваримости опытных образцов выше, чем хлеба «Спасского», что обусловлено большим содержанием в них водорастворимых белков, лучше поддающихся расщеплению пищеварительными ферментами.

Расчет уровня удовлетворения суточной потребности показал, что за счет употребления 250 г разработанных хлебобулочных изделий потребность в кальции, магнии и фосфоре удовлетворяется более 15 %. Пищевые волокна в норме более 15 % содержатся в хлебобулочных изделиях из поликомпонентных смесей с порошками пищевыми свекловичными и заваркой из муки ячменной. Разработанные рецептуры могут быть адаптированы к технологическому процессу и оборудованию, установленному на хлебопекарных предприятиях и не требуют дополнительных затрат для своего производства.

На исследованиях *in vivo* определено, что хлебобулочные изделия из поликомпонентных смесей в рационе лабораторных животных увеличивают

скорость обменных процессов. Введение в рацион 14 добровольцев нового вида хлеба их поликомпонентной смеси сбалансированного состава способствовало увеличению к концу исследования числа добровольцев с нормальным уровнем холестерина и ЛПНП, что свидетельствует о положительном влиянии систематического употребления разработанного сорта хлеба на липидный обмен. С учетом того, что указанные липиды играют ведущую роль в патогенезе заболеваний сердечно-сосудистой системы, в частности атеросклероза можно рекомендовать разработанные сорта хлебобулочных изделий для профилактики этих патологий. Кроме того, систематический прием разработанных сортов хлеба способствует повышению качества жизни за счет улучшения психоэмоционального состояния и желания заниматься двигательной активностью, поэтому может быть рекомендован для профилактики депрессивных, тревожных состояний.

**ГЛАВА 7 РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
РАЗРАБОТАННЫХ МУЧНЫХ ПОЛИКОМПОЗИТНЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ  
РЖАНО-ПШЕНИЧНЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ  
ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ**

Себестоимость продукции показывает затраты предприятия в денежном выражении и направленные на производство реализацию продукции. Одной из важнейших задач является расчет и анализ себестоимости или отпускной цены продукции. Расчет экономической эффективности осуществляли в соответствии с методикой приведенной в [138].

Результаты расчета отпускной цены сахаросодержащих порошков из картофеля, свекловичных порошков, сухих завтраков из муки крупяных культур представлен в таблицах 7.1 – 7.3.

Таблица 7.1 – Расчет отпускной цены сахаросодержащих порошков из картофеля

| Статьи затрат                      | Ассортимент |          |          |
|------------------------------------|-------------|----------|----------|
|                                    | СПК         | СПКрж    | СПКпш    |
| Полная себестоимость, руб          | 69748,15    | 45308,81 | 48368,81 |
| Норматив рентабельности, %         | 11          | 11       | 11       |
| Прибыль, руб                       | 6974,81     | 4530,88  | 4836,88  |
| Отпускная цена, руб                | 76722,96    | 49839,69 | 53205,69 |
| НДС, руб                           | 15344,59    | 9967,94  | 10641,14 |
| Отпускная цена с НДС, руб          | 92067,56    | 59807,62 | 63846,82 |
| Наценка 20 %, руб                  | 18413,51    | 11961,52 | 12769,36 |
| Итого розничная цена за 1 кг, руб. | 110,48      | 71,77    | 76,62    |

Таблица 7.2 – Расчет отпускной цены свекловичных порошков

| Статьи затрат                      | Ассортимент |           |
|------------------------------------|-------------|-----------|
|                                    | ППС         | ППСЭ      |
| Полная себестоимость, руб          | 32485,53    | 75910,58  |
| Норматив рентабельности, %         | 11          | 11        |
| Прибыль, руб                       | 3248,55     | 7591,06   |
| Отпускная цена, руб                | 35734,08    | 83501,63  |
| НДС, руб                           | 7146,82     | 16700,33  |
| Отпускная цена с НДС, руб          | 42880,89    | 100201,96 |
| Наценка 20 %, руб                  | 8576,18     | 20040,39  |
| Итого розничная цена за 1 кг, руб. | 51,46       | 120,24    |

Таблица 7.3 – Расчет отпускной цены сухих завтраков из муки крупяных культур

| Статьи затрат                      | Ассортимент      |                 |                   |                   |
|------------------------------------|------------------|-----------------|-------------------|-------------------|
|                                    | заварка ячменная | заварка рисовая | заварка пшеничная | заварка гречневая |
| Полная себестоимость, руб          | 46097,93         | 44261,93        | 46097,93          | 47015,93          |
| Норматив рентабельности, %         | 11               | 11              | 11                | 11                |
| Прибыль, руб                       | 4609,79          | 4426,19         | 4609,79           | 4701,59           |
| Отпускная цена, руб                | 50707,72         | 48688,12        | 50707,72          | 51717,52          |
| НДС, руб                           | 10141,54         | 9737,62         | 10141,54          | 10343,50          |
| Отпускная цена с НДС, руб          | 60849,27         | 58425,75        | 60849,27          | 62061,03          |
| Наценка 20 %, руб                  | 12169,85         | 11685,15        | 12169,85          | 12412,21          |
| Итого розничная цена за 1 кг, руб. | 73,02            | 70,11           | 73,02             | 74,47             |

Произведен расчет отпускной цены подкислителей для однофазной ускоренной технологии хлебобулочных изделий из поликомпонентных смесей (таблица 7.4).

Таблица 7.4 - Расчет отпускной цены подкислителей для ускоренного производства ржано-пшеничных хлебобулочных изделий

| Статьи затрат                      | Ассортимент         |                              |  |
|------------------------------------|---------------------|------------------------------|--|
|                                    | жидкий подкислитель | порошкообразный подкислитель | подкислитель из плодово-ягодных порошков с лимонной кислотой |
| Полная себестоимость, руб          | 63448,61            | 175301,33                    | 265224,53  |
| Норматив рентабельности, %         | 11                  | 11                           | 11   |
| Прибыль, руб                       | 6344,86             | 17530,13                     | 26522,45   |
| Отпускная цена, руб                | 69793,47            | 192831,46                    | 291746,98  |
| НДС, руб                           | 13958,69            | 38566,29                     | 58349,40   |
| Отпускная цена с НДС, руб          | 83752,17            | 231397,76                    | 350096,38  |
| Наценка 20 %, руб                  | 16750,43            | 46279,55                     | 70019,28   |
| Итого розничная цена за 1 кг, руб. | 100,50              | 277,68                       | 420,12   |

При расчетах энергетические и технологические затраты рассчитывались на 1 т готовой продукции. затраты на

Произведен расчет отпускной цены мучных смесей и хлебобулочных изделий с заданными показателями пищевой адекватности, который представлен в таблицах 7.5 – 7.7.

Таблица 7.5 – Расчет отпускной цены мучных смесей со свекловичными порошками

| Статьи затрат                      | Мучные смеси |          |
|------------------------------------|--------------|----------|
|                                    | с ППС        | с ППСЭ   |
| Полная себестоимость, руб          | 36901,29     | 40363,55 |
| Норматив рентабельности, %         | 11           | 11       |
| Прибыль, руб                       | 3690,13      | 4036,36  |
| Отпускная цена, руб                | 40591,42     | 44399,91 |
| НДС, руб                           | 8118,28      | 8879,98  |
| Отпускная цена с НДС, руб          | 48709,70     | 53279,89 |
| Наценка 20 %, руб                  | 9741,94      | 10655,98 |
| Итого розничная цена за 1 кг, руб. | 58,45        | 63,94    |

Таблица 7.6 – Расчет отпускной цены мучных смесей с сахаросодержащими порошками из картофеля

| Статьи затрат                      | Мучные смеси |          |          |
|------------------------------------|--------------|----------|----------|
|                                    | с СПК        | с СПКрж  | с СПКпш  |
| Полная себестоимость, руб          | 48787,61     | 41622,79 | 46464,09 |
| Норматив рентабельности, %         | 11           | 11       | 11       |
| Прибыль, руб                       | 4878,76      | 4162,28  | 4646,41  |
| 1                                  | 2            | 3        | 4        |
| Отпускная цена, руб                | 53666,37     | 45785,06 | 51110,50 |
| НДС, руб                           | 10733,27     | 9157,01  | 10222,10 |
| Отпускная цена с НДС, руб          | 64399,64     | 54942,08 | 61332,60 |
| Наценка 20 %, руб                  | 12879,93     | 10988,42 | 12266,52 |
| Итого розничная цена за 1 кг, руб. | 77,28        | 65,93    | 73,60    |

Таблица 7.7 – Расчет отпускной цены мучных смесей с сухими заварками из муки крупяных культур

| Статьи затрат                      | Мучные смеси        |                    |                      |                      |
|------------------------------------|---------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
|                                    | с заваркой ячменной | с заваркой рисовой | с заваркой пшеничной | с заваркой гречневой |
| Полная себестоимость, руб          | 43080,66            | 43240,90           | 46956,99             | 44879,55             |
| Норматив рентабельности, %         | 11                  | 11                 | 11                   | 11                   |
| Прибыль, руб                       | 4308,07             | 4324,09            | 4695,70              | 4487,95              |
| Отпускная цена, руб                | 47388,72            | 47564,99           | 51652,69             | 49367,50             |
| НДС, руб                           | 9477,74             | 9513,00            | 10330,54             | 9873,50              |
| Отпускная цена с НДС, руб          | 56866,47            | 57077,98           | 61983,22             | 59241,00             |
| Наценка 20 %, руб                  | 11373,29            | 11415,60           | 12396,64             | 11848,20             |
| Итого розничная цена за 1 кг, руб. | 68,24               | 68,49              | 74,38                | 71,09                |

Исходя из полученных данных, рассчитаем затраты на сырье при производстве хлеба из поликомпонентных мучных смесей однофазным ускоренным способом с применением подкислителей. В качестве контрольного образца использовали хлеб «Спасский». Отпускная цена представлена в таблицах 7.8 – 7.10.

Таблица 7.8 – Расчет отпускной цены ржано-пшеничных хлебобулочных изделий со свекловичными порошками

| Статьи затрат                     | Ржано-пшеничные хлебобулочные изделия |                                       |  |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--|
|                                   | Контроль                              | с ППС и порошкообразным подкислителем | с ППСЭ и порошкообразным подкислителем |
| Полная себестоимость, руб         | 14411,53                              | 57111,26                              | 60185,32                               |
| Норматив рентабельности, %        | 11                                    | 11                                    | 11                                     |
| Прибыль, руб                      | 2161,73                               | 5711,13                               | 6018,53                                |
| Отпускная цена, руб               | 16573,26                              | 62822,38                              | 66203,86                               |
| 1                                 | 2                                     | 3                                     | 4                                      |
| НДС, руб                          | 3314,65                               | 12564,48                              | 13240,77                               |
| Отпускная цена с НДС, руб         | 19887,91                              | 75386,86                              | 79444,63                               |
| Наценка 20 %, руб.                | 3977,58                               | 15077,37                              | 15888,93                               |
| Отпускная цена с НДС (350 г), руб | 8,35                                  | 31,66                                 | 33,37                                  |



Таблица 7.9 – Расчет отпускной цены ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с сахаросодержащими порошками из картофеля

| Статьи затрат                     | Ржано-пшеничные хлебобулочные изделия |                              |                                |                                |
|-----------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
|                                   | Контроль                              | с СПК и жидким подкислителем | с СПКрж и жидким подкислителем | с СПКпш и жидким подкислителем |
| Полная себестоимость, руб         | 14411,53                              | 73530,01                     | 65944,93                       | 70931,92                       |
| Норматив рентабельности, %        | 11                                    | 11                           | 11                             | 11                             |
| Прибыль, руб                      | 2161,73                               | 7353,00                      | 6594,49                        | 7093,19                        |
| Отпускная цена, руб               | 16573,26                              | 80883,01                     | 72539,42                       | 78025,11                       |
| НДС, руб                          | 3314,65                               | 16176,60                     | 14507,88                       | 15605,02                       |
| Отпускная цена с НДС, руб         | 19887,91                              | 97059,61                     | 87047,30                       | 93630,14                       |
| Наценка 20 %, руб.                | 3977,58                               | 19411,92                     | 17409,46                       | 18726,03                       |
| Отпускная цена с НДС (350 г), руб | 8,35                                  | 40,77                        | 36,56                          | 39,32                          |

Таблица 7.10 – Расчет отпускной цены ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с сухими заварками из муки крупяных культур

| Статьи затрат                     | Ржано-пшеничные хлебобулочные изделия |  |                    |                      |                      |
|-----------------------------------|---------------------------------------|--|--------------------|----------------------|----------------------|
|                                   | Контроль                              | с ячменной заваркой  | с рисовой заваркой | с пшеничной заваркой | с гречневой заваркой |
|                                   |                                       | с подкислителем из плодово-ягодных порошков и лимонной кислоты |                    |                      |                      |
| Полная себестоимость, руб         | 14411,53                              | 79125,64   | 79785,43           | 83064,69             | 81682,79             |
| Норматив рентабельности, %        | 11                                    | 11   | 11                 | 11                   | 11                   |
| Прибыль, руб                      | 2161,73                               | 7912,56  | 7978,54            | 8306,47              | 8168,28              |
| Отпускная цена, руб               | 16573,26                              | 87038,21   | 87763,97           | 91371,16             | 89851,07             |
| НДС, руб                          | 3314,65                               | 17407,64   | 17552,79           | 18274,23             | 17970,21             |
| Отпускная цена с НДС, руб         | 19887,91                              | 104445,85  | 105316,77          | 109645,39            | 107821,29            |
| Наценка 20 %, руб.                | 3977,58                               | 20889,17   | 21063,35           | 21929,08             | 21564,26             |
| Отпускная цена с НДС (350 г), руб | 8,35                                  | 43,87  | 44,23              | 46,05                | 45,28                |

Результаты расчетов показывают, что стоимость хлебобулочных изделий из поликомпонентных смесей в 3,8-5,4 раза выше, чем у контрольного образца. Это обусловлено наличием в составе смесей рецептурных ингредиентов с высокой стоимостью.

Конкурентоспособность новых видов хлебобулочных изделий осуществляли с применением экономического критерия – «показатель конкурентоспособности». Данный критерий основан на определении отношения (К) сводных технических и экономических параметров, приходящееся на единицу затрат.

Если  $K > 1$ , то товар превосходит образец по конкурентоспособности.

Если  $K < 1$ , то товар уступает образцу.

Если  $K = 1$ , то товар находится на одном уровне конкурентоспособности с образцом.

Результаты расчетов конкурентоспособности продукции приведены в таблице 7.11.

Определено, что хлебобулочные изделия из поликомпонентных смесей имеют расчетный интегральный показатель конкурентоспособности 1,1-1,88 за счет более высоких значений сводного индекса технических параметров.

Таблица 7.11 – Оценка конкурентоспособности хлебобучлочных изделий с подкислителями и мучными смесями с заданными показателями пищевой адекватности

| Наименование параметра       | Единица измерения      | Индекс технических параметров, $I_{тех}$ |  |                              |                                |                               |   |      |      |      |
|------------------------------|------------------------|--|--|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|---|------|------|------|
|                              |                        | с ППС и порошкообразным подкислителем    | с ЛПСЭ и порошкообразным подкислителем | с СПК и жидким подкислителем | с СПКрж и жидким подкислителем | с СПКш и жидким подкислителем | заварные с подкислителем из плодово-ягодных порошков и лимонной кислоты |      |      |      |
| Органолептическая оценка     | балл                   | 0,40                                     | 0,37                                   | 0,40                         | 0,37                           | 0,40                          | 0,41  | 0,41 | 0,41 | 0,40 |
| Физико-химические показатели |                        |  |  |                              |                                |                               |   |      |      |      |
| Удельный объем хлеба         | см <sup>3</sup> /100 г | 0,08                                     | 0,08                                   | 0,08                         | 0,08                           | 0,08                          | 0,08  | 0,06 | 0,06 | 0,07 |
| Пористость хлеба             | %                      | 0,06                                     | 0,07                                   | 0,06                         | 0,07                           | 0,06                          | 0,07  | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| Белки                        | %                      | 0,06                                     | 0,06                                   | 0,07                         | 0,07                           | 0,07                          | 0,07  | 0,06 | 0,06 | 0,07 |
| Жиры                         | %                      | 0,10                                     | 0,08                                   | 0,09                         | 0,09                           | 0,09                          | 0,09  | 0,10 | 0,13 | 0,10 |
| Углеводы усвояемые           | %                      | 0,05                                     | 0,05                                   | 0,05                         | 0,05                           | 0,05                          | 0,05  | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| Клетчатка                    | %                      | 0,78                                     | 0,43                                   | 0,30                         | 0,23                           | 0,23                          | 0,23  | 0,28 | 0,23 | 0,23 |
| Минеральные вещества         | %                      | 0,12                                     | 0,13                                   | 0,14                         | 0,14                           | 0,15                          | 0,14  | 0,15 | 0,15 | 0,17 |
| Выход                        | %                      | 0,05                                     | 0,05                                   | 0,05                         | 0,05                           | 0,05                          | 0,05  | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| $I_{тех}$                    |                        | 1,70                                     | 1,32                                   | 1,24                         | 1,14                           | 1,18                          | 1,14  | 1,21 | 1,20 | 1,21 |
| $I_{жсм}$                    |                        | 0,90                                     | 0,95                                   | 1,16                         | 1,04                           | 1,12                          | 1,04  | 1,19 | 1,16 | 1,18 |
| Конкурентоспособность        |                        | 1,88                                     | 1,39                                   | 1,06                         | 1,09                           | 1,05                          | 1,09  | 1,02 | 1,03 | 1,01 |

**Заключение по главе 7**

Несмотря на высокую значимость хлебобулочных изделий, как социального продукта питания, в РФ, в последние десятилетия заметно значительное снижение его потребления. Это обусловлено различными социальными и экономическими процессами: замещения рациона хлебобулочных изделий другими видами продукции, недостаточным ассортиментом в плане «брендовых новинок», национальным стереотипом, связанным с мнением, что хлеб не может быть дорогим продуктом, кризисом хлебопекарной отрасли, связанным с высоким износом оборудования, высокой нестабильностью качества сырья, и др. Изменения структуры ассортимента связаны со снижением объема хлеба и хлебобулочных изделий недлительного хранения и увеличения удельного веса изделий длительного хранения и пониженной влажности. Это может быть обусловлено с трансформацией торговли хлебобулочной продукцией, перемещением потребителей в большие торговые центры, которым неинтересно и невыгодно продавать продукцию с небольшими сроками хранения, в том числе таких, как хлебобулочные изделия. Хлебобулочные изделия с ржаной мукой в России имеют устойчивую тенденцию к снижению. Это связано как с особенностями зернового рынка России, так и со сложной технологией его производства и недостаточностью квалифицированных кадров в отрасли.

Сохранение в России традиции употребления хлебобулочных изделий с ржаной мукой теряется и требует государственной поддержки, что пока не находит отклика у чиновников. Повышение популярности хлебобулочных изделий с ржаной мукой возможно при совместных проектах популяризации хлебобулочных изделий для здоровья региональных властей, медицинских и образовательных учреждений. В том числе через расширение ассортимента путем внедрения научно-обоснованных рецептур и технологий ржаных и ржано-пшеничных хлебобулочных изделий для диетического и профилактического питания.

## ВЫВОДЫ

Результаты выполненной работы представлены в следующих выводах:

1. На основе анализа современных проблем питания населения, обозначены задачи связанные с коррекцией пищевой ценности хлебобулочных изделий. Интенсивное развитие в России малых форм хлебопечения влечет за собой необходимость в адаптированных, ускоренных технологиях производства ржано-пшеничных хлебобулочных изделий, которые удовлетворяются в основном за счет импортных мучных смесей и добавок. Путем решения современных вызовов стоящих перед отечественным хлебопечением является создание, с целью повышения здоровья населения и импортозамещения, собственных разработок поликомпонентных мучных смесей повышенной пищевой ценности и сухих полуфабрикатов – заварок и подкислителей для ускоренного производства.

2. Теоретически и экспериментально обоснованы режимы переработки вторичных сырьевых ресурсов (некондиционного картофеля и сухой обессахаренной свекловичной стружки) в новые виды пищевого сырья – сахаросодержащие порошки из картофеля и порошки пищевые свекловичные.

2.1 Исследованы зависимости скорости разжижения и осахаривания некондиционного картофеля в высокоосахаренный полуфабрикат от технологических параметров модификации на основании которых определены оптимальные режимы разжижения путем гидротермической обработки в течение 40 минут и осахаривания: температура 65-77 °С, рН 4,8-5,0, содержание сухих веществ в субстрате 19,4 % - 25,0 %, дозировка ферментного препарата 0,025 – 0,06 % от массы сухих веществ. Применение рециркуляционной сушки высокоосахаренного полуфабриката с применением в качестве осушителей сахаросодержащего порошка из картофеля предыдущего приготовления, муки ржаной обдирной, муки пшеничной первого сорта позволило получить три вида сахаросодержащих продуктов из картофеля СПК, СПКрж, СПКпш.

2.2 Определены зависимости водосвязывающей и сорбционной способности, а также содержания пектиновых веществ от технологических параметров физико-химической модификации сухой обессахаренной свекловичной стружки на основании которых установлены оптимальные режимы получения порошка пищевого свекловичного (ППС): рН-среды 5,0-5,6, продолжительность гидролиза 22-27 минут, температура 72-74°С, сушка полупродукта при температуре 90-95°С в течение 50-60 минут. Для моделирования водоудерживающей и сорбционной способности нового вида сырья определены оптимальные режимы экструзионной обработки ППС совместно с кукурузным крахмалом: соотношение кукурузного крахмала и ППС – 45:55, влажность смеси 20% - 25 %, температура 180±10°С.

2.3 Исследовано влияние сахаросодержащих продуктов из картофеля и порошков пищевых свекловичных *in vivo*. Установлено, что введение в рацион подопытных животных сахаросодержащего порошка из картофеля снижает уровень холестерина в сыворотке крови до 15 %, АСТ – до 4 %. Добавление к рациону порошка пищевого свекловичного экструдированного увеличивает содержание в сыворотке крови количество общего белка до 4,6 %, снижает уровень холестерина до 1,8 %, увеличивает содержание лактобактерий в кишечнике – в 1,8 раз.

2.4 Обосновано использование муки крупяных культур (ячменной, рисовой, гречневой и пшенной) на основе анализа их амилографических показателей: крахмалы данного сырья более термостабильны, для их клейстеризации и разжижения и осахаривания требуется более длительное время – на 30-60 минут больше, чем для ржаной обдирной муки. Для получения сухих полуфабрикатов для ускоренного производства заварки высушивают до влажности не более 15 % и измельчают.

3. Получены новые данные о химическом составе и технологических свойствах нетрадиционных видов пищевого сырья.

3.1 Комплексная их оценка показала, что сахаросодержащие порошки из картофеля, порошки пищевые свекловичные, заварки из муки

крупяных культур, молоко сухое обезжиренное, сыворотка молочная сухая, мука соевая и чечевичная, семена подсолнечника и кунжута могут использоваться для улучшения минеральной ценности хлеба, корректировки соотношения белков и углеводов, повышения биологической ценности, содержания пищевых волокон, а также будут участвовать в формировании технологических свойств поликомпонентных мучных смесей (водосвязывающей, водоудерживающей способности и числа падения).

3.2 Оценка технологического потенциала сырья: сыворотки сухой, сыворотки творожной нативной, концентрата квасного сусле, порошков брусники, клюквы, калины, рябины, яблока позволила установить, что данные виды сырья, обладая высокой кислотностью и содержанием водорастворимых углеводов будут интенсифицировать технологический процесс, что показывает целесообразность их применения для ускоренного производства хлебобулочных изделий с ржаной мукой в составе подкислителей.

4. Установлено, что показатель числа падения сырьевых компонентов поликомпонентных смесей позволяет прогнозировать их технологический потенциал формирующий качество полуфабрикатов и готовых изделий. Выявлена высокая корреляционная связь между числом падения поликомпонентных мучных смесей с разной дозировкой нетрадиционного сырья и качеством хлебобулочных изделий из них. Определено критериальное значение числа падения мучных смесей с нетрадиционным сырьем равное 200-240 с, которое позволяет получить ржано-пшеничные хлебобулочные изделия с наиболее высокими качественными показателями.

5. В основе методологического подхода количественно-качественной оптимизации нутриентного состава поликомпонентной мучной смеси принято выделение в качестве ключевой составляющей белковой компоненты смеси, а для раскрытия потенциала нетрадиционного сырья вносимого в состав проектируемой смеси использованы такие параметры, как соотношение белков и углеводов, минеральных веществ Ca:P:Mg и

показатель числа падения. Реализация представленного подхода осуществлена с помощью программного обеспечения.

6. реализованы методологические принципы создания разнообразного ассортимента поликомпонентных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с нетрадиционным сырьем (обогащенных пищевыми волокнами, с сахаросодержащими порошками из картофеля, заварных), рецептур на их основе и технологических решений с применением подкислителей сбалансированного состава для ускоренного производства. Установлено, что биологическая ценность разработанных хлебобулочных изделий выше на 8,1 % - 17,0 %, соотношение белков:жиров:углеводов соответствует 1,0:0,8:3,9-4,8, кальций:магний:фосфор – 1:0,5-0,6:1,2-1,5. При этом, по кальцию, фосфору, магнию суточная потребность человека удовлетворяется более чем на 15 % при этом уровень суточного удовлетворения в белках увеличивается на 9,2 % - 47,7 % по сравнению с контролем. Пищевые волокна в норме более 15 % содержатся в хлебобулочных изделиях из поликомпонентных смесей с порошками пищевыми свекловичными и заваркой из муки ячменной.

7. Разработаны и утверждены 3 комплекта технической документации на новые виды сырья (сахаросодержащие продукты из картофеля, порошки пищевые свекловичные, заварки сухие), а также 5 – на мучные смеси и хлебобулочные изделия с нетрадиционным сырьем, проведена промышленная апробация.

8. Сводный индекс технических параметров разработанных поликомпонентных смесей повышенной пищевой ценности и ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с их использованием на 2 % - 25 % выше



**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. А. с. 704412 СССР, МКИ А 21 D 8/02. Способ производства хлеба / Л. Н. Казанская, И. М. Логинова, В. А. Патт, Н. Д. Белянина, Е. Г. Разова, А. Н. Григорян, Н. М. Соловьев, Н. В. Прокофьева, Г. П. Головкина; ЛО ВНИИХП НПО Хлебпром. – №3781970/28-13 ; заявл. 31.07.78 ; опубл. 24.11.80. – 4 с.
2. А. с. 1105167 СССР, МКИ А 21 D 8/02. Способ производства жидкой ржаной закваски для приготовления ржаного хлеба / Н. М. Аверина, Л. П. Пащенко, Н. И. Дерканосов; Воронежский технологический институт. – № 341153128-13; заявл. 17.05.82 ; опубл. 30.07.84. – 4 с.
3. А. с. 1159950 СССР, МКИ С 12N 1/18. Питательная среда для культивирования микроорганизмов в ржаной закваске /Л. П. Пащенко, Н. М. Аверина, Н. В. Шалимова; Воронежский технологический институт. – № 3615231-13 ; заявл. 08.07.83 ; опубл. 30.07.85. – 4 с.
4. А. с. 1206302 СССР, МКИ С 21 N 1/018. Питательная среда для культивирования микроорганизмов, использования при приготовлении ржаных заквасок в производстве хлеба / Н. И. Дерканосов, Н. М. Аверина, И. Н. Дерканосов; Воронежский технологический институт. – № 3741950/28-13 ; заявл. 22.05.84 ; опубл. 30.07.86. – 4 с.
5. А. с. 1338136 СССР, МКИ А 21 D 8/02. Способ производства хлеба / Поландова Р.Д. [и др.] ; заявитель и обладатель Научно-производственное объединение хлебопекарной промышленности и Клайпедский хлебокомбинат. - № 3888281/30-13 ; заявл. 5.03.84 ; опубл. 24.04.85 – 8 с.
6. Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Система предрегистрационного доклинического изучения безопасности препаратов. Отбор, проверка и хранение производственных штаммов, используемых при производстве пробиотиков: методические указания МУК 4.2.2602-10. — Москва : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. - 60 с. – Режим доступа:

<http://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293816/4293816271.pdf> (дата обращения: 17.01.2019).

7. Автоматизированное проектирование сложных многокомпонентных продуктов питания: учебное пособие / Е. И. Муратова [и др.]. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. – 80 с.

8. Агеева, Н. М. Биолого-технологическая оценка роли органических кислот в пищевых продуктах / Н. М. Агеева, Г. Ф. Музыченко, С. Д. Бурлака ; Кубанский технологический университет. – Краснодар, 2007. – 141 с. – Деп. в ВИНТИ 09.07.2007, № 705-B2007.

9. Адаменко, Е. И. Анализ распространенности основных факторов риска развития хронических неинфекционных заболеваний в республике Беларусь / Е. И. Адаменко, Л. А. Жилевич // Вопросы организации и информатизации здравоохранения. – 2010. – № 1 (62). – С. 37-41.

10. Анализ пищевой ценности хлебобулочных изделий / Е. И. Пономарева [и др.] // Хлебопечение России. – 2011. - № 3. – С. 31-32.

11. Андреев, Н. Р. Структура, химический состав и технологические свойства основных видов крахмалсодержащего сырья / Н. Р. Андреев, В. Г. Карпов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1999. – № 7. – С. 30–33.

12. Артузи, П. Наука о питании и искусство приготовления вкусной еды / Пеллегрини Артузи ; [пер. с итал. И. Алекберова]. – Москва : ИТА Casa Editrice, 2011. – 112 с.

13. Ауэрман, Л. Я. Технология хлебопекарного производства : [учеб. для вузов по специальности «Технология хлеба, мучных кондитер. и макарон. Изделий»] / Л. Я. Ауэрман. - Изд. 9-е, перераб. и доп. – Санкт-Петербург : Профессия, 2005. - 415 с. : ил.

14. Афанасьева, Л. Н. Классификация молочных продуктов по степени усвояемости / Л. Н. Афанасьева, А. Л. Верещагин // Товарный консалтинг и аудит потребительского рынка : 3-я Всероссийская научно-практическая конференция / Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова. - Бийск : Бийский технологический институт (филиал), 2010. – С. 18-22.

15. Ахназарова, С. Л. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии / С. Л. Ахназарова, В. В. Кафаров. – Москва : Высшая школа, 1978. - 319 с.
16. Байбашева, Д. К. Разработка технологии ржано-пшеничного и пшеничного хлеба функционального назначения с применением инулинсодержащего сырья : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Байбашева Джаминат Камалутдиновна. – Орел, 2010. - 25 с.
17. Байгарин, Е. К. Изучение содержания пищевых волокон в отечественных пищевых продуктах и их влияние на усвояемость макронутриентов : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.02.01 / Байгарин Евгений Кайратович. - Москва, 2012. – 22 с.
18. Баранов, Б.А. Использование средств информационных технологий при разработке рецептур функциональных пищевых продуктов / Б. А. Баранов, Д.И. Шишкина, Е.В. Дырива // Новое слово в науке: перспективы развития. - 2016. - № 2 (8). - С. 105-111.
19. Барановский, А. Ю. Основы питания россиян : справочник / А. Ю. Барановский, Л. И. Назаренко. – Москва : Питер, 2007. – 527 с.
20. Барегамян, Л. А. Альтернативные теории питания: лечебное голодание / Л. А. Барегамян // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2015. – Т. 5, № 5. – С. 667.
21. Батурина, Н. А. Потребительские свойства и пищевая ценность пшеничного хлеба с добавками муки бобовых культур / Н. А. Батурина, Р. С. Музалевская, Л. А. Пашкевич // Вестник ОрелГИЭТ. – 2013. – № 1 (23). – С. 153-159.
22. Белецкая, Н.М. Инновационные направления развития рынка хлебобулочных изделий / Н.М. Белецкая, Л.П. Удалова, Л. П. Пашенцева // [Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права](#). – 2016. – № 2 (58). – С. 63-69.
23. Белоновская, Л. К. Влияние соевых отрубей на спектр желчных кислот больных желчнокаменной болезнью / Л. К. Белоновская, О. С. Кляшторная // Вопросы питания. – 1992. – № 4. – С. 15–17.

24. Беляева, И. А. Использование чечевицы для повышения биологической ценности продуктов питания / И. А. Беляева, А. А. Коверченко, Е. Н. Холодова // Современная наука и инновации. – 2016. – № 3 (15). – С. 94-101.

25. Березина, Н. А. Использование гречневой муки при производстве заварных хлебобулочных изделий / Н. А. Березина // Хлебопродукты. – 2012. – № 1. – С. 52-54.

26. Березина, Н. А. Исследование влияния пшеничной муки на качество заварных хлебобулочных изделий / Н. А. Березина // Хлебопродукты. – 2010. – № 5. – С. 35-37.

27. Березина, Н. А. Исследование влияния способов приготовления на качество заварных хлебобулочных изделий / Н. А. Березина, Я. В. Борисенко, Е. С. Курзюкова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2014. – № 1. – С. 3-13.

28. Березина, Н. А. Моделирование состава готовой мучной смеси для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий / Н. А. Березина, И. В. Губина // Хлебопродукты. – 2012. – № 2. – С. 44-46.

29. Березина, Н. А. Моделирование состава готовых мучных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий методом симплекс-решетчатого планирования / Н. А. Березина // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2012. – № 2. – С. 18-24.

30. Березина, Н. А. Моделирование состава многокомпонентных смесей повышенной биологической ценности для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий на основе разработки и использования автоматизированной системы научных исследований / Н. А. Березина, А. В. Артемов // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2015. – № 3 (31). – С. 8-14.

31. Березина, Н. А. Моделирование состава мучной смеси для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий / Н. А. Березина, С. Я. Корячкина, А. М. Орлова // Хлебопродукты. – 2013. – № 6. – С. 45-48.

32. Березина, Н. А. Моделирование состава мучных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий, обогащенных пищевыми волокнами / Н. А. Березина, Н. В. Мазалова, Т. Н. Егорочкина // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2013. – № 1. – С. 30-37.

33. Березина, Н. А. Моделирование состава поликомпонентных мучных смесей с заданными показателями пищевой адекватности / Н. А. Березина, А. В. Артемов, Б. И. Чуев // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». - 2016. – № 3. – Режим доступа: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru> (дата обращения: 12.01.2019).

34. Березина, Н. А. Мучная смесь для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с сахаросодержащим порошком из картофеля / Н. А. Березина, А. М. Орлова // Хлебопродукты. – 2015. - № 9. – С. 60-62.

35. Березина, Н. А. Обогащенный сахаросодержащий порошок из картофеля / Н. А. Березина, А. М. Орлова // Технология и товароведения инновационных пищевых продуктов. – 2015. – № 2 (31). – С. 12-15.

36. Березина, Н. А. Оптимизация состава готовой мучной смеси для заварных ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с рисовой заваркой / Н. А. Березина, С. Я. Корячкина // Хлебопечение России. - 2011. – № 6. – С. 30-32.

37. Березина, Н. А. Получение пищевых волокон из вторичного сырья / Н. А. Березина, Н. В. Мазалова, А. В. Тарасова // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». - 2014. – № 1. – Режим доступа: <http://www.proc.ihbt.ru> (дата обращения: 02.02.2019).

38. Березина, Н. А. Применение муки крупяных культур при производстве заварных хлебобулочных изделий / Н. А. Березина, С. Я. Корячкина. – Орел : ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», 2012. – 231 с.

39. Березина, Н. А. Применение ячменной муки для повышения качества хлебобулочных изделий / Н. А. Березина // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2012. - № 1. – С. 57-62.

40. Березина, Н. А. Расширение ассортимента и повышение качества ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с сахаросодержащими добавками

- / Н. А. Березина. – Орел : ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», 2012. – 231 с.
41. Березина, Н. А. Рисовая мука в производстве заварных ржано-пшеничных хлебобулочных изделий / Н. А. Березина, С. Я. Корячкина // Хлебопечение России. - 2011. – № 4. – С. 18-19.
42. Березина, Н. А. Сахаросодержащая паста из картофеля / Н. А. Березина // Хранение и переработка сельхозсырья. - 2011. - № 10. – С. 56-57.
43. Березина, Н. А. Ускоренный способ производства хлебобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки / Н. А. Березина, А. С. Хомяков // Технология и продукты здорового питания : материалы VIII Международной научно-практической конференции, 26-27 ноября 2014 г. / под ред. И. В. Симаковой. – Саратов, 2014. – С. 373-376.
44. Бессонов, В. Д. Влияние свойств крахмалов на биодоступность ряда минорных биологически активных компонентов пищевых продуктов и сохранность жирового компонента / В. В. Бессонов, О. И. Передряев, М. Н. Богачук // Вопросы детской диетологии. — 2011. – Т. 9, № 1. – С. 22–26.
45. Биологическая закваска – путь к повышению конкурентоспособности хлебобулочных изделий / О. В. Афанасьева, Л. И. Кузнецова, Е. Н. Павловская, О. А. Савкина // Кондитерское и хлебопекарное производство. - 2009. - № 8. - С. 8-9.
46. Биохимические методы исследования в клинике / под ред. А. А. Покровского. – Москва : Медицина, 1969. - 294 с.
47. Блинова, О.А. Потребительские свойства ржано-пшеничного хлеба с применением порошка из плодово-ягодного сырья / О. А. Блинова, А. И. Трондина // Инновационные технологии научного развития : сборник статей международной научно-практической конференции, г. Казань, 20 октября 2016 г. – Казань : Аэтерна, 2016. – Т. 2. - С. 22-27.
48. Блинова, О.А. Применение нетрадиционного сырья при производстве ржано-пшеничного хлеба / О.А. Блинова, Н.В. Праздничкова,

А. П. Троц // Инновационное развитие аграрной науки и образования : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию чл.-корр. РАСХН, засл. деятеля РСФСР и ДР, проф. М. М. Джамбулатова. – Махачкала : Дагестанский государственный аграрный университет им. М. М. Джамбулатова, 2016. – С. 22-29.

49. Бобков, В. А. Технология мучных смесей для продуктов функционального назначения : автореф. дис... канд. техн. наук : 05.18.01 / Бобков Владимир Александрович. - Москва, 2009. - 25 с.

50. Богатырёва, Т.Г. Использование полбяной муки в технологии хлебобулочных изделий / Т. Г. Богатырёва, Е. В. Иунихина, А. В. Степанова // Хлебопродукты. – 2013. – № 2. – С. 40-42.

51. Бориева, Л.З. Разработка технологии производства ржано-пшеничного хлеба функционального назначения с использованием экстракта и настоя девясила британского / Л.З. Бориева, А.Я. Тамахина // Успехи современной науки. – 2016. – Т. 2, № 10. – С. 89-93.

52. Брыксина, К.В. Расширение ассортимента хлебобулочных изделий с функциональной направленностью / К. В. Брыксина // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2017. – № 4. – С. 65-69.

53. Будакова, Э.Д. [Особенности трехфазного способа приготовления ржано-пшеничного хлеба с использованием овсяной муки](#) / Э. Д. Будакова, И. И. Багаутдинов, А. А. Черненко // [Пища. Экология. Качество](#) : труды XIII международной научно-практической конференции, г. Красноярск, 18-19 марта 2016 г. / отв. за вып. О. К. Мотовилов[и др.]– Красноярск : Красноярский государственный аграрный университет, 2016. – Т. I. - С. 170-175.

54. Бутковский, В. А. Мукомольно-крупяная промышленность России в современных условиях / В. А. Бутковский // Продовольственная независимость России. В 2 т. Т. 1 / А. В. Гордеев [и др.]. – Москва : Технология ЦД, 2016. – С. 200-251.

55. Бутковский, В. А. Современная техника и технология производства муки / В. А. Бутковский, Л. С. Галкина, Г. Е. Птушкина. – Москва : ДеЛи принт, 2006. — 319 с.

56. Васильев, Ф. В. К вопросу оптимизации аминокислотного состава поликомпонентных продуктов с использованием методов вычислительной математики / Ф. В. Васильев, И. А. Глотова, Л. В. Антипова // Хранение и переработка сельхозсырья. - 2002. - № 2. - С. 58-61.

57. Васипов, В. В. Разработка хлебобулочных изделий специализированного назначения для питания спортсменов / В. В. Васипов, А. А. Вытовтов, Л. П. Нилова // Вопросы питания. – 2015. – Т. 84, № 5. – С. 25.

58. Васюкова, А. Т. Современные технологии хлебопечения : учебно-практическое пособие / А. Т. Васюкова, В. Ф. Пучкова. – 2-е изд. – Москва : Дашков и К, 2008. – 224 с.

59. Ващенко, В. Оценка конкурентоспособности хлеба нового ассортимента на рынке Украины / В. Ващенко // Товары и рынки. – 2010. – № 1 (9). – С. 158-163.

60. Вершинина, О.Л. Использование тыквенного жмыха в технологии ржано-пшеничного хлеба / О. Л. Вершинина, И. М. Сыркина // Инновации в индустрии питания и сервисе : электронный сборник материалов I Международной научно-практической конференции, посвященной 30-летию кафедры технологии и организации питания, г. Краснодар, 19-21 сентября 2014 г. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2014. – С. 90-94.

61. Винарский, М. С. Планирование эксперимента в технологических исследованиях / М. С. Винарский, М. В. Лурье. – Киев : Техника, 1975. – 168 с.

62. Витол, И. С. Ферменты и их применение в пищевой промышленности / И. С. Витол, И. Б. Кобелева, С. Е. Траубенберг. — Москва : ИК МГУГШ, 2000. - 80 с.



63. Власова, М.В. Влияние грибного порошка на пищевую ценность ржано-пшеничного хлеба / М. В. Власова, Т. П. Ахмедова // [Вестник ОрелГИЭТ](#). – 2016. – № 2 (36). – С. 151-155.

64. Влияние гидромодуля самоосахаренной заварки на качество ржано-пшеничного хлеба / Л. И. Кузнецова [и др.] // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2017. – № 11-12 (173). – С. 12-14.

65. Влияние использования различных концентраций нескольких видов пищевых волокон на обеспеченность витаминов С и витаминами группы В в длительном эксперименте на животных / Н. Г. Богданов [и др.] // Пищевые волокна в рационе питания человека : тез. докл. Всесоюз. науч. конф. (17–19 нояб. 1987 г.). – Москва, 1987. – С. 34–35.

66. Влияние нетрадиционного растительного сырья на пищевую ценность и качество хлеба / Т. А. Сильчук, О. В. Арпуль, В. И. Кулинич, Д. Б. Рахметов // Вестник Алматинского технологического университета. – 2015. – № 1. – С. 12-16.

67. Влияние новой подкисляющей смеси на качество ржано-пшеничного хлеба, вырабатываемого по ускоренной технологии / Н. О. Дубровская, Л. И. Кузнецова, О. А. Савкина, О. И. Парахина // Хлебопечение России. – 2014. – № 2. – С. 21-22.

68. Влияние природных цеолитов на минеральный обмен организма / А. Д. Герасев [и др.] // Бюллетень Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. – 2004. – Т. 24, № 4. – С. 91-95.

69. Влияние различных уровней витамина D и кальция в рационе на изменчивость микробиоценоза крыс / Ю. В. Несвижский [и др.] // Вопросы питания. – 2008. – Т. 77, № 4. – С. 70-77.

70. [Влияние разных видов хлеба на биохимический состав крови и массу белых мышц](#) / А. А. Ивановский [и др.] // [Достижения науки и техники АПК](#). – 2012. – № 6. – С. 65-67.

71. Влияние самоосахаренной заварки на качество ржано-пшеничного заварного хлеба / М. Ж. Арынбаева, Л. И. Кузнецова, О. И.

Парахина, Л. В. Усова // Современные тенденции развития науки и технологий. – 2017. – № 1-1. – С. 12-16.

72. [Влияние технологии заварного хлеба на биотехнологические показатели готовых изделий](#) / Ф. А. Рожков, Л. И. Кузнецова, О. И. Парахина, Л. В. Усова // Современные тенденции развития науки и технологий. – 2017. – № 1-1. – С. 108-112.

73. Влияние ферментного препарата на основе фитазы в комплексе с янтарной кислотой на качество зернового хлеба / Е. Кузнецова, С. Корячкина, О. Пригарина, А. Синицын // Хлебопродукты. – 2006. – № 9. – С. 62-64.

74. Волкова, Е. А. Заболевания желудочно-кишечного тракта на фоне пищевой аллергии у детей раннего и дошкольного возраста, совершенствование диагностики и терапии : автореф. дис. ... д-ра мед. наук : 14.00.09 / Волкова Елена Альбертовна. – Нижний Новгород, 2004. – 50 с.

75. Вольпер, И. М. Картофель. История, применение, употребление / И. М. Вольпер, Я. И. Магидов. – Москва : Пищевая промышленность, 1978. – 144 с.

76. Воропаева, О. Н. Разработка технологии хлебобулочных изделий с мучными композитными смесями : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Воропаева Ольга Николаевна. – Воронеж, 2008. – 20 с.

77. Вржесинская, О. А. Использование в питании обогащенных пищевых продуктов: оценка максимально возможного поступления витаминов, железа и кальция / О. А. Вржесинская, В. М. Коденцова // Микроэлементы в медицине. - 2007. – Т. 8, № 21. – С. 1-17.

78. Гаврилова, О.М. Разработка технологии хлебобулочных изделий с применением гречневой муки : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Гаврилова Ольга Михайловна. - Москва, 2008. - 26 с.

79. Галимзянова, С. В. Антоцианы – перспективный ингредиент пищевых продуктов / С. В. Галимзянова // Научное сообщество студентов : сборник материалов XIV Международной студенческой научно-

практической конференции, г. Чебоксары, 26 мая 2017 г. – Чебоксары : Интерактив Плюс, 2017. – С. 16-17.

80. Голыбин, В. А. Пищевые волокна из свекловичного жома – важное направление в профилактическом питании / В. А. Голыбин, К. В. Голова, Н. А. Матвиенко // Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение : материалы Межд. науч.-тех. конф., Воронеж, 13–14 ноября 2014 г. – Воронеж : ВГУИТ, 2014. – С. 433–435.

81. Гольденберг, С. П. Автоматизированная система управления основными материальными потоками свеклосахарного производства : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 15.13.07 / Гольденберг Сергей Петрович. – Москва, 1990. – 26 с.

82. Гольденберг, С. П. Минимизация потерь сахара при хранении и переработке свеклы за счет оптимального распределения материальных потоков на сахарном заводе / С. П. Гольденберг, З. С. Морев. – Москва : ВНИИТИ «Депонированные научные работы», 1988. - № 11. - С. 150.

83. Гордеева, В. Ф. Разработка нового ассортимента хлебобулочных изделий с добавлением молочной сыворотки / В. Ф. Гордеева, О. В. Сухова // Техника. Технологии. Инженерия. — 2016. — №1. — С. 57-60. — Режим доступа: <https://moluch.ru/th/8/archive/36/890/> (дата обращения: 20.01.2019).

84. ГОСТы, ТУ и стандарты организации // ВНИИЗ. – 2010-2018. – Режим доступа: <http://вниииз.рф/gost-tu.aspx> (дата обращения: 12.01.2019).

85. Государственная политика Российской Федерации в области здорового питания : доклад. - Москва : Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2015. – 89 с.

86. Гребенщиков, А. В. Зависимость функционально-технологических свойств семян люпина от структурно-морфометрических характеристик / А. В. Гребенщиков, Ж. И. Богатырева // Материалы III Международной научно-технической конференции. В 3 т. – Воронеж : ВГТА, 2009. – С. 11-15.

87. Гринчишина, З. Ф. Применение пектина при производстве продуктов питания / З. Ф. Гринчишина, М. П. Могильный // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – № 1. – С. 35–36.

88. Громцев, С. А. Особенности производства ржано-пшеничного хлеба в полевых условиях / С. А. Громцев, А. С. Громцев, О. М. Червяков // Процессы и аппараты пищевых производств. – 2013. – № 3. – С. 14.

89. Данильчук, Ю. В. Состояние рынка, формирование ассортимента ржано-пшеничного хлеба / Ю. В. Данильчук, Н. К. Сулова // Товаровед продовольственных товаров. – 2014. – № 10. – С. 51-56.

90. Дворецкий, С. И. Автоматизированная информационная система для расчета и оптимизации рецептур многокомпонентных пищевых систем / С. И. Дворецкий, Е. И. Муратова, С. Г. Толстых // Автоматизация и современные технологии. - 2012 - №4. - С.33-40.

91. Демина, И.А. Исследование и расчет состава мучных композитных смесей при помощи задач линейного программирования MSExcel / И. А. Демина, В.С. Кубанцева // Вестник КАСУ. – 2009. - № 1. – С. 233-237.

92. Дерканосов, Н.И. Влияние продуктов переработки ячменя на потребительские свойства ржано-пшеничного хлеба / Н. И. Дерканосов // Товаровед продовольственных товаров. – 2010. – № 6. – С. 5-9.

93. Дерканосова, Н. М. Изучение потребительских предпочтений в отношении хлебобулочных изделий / Н. М. Дерканосова, О. А. Василенко, Н. И. Золотарева // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. – 2016. – № 1 (6). - С. 5-9.

94. Дерканосова, Н. М. Моделирование и оптимизация технологических процессов пищевых производств. Практикум : учеб. пособие / Н. М. Дерканосова, А. А. Журавлев, И. А. Сорокина ; Воронеж. гос. технол. акад. – Воронеж : ВГТА, 2011. – 196 с.

95. Дерканосова, Н. М. Научно-практические основы совершенствования производства хлеба с применением традиционных и

комбинированных ресурсов : дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.01 / Дерканосова Наталья Митрофановна. - Воронеж, 2001. – 476 с.

96. Джабоева, А. С. Создание технологий хлебобулочных, мучных кондитерских и кулинарных изделий повышенной пищевой ценности с использованием нетрадиционного растительного сырья : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 15.18.01 / Джабоева Амина Сергеевна. – Москва, 2009. - 50 с.

97. Джахангирова, Г. З. Влияние функциональных ингредиентов хлеба на развитие алиментарно-зависимых заболеваний / Г. З. Джахангирова, П. М. Турсунходжаев // Хлебопродукты. – 2016. – № 7. - С. 54-57.

98. Диетические хлебобулочные изделия в рационе людей преклонного возраста / Е. А. Билык, В. И. Дробот, А. Н. Грищенко, В. И. Бондар // Теория и практика современной науки. – 2017. – № 6 (24). – С. 125-130.

99. Донченко, Л. В. Разработка и интенсификация технологических процессов получения пектина из свекловичного и других видов сырья : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.05 ; 05.18.12 / Донченко Людмила Владимировна. – Киев, 1990. – 48 с.

100. Дружинин, П. В. Физико-химические свойства пищевых волокон / П. В. Дружинин, Л. Ф. Новиков, Ю. А. Лысиков. – Режим доступа: <http://online-wellness.com> (дата обращения: 19.01.2019).

101. Дубровская, Н. О. Влияние сухой комплексной заварки с рябиновым порошком на качество и пищевую ценность заварного хлеба / Н. О. Дубровская, Л. И. Кузнецова // Хлебопечение России. – 2014. – № 6. – С. 18-20.

102. Дудкин, М. С. Пищевые волокна / М. С. Дудкин, Н. К. Черно. – Москва : Урожай, 2012. – 152 с.

103. Дудкин, М. С. Новые продукты питания / М. С. Дудкин, Л. Ф. Щелкунов. – Москва : Наука, 1998. – 304 с.

104. Евдокимов, И. А. Современное состояние и перспективы переработки молочной сыворотки / И. А. Евдокимов // Молочная промышленность. - 2006. - № 2. - С. 34-36.

105. Егорова, М. И. Вторичные сырьевые ресурсы: научный подход / М. И. Егорова, М. Б. Коновалов, Ю. А. Лопатеев // Сахар. – 2003. – № 3. – С. 44–45.

106. Ершова, А.А. Разработка технологии производства ржанопшеничного хлеба с добавлением настойки чайного гриба / А. А. Ершова, Н.В. Кияшко // Инновации молодых - развитию сельского хозяйства : материалы 52 научной студенческой конференции, г. Уссурийск, 25-31 марта 2016 г. – Уссурийск : Приморская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. – С. 149-152.

107. Жаркова, И. М. Научно-практическое обоснование и разработка технологий специализированных мучных изделий : дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.01 / Жаркова Ирина Михайловна. – Краснодар, 2017. – 453 с.

108. Жманчинская, Е.О. Научное обоснование ресурсосберегающих технологий изготовления хлебобулочных изделий функционального назначения / Е. О. Жманчинская, Д. К. Жиров, С. П. Меренкова // Проблемы механики и материаловедения : труды Института механики УрО РАН. - Ижевск, 2016. – С. 152-158.

109. Жуков, С. В. Методы управления амилолитической активностью в мукомольном производстве / С. В. Жуков, Г. Н. Панкратов // Хлебопродукты. – 2007. - № 9. – С. 63-55.

110. Жуков, С. В. Разработка технологических решений по совершенствованию сортовых помолов ржи : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Жуков Сергей Владимирович. - Москва, 2008. – 189 с.

111. Жуков, С. В. Управление амилолитической активностью зерна / С. В. Жуков, Г. Н. Панкратов // Хлебопродукты. – 2006. - № 8. – С. 34-35.

112. Жушман, А. И. Современные достижения в технологии экструзионных крахмалопродуктов / А. И. Жушман, Е. К. Коптелова, В. Г. Карпов // *Обзорная информация АгроНИИТЭИПП. Сер. 19.* – 1989. – Вып. 4. – 24 с.

113. Жушман, А. И. Экструзионная обработка крахмала и крахмалосодержащего сырья / А. И. Жушман, Е. К. Коптелова, В. Г. Карпов // ЦНИИТЭИПищепром. – 1980. – Вып. 3. – С. 3–6.

114. Законодательное обеспечение развития переработки сельскохозяйственной продукции. 2017 / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. – Режим доступа: [http://komitet2-20.km.duma.gov.ru/upload/site2/MSH\\_Prezentaciya\\_parlamentskie\\_slushaniya.pdf](http://komitet2-20.km.duma.gov.ru/upload/site2/MSH_Prezentaciya_parlamentskie_slushaniya.pdf) (дата обращения: 12.02.2019).

115. Захарова, А. Ржано-пшеничный хлеб со смесью круп / А. Захарова, Л. Козубаева // Хлебопродукты. – 2009. – № 12. – С. 44-45.

116. Злобин, Д. Л. Математические модели процессов при брожении полуфабрикатов хлебопекарного производства : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.13.18 / Злобин Дмитрий Леонидович. – Москва, 2005. – 21 с.

117. Злочевский, А. Л. Состояние зернового сектора России // Продовольственная независимость России. В 2 т. Т. 1 / А. В. Гордеев [и др.] ; под общ. ред. А. В. Гордеева. – Москва : Технология ЦД, 2016. – С. 168-199.

118. Зуйко, В. И. Определение оптимального соотношения компонентов комплексных подкислителей для ржано-пшеничного хлеба / В. И. Зуйко, Т. А. Сильчук // Пищевые инновации и биотехнологии : материалы IV Международной научной конференции, г. Кемерово, 27 апреля 2016 г. – Кемерово : [Кемеровский технологический институт пищевой промышленности \(университет\)](#), 2016. – С. 301-302.

119. Иванов, А. В. Содержание витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> и С в продуктах питания, произведённых в районах с различным типом почв / А. В. Иванов, Е. А. Хохлова, Л. М. Исаева // Казанский медицинский журнал. – 2005. – Т. 86, № 4. – С. 297-299.

120. Иванов, И. И. Овощная промышленность / И. И. Иванов. – Москва : Пищевая промышленность, 2000. – 186 с.

121. Иванова, Е. П. Разработка линии производства хмеле-тыквенной закваски / Е. П. Иванова // Инновационная техника и технология. – 2015. – № 3 (4). – С. 17-22.

122. Ивашкин, Ю. А. Моделирование технологических процессов мясной и молочной промышленности на ЭВМ : учебное пособие / Ю. А. Ивашкин, И. И. Протопопов. – Москва, 1983. – 63 с.

123. Ингерлейб, М. Б. Полный справочник анализов и исследований в медицине / М. Б. Ингерлейб. – Москва : Омега-Л : Книжкин Дом, 2004. – 500 с. : ил.

124. Инновационные решения проблем современного хлебопечения // Хлебопечение России. – 2014. – № 5. – С. 4.

125. Инновационные технологии хлебобулочных, макаронных и кондитерских изделий / С. Я. Корячкина, Н. А. Березина, Ю. В. Гончаров [и др.]. – Орел : ФГОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», 2011. – 265 с.

126. Интенсификация брожения и улучшения качества хлеба / Л. П. Казанская [и др.] // Хлебопекарная и кондитерская промышленность. – 1967. – № 11. – С. 4–6.

127. Информационные технологии пищевых производств в условиях неопределенности (системный анализ, управление и прогнозирование с элементами компьютерного моделирования) / А. Е. Краснов, О. Н. Красуля, О. В. Большаков, Т. В. Шленская. – Москва : ВНИИЖ, 2001. - 496 с.

128. ИРЕКС. ТРИЭР : группа компаний. – Режим доступа: <http://www.ireks.ru/start-ru.htm> (дата обращения: 22.01.2019).

129. Использование муки чиа в технологии ржано-пшеничного хлеба из замороженных полуфабрикатов высокой степени готовности / А. Э. Козловская, Н. В. Лабутина, Т. А. Юдина, Е. В. Карасева // Пищевая промышленность. – 2016. – № 8. – С. 62-65.

130. Исследование влияния нетрадиционного сырья в составе мучных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий / Н. А. Березина, С. Я. Корячкина, Н. В. Зайцев, А. С. Хомяков // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2013. – № 1 – С.7-14.

131. Исследование возможности использования закваски на основе штамма *Lactobacillus Acidophilus* A-146 для приготовления хлебобулочных



изделий из смеси ржаной и пшеничной муки / Е. В. Невская, Л. А. Шлеленко, Т. Б. Цыганова, О. В. Головачева // Велес. – 2016. – № 1-2 (31). – С. 92-95.

132. Исследование функциональных свойств пряных растений зиры и кардамон, их применение в технологии ржано-пшеничного хлеба / В. А. Артемьева [и др.] // Вестник Технологического университета. – 2017. – Т. 20, № 2. – С. 132-137.

133. Исследования в области биотехнологии хлебобулочных изделий / Л. Казанская, Н. Синявская, Т. Азарова, Е. Павловская // Хлебопекарная и кондитерская промышленность. – 1993. – № 5. – С. 33–35.

134. Казанская, Л. Н. Современные технологические процессы и ассортимент хлеба с использованием ржаной муки / Л. Н. Казанская, Н. Д. Синявская, Л. И. Кузнецова. – Москва : ВНПО «Зернопродукт», 1990. – 320 с. – (Информационный сборник «Научно-технические достижения и передовой опыт в отрасли хлебопродуктов»).

135. Кароматов, И. Д. Перспективное лекарственное растение кунжут / И. Д. Кароматов, Д. М. Истамова // Биология и интегративная медицина. – 2017. – № 2. – С. 214-227.

136. Каротиноиды: строение, биологические функции и перспективы применения / В. И. Дейнека [и др.] // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация. – 2008. – № 6-2 (46). – С. 19-25.

137. Каталог культур микроорганизмов «Молочнокислые бактерии и дрожжи для хлебопекарной промышленности из коллекции Санкт-Петербургского филиала ГНУ ГОСНИИХП Россельхозакадемии» / сост. О. В. Афанасьева, Е. Н. Павловская, Л. И. Кузнецова. – Москва : Россельхозакадемия, 2009. – 97 с.

138. Кацерикова, Н. В. Кунжут как источник кальция в рационе лиц пожилого возраста / Н. В. Кацерикова, Ю. С. Липатова // Пищевая промышленность. – 2009. – № 2. – С. 48-49.

139. Кириева, Т. В. Использование нетрадиционного сырья в производстве хлебобулочных изделий / Т. В. Кириева, В. В. Бронникова //

Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. – 2014. – № 1 (16). – С. 20-25.

140. Княгиничев, М. И. Аромат ржаного хлеба / М. И. Княгиничев, П. М. Плотников // Труды Ленинградского технологического института пищевой промышленности. Т. III (XI). - Ленинград : Изд-во Ленинградского ун-та, 1953. – С. 54-59.

141. Ковалева, А.В. Применение сиропа лекарственно-технического сырья в технологии ржано-пшеничного хлеба / А. В. Ковалева // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2011. – № 1 (6). – С. 42-46.

142. Ковалева, Л. И. К вопросу об обогащении продуктов хлебопечения белками / Л. И. Ковалева, Ю. Е. Рогова // Вестник индустрии гостеприимства : международный научный сборник. - Санкт-Петербург, 2016. – С. 92-99.

143. Козионов, А. В. Разработка способа биоактивации дегидратированной закваски прямого внесения для ее рационального использования в технологии ржано-пшеничного хлеба / А. В. Козионов // Биотехнология: состояние и перспективы развития : материалы IX международного конгресса, Москва, 20-22 февраля 2017 г. – Москва : РЭД ГРУПП, 2017. - Т. 2. – С. 468-470.

144. Козлова, Г. Г. Использование алиментарного фактора для коррекции нарушений минерального обмена / Г. Г. Козлова, Н. Д. Шальнова, С. А. Рустембекова // [Хранение и переработка сельхозсырья](#). – 2008. – № 7. – С. 38-40.

145. Козьмина, Н. П. Биохимия хлебопечения / Н. П. Козьмина. – Москва : Пищевая промышленность, 1978. – 278 с.

146. Козьмина, Н. П. Зерно / Н. П. Козьмина. – Москва : Колос, 1969. - 364 с.

147. Колб, В. Г. Клиническая биохимия / В. Г. Колб, В. С. Камышников. – Минск : Беларусь, 1976. – 368 с.

148. Колесников, В. А. Пищевые волокна из свекловичного жома – эффективный комплекс решения экологических проблем / В. А. Колесников, Ю. И. Молотилин, В. О. Городецкий // Сахар. – 2012. – № 8. – С. 52–55.

149. Колесников, В. А. Пищевые волокна: производство и использование / В. А. Колесников, А. И. Артемьев. – Режим доступа: [http://www.agroyug.ru/page/item/\\_id-539](http://www.agroyug.ru/page/item/_id-539) (дата обращения: 20.12.2014).

150. Колесниченко, М.Н. Ржано-пшеничный хлеб с жимолостью / М. Н. Колесниченко, Л. А. Козубаева, Я. В. Таратынова // Современные проблемы здорового питания. Инновации и традиции : сборник статей и докладов международной научно-практической конференции, г. Барнаул, 11-12 ноября 2016 г.– Барнаул : Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, 2014. – С. 220-222.

151. Компания «ИМТ-Групп» : [офиц. сайт]. – Режим доступа: <http://imt-group.org> (дата обращения: 12.02.2019).

152. Кондарев, И.М. Ячмень / И. М. Кондарев. – Москва : Колос, 1964. – 239 с.

153. Контроль сырья, полуфабрикатов и готовых хлебобулочных изделий : учебно-методическое пособие / Н. В. Лабутина, С. Я. Корячкина, Н. А. Березина, Е. В. Хмелева. – Москва : ДеЛи, 2009. – 650 с.

154. Концентрат квасного суслу – ценное сырье для хлебопекарной промышленности / Л. Н.Казанская [и др.] // Хлебопродукты. - 1991. - № 1. - С. 30-33.

155. Концепция обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения путем развития функционального и специализированного хлебопечения в Российской Федерации до 2020 года (Хлеб - это здоровье) : утв. Постановлением главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 14.06.2013 г. № 31 // Российская газета. – 2013. - № 208. - Режим доступа: <https://zakonbase.ru/content/part/1435690> (дата обращения: 13.01.2019).

156. Копаладзе, Р. А. Методы эвтанази эксперимента животных: этика, эстетика, безопасность персонала / Р. А. Копаладзе // Успехи физиол. наук. – 2000. - Т. 31, № 3. – С. 79–90.

157. Короткова, О.Г. Разработка технологии и товароведная оценка хлебопекарных смесей и изделий на их основе: автореф. дис. ... канд. техн. наук :05.18.15 / Короткова Ольга Георгиевна. – Кемерово, 2011. – 26 с.

158. Корячкина, С. Я. Использование сахаросодержащей пасты из картофеля в технологии хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки / С. Я. Корячкина, Н. А. Березина // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2002. - № 10. – С. 53-54.

159. Корячкина, С. Я. Функциональные пищевые ингредиенты и добавки для хлебобулочных и кондитерских изделий / С. Я. Корячкина, Т. В. Матвеева. – Санкт-Петербург : Гиорд, 2013. – 528 с.

160. Косован, А. П. Методическое руководство по определению химического состава и энергетической ценности хлебобулочных изделий / А. П. Косован, Г. Ф. Дремучева, Р. Д. Поландова – Москва : Московская типография № 2, 2008. – 208 с.

161. Косован, А. П. Программа развития хлебопекарной промышленности до 2020 г. / А. П. Косован, И. И. Шапошников // Хлебопечение России. – 2011. – № 4. – С. 4-5.

162. Костоева, Е. А. Состояние продовольственного сырья и пищевых продуктов, влияние питания на здоровье населения / Е. А. Костоева, В. А. Тихомирова, Н. В. Тупикова // Новая наука: стратегии и векторы развития. – 2016. – № 118-3. – С. 10-11.

163. Костюченко, М. Н. Значение хлеба и хлебобулочных изделий в рационе питания детей дошкольного и школьного возраста / М. Н. Костюченко. – Режим доступа: <http://rustraditions.info/index.php/nauka-o-zdorovie/226-znachenie-khleba-i-khlebobulochnykh-izdelij-v-ratsione-pitaniya-detej-doshkolnogo-i-shkolnogo-vozrasta> (дата обращения: 12.02.2019).

164. Костюченко, М. Н. Инновационные подходы к решению актуальных проблем хлебопекарной отрасли / М. Н. Костюченко // *Хранение и переработка сельхозсырья*. – 2012. – № 10. – С. 51.
165. Краус, С. В. Современное состояние хлебопекарной отрасли / С. В. Краус // *Хлебопродукты*. – 2016. - № 1. – С. 12-13.
166. Кудряшева, А. Н. Аминокислоты и их использование / А. Н. Кудряшева // *Пищевая промышленность*. - 1992. - С. 13-14.
167. Кузнецова, Л. И. Влияние различных способов модификации ржаной муки на ее крахмальный комплекс / Л. И. Кузнецова, О. В. Афанасьева // *Хлебопечение России*. - 2002. - № 5. - С. 12-13.
168. Кузнецова, Л. И. Влияние хлебопекарных свойств ржаной муки на биотехнологические свойства заквасок и качество хлеба / Л. И. Кузнецова, Н. С. Лаврентьева, Р. Д. Поландова // *Хранение и переработка сельхозсырья*. - 2008. - № 2.- С. 35-38.
169. Кузнецова, Л. И. Развитие технологий заварных сортов хлебобулочных изделий с использованием ржаной муки / Л. И. Кузнецова, Р. Д. Поландова // *Хранение и переработка сельхозсырья*. - 2007. - № 5.-С. 60-62.
170. Кузнецова, Л. И. Современные технологии ржаного заварного хлеба / Л. И. Кузнецова // *Хлебопечение России*. - 2007. - № 3. - С. 10-11.
171. Кузнецова, Л. И. Технологии ржаного хлеба в условиях дискретного производства / Л. И. Кузнецова // *Хлебопродукты*. - 2006. - № 2. - С. 46-47.
172. Кузьминский, Р. В. Хлеб в нашем доме / Р. В. Кузьминский, Р. Д. Поландова. — Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 112 с.
173. Кулемина, Н.В. Использование экструдированной композитной смеси в технологии ржано-пшеничного хлеба / Н. В. Кулемина, Г. В. Шабурова // *Инновационная техника и технология*. – 2017. – № 3 (12). – С. 26-30.

174. Купцова, Ю. Ю. Обогащение ржано-пшеничного хлеба СО<sub>2</sub>-экстрактом розмарина / Ю. Ю. Купцова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 1. – С. 162.

175. Куцакова, В.Е. [Способ получения белкового ингредиента из остаточных пивных дрожжей со свойствами сорбента микотоксинов для хлебопекарного производства](#) / В. Е. Куцакова, Т. В. Шкотова, С. В. Ефимова // [Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств](#). – 2015. – № 1. – С. 105-110.

176. Кучерявенко, И.М. Совершенствование технологий пшеничных и ржано-пшеничных сортов хлеба с использованием муки, полученной из семян тыквы : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01/ Кучерявенко Инна Михайловна ; Кубанский государственный технологический университет. – Краснодар, 2013. – 23 с.

177. Лабораторные методы исследования в клинике: справочник / под ред. В. В. Меньшикова. – Москва : Медицина 1987.— 368с.: ил.

178. Лабораторный практикум по общей технологии пищевых производств / А. А. Виноградова [и др.] ; под ред Л. П. Ковальской. – Москва : Агропромиздат, 1991. - 335 с. : ил.

179. Ламберова, М. Э. Ферментативная кинетика : учебное пособие. В 2 ч. Ч. 1 / М. Э. Ламберова ; Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск : Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2013. – 76 с.

180. Лапач, С. Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel / С. Н. Лапач. – Киев: МОРИОН, 2000. – 320 с.

181. Лаптева, Н. К. Ассортимент хлебобулочных и мучных кондитерских изделий с использованием ржаного сырья и его роль в питании современного человека / Н. К. Лаптева // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С. 75-78.

182. Лебедева, В. А. Картофель XXI века / В. А. Лебедева, Н. М. Гаджиев ; ООО Селекционная фирма «Лига». – Белогорка : [б. и.], 2010. - 25 с.

183. Лебедеико, Т. Е. Современные представления о пищевой ценности хлебобулочных изделий. Основные направления для их коррекции / Т. Е. Лебедеико, Н. Ю. Соколова, В. О. Кожевникова // *Зернові продукти і комбікорми.* – 2015. – № 2 (58). – С. 19-25.

184. Липатов, Н. Н. Методология проектирования продуктов питания с требуемым показателем пищевой ценности / Н. Н. Липатов, И. А. Рогов // *Известия вузов. Пищевая технология.* – 1987. - № 2. – С. 9-15.

185. Липатов, Н. Н. Некоторые аспекты моделирования аминокислотной сбалансированности пищевых продуктов / Н. Н. Липатов // *Пищевая и перераб. промышленность.* - 1986. - № 4. - С. 48-52.

186. Липатов, Н. Н. Предпосылки компьютерного проектирования продуктов и рационов питания с задаваемой пищевой ценностью / Н. Н. Липатов // *Хранение и переработка сельхозсырья.* - 1995. - № 23. - С. 4-9.

187. Липатов, Н. Н. Принципы и методы проектирования рецептур пищевых продуктов, балансирующих рационы питания / Н. Н. Липатов // *Известия вузов. Пищевая технология.* – 1990. - № 6. – С. 5-10.

188. Липатов, Н. Н. Принципы проектирования состава и совершенствования технологии многокомпонентных мясных и молочных продуктов : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.04 / Липатов Николай Никитович. – Москва : МТИММП, 1988. – 56с.

189. Лисин, П.А. Компьютерное моделирование поликомпонентных пищевых продуктов / П. А. Лисин // *Пищевая промышленность.* - 2008. – № 11. – С. 60–61.

190. Литвинова, О. И. Витамин А в питании дошкольников / О. И. Литвинова, М. А. Суевалов, В. А. Финицких // *Вятский медицинский вестник.* – 2009. – № 1. – С. 103.

191. Лифшиц, В. М. Лабораторные тесты при заболеваниях человека / В. М. Лифшиц, В. И. Сидельникова. – Москва : Триада-Х, 2003. – 348 с.

192. Лосева, В. А. Разработка рационального режима получения пищевых волокон из боя и хвостиков свеклы / В. А. Лосева, О. Ю. Буравкина // *Вестн. Воронеж. гос. технол. акад.* – 1997. – № 2. – С. 134–135.

193. Лукин, Н. Д. Особенности физико-химических свойств ржаного, ячменного и пшеничного крахмалов / Н. Д. Лукин, Н. И. Филиппова // Хранение и переработка сельхозсырья. - 1997. - № 4. - С. 31-33.

194. Лукьяненко, М. В. Разработка технологии пищевых добавок из обессахаренной свекловичной стружки и их использование при производстве фруктовых полуфабрикатов : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01, 05.18.05 / Лукьяненко Мария Викторовна. – Москва, 2006. – 198 с.

195. Лындина, М. И. Разработка критериев оценки качества зерна ржи на основе взаимосвязи мукомольных и хлебопекарных свойств : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Лындина Марина Игоревна. – Москва, 2009. – 25 с.

196. Лысов, В. Н. Просо / В. Н. Лысов. – Москва : Колос, 1968. – 224 с.

197. Львовский, Е. Н. Статистические методы построения эмпирических формул : учеб. пособие для вузов / Е. Н. Львовский. – Москва : Высшая школа, 1988. – 293 с.

198. Максимова, Е. Урожай ржи упадет до исторического минимума. Цены на агрокультуру начали увеличиваться / Е. Максимова // Агроинвестор. – 2018. – 30 авг. – Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/analytics/news/30312-urozhay-rzhi-upadet-do-istoricheskogo-minimuma> (дата обращения: 13.02.2019).

199. Малютенкова, С. М. Современные тенденции в ассортименте ржаного хлеба / С. М. Малютенкова // Научный альманах. – 2016. – № 7-1 (21). - С. 118-122.

200. Мамасалиев, Н. С. 9-летняя динамика распространенности основных хронических неинфекционных заболеваний среди женской популяции Ферганской долины Узбекистана / Н. С. Мамасалиев, М. М. Мирсайдуллаев, М. А. Хужамбердиев // Вестник новых медицинских технологий. – 2006. – Т. 13, № 4. – С. 174-175.

201. Манжесов, В. И. Технология хранения растениеводческой продукции : учебное пособие. / В. И Манжесов, И. А. Попов, Д. С. Щедрин. – Воронеж : ФГОУ ВПО ВГАУ, 2009. – 249 с.



202. Мартемьянова, Л. Е. Ржано-пшеничный хлеб с использованием концентрированной закваски «БИФИВИТ» / Л. Е. Мартемьянова, Ю. Ю. Бармацких, Д. С. Петросян // Перспективы производства продуктов питания нового поколения : материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти профессора Сапрыгина Георгия Петровича, г. Омск, 13-14 апреля 2017 г. – Омск : [Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина](#), 2017. – С. 370-373.

203. Мартинчик, А. Н. Питание человека (основы нутрициологии) / А. Н. Мартинчик, И. В. Маев, А. Б. Петухов. – Москва : ГОУ ВУНМЦ МЗРФ, 2002. – 572 с.

204. Матвеева, И. В. Биотехнологические основы приготовления хлеба / И. В. Матвеева, И. Г. Белявская. – Москва : ДеЛи принт, 2001. – 150 с.

205. Махаева, Л.А. Использование облепихового порошка в производстве ржано-пшеничного хлеба / Л.А Махаева. // Инновационные тенденции развития Российской науки : материалы IX Международной научно-практической конференции молодых ученых (22-23 марта 2016 г.). – Красноярск: Изд-во Красноярского ГАУ, 2016. – Ч. 2. – С. 32-35.

206. Махова, А. Каротиноиды и заболевания молочной железы с позиций доказательной медицины / А. Махова // Врач. – 2015. - № 12. – С. 2-6.

207. Мацейчик, И.В. Разработка технологии и рецептур функциональных продуктов с йодсодержащим сырьем / И. В. Мацейчик, С. М. Корпачева // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2016. – № 10 (121). – С. 144-151.

208. Медведев, П. В. Системный анализ свойств сырья и научные основы управления качеством хлеба путем использования белковых концентратов : дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.01 / Медведев Павел Викторович. - Кемерово, 2004. – 428 с.

209. Медико-биологические свойства хлеба и мучных кондитерских изделий с арабиногалактаном листовницы / В. А. Бабкин [и др.] // Химия растительного сырья. – 2012. – № 2. – С. 185-193.

210. Мелешкина, Е. П. Развитие системы оценки хлебопекарных свойств зерна пшеницы при его производстве и переработке : дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.01 / Мелешкина Елена Павловна. – Москва, 2005. – 321 с.

211. Мельник, И. И. Динамика липидного обмена и состояния интенсивного кровотока у больных с хроническими заболеваниями желудочно-кишечного тракта при включении в комплексную терапию микрокристаллической целлюлозы / И. И. Мельник, Ю. А. Цаль, В. Е. Яковлев // Химия, медико-биологическая оценка и использование пищевых волокон : тезисы докладов Республиканской научной конференции (3–6 окт. 1988 г.). – Одесса, 1988. – С. 18–19.

212. Меренкова, С. П. Применение пробиотических заквасок в технологии ржано-пшеничных сортов хлеба / С. П. Меренкова // НАУКА ЮУРГУ : материалы 67-й научной конференции. Секция социально-гуманитарных наук, г. Челябинск, 14-17 апреля 2015 г. – Челябинск : Южно-Уральский государственный университет, 2015. – С. 537-542.

213. Мерко, И. Т. Структура и эффективность технологических процессов производства муки / И. Т. Мерко, В. А. Моргун, Н. Е. Погирной. - Москва : Колос, 1983. - 247 с.

214. Методы белкового и аминокислотного анализа растений / под ред. В. Г. Канарева. – 4-е изд. – Санкт-Петербург : Изд-во Санкт-Петербургского университета, 2003. – 284 с.

215. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков [и др.] ; под ред. А. И. Ермакова. - 3 изд., перераб. и доп. – Ленинград : Агропромиздат, 1987. – 430 с.

216. Минакова, А. Д. Влияние термоденатурации белков подсолнечника на их атакуемость ферментами / А. Д. Минакова, И. А. Москвич, В. Т. Щербаков // Известия вузов. Пищевая технология. - 2003. - № 4. – С.43-45

217. Михайлов, Н. А. Аналитический расчет качества белков новых пищевых продуктов / Н. А. Михайлов // Вопросы питания. – 1991. – № 3. – С. 49-52.

218. Михайлова, Д.В. Разработка рецептуры ржано-пшеничного хлеба с БАД «Панторин» / Д. В. Михайлова, С. С. Кузьмина // Горизонты образования. – 2017. – № 19. – С. 20-24.

219. Михайлушкин, П. В. Концепция обеспечения конкурентоспособности и развития сахароперерабатывающего подкомплекса Российской Федерации / П. В. Михайлушкин, А. А. Баранников // Новый взгляд. – 2013. – № 1. – С. 174–182.

220. Моделирование рецептур пищевых продуктов и технологий их производства: теория и практика : учебное пособие / О. Н. Красуля [и др.]. – Санкт-Петербург : ГИОРД, 2015. – 320 с.

221. Молчанов, А. А. Влияние антиалкогольных средств, содержащих лимонную кислоту, на гемодинамику в эксперименте : автореф. дис. ... канд. фарм. наук : 14.00.25 / Молчанов Андрей Андреевич. – Пятигорск, 2009. – 23 с.

222. Молчанова, Е. Н. Фитиновая кислота в зерновых и зернобобовых: вред или польза / Е. Н. Молчанова, К. А. Линник // Прогрессивные технологии в индустрии питания : всероссийская научно-практическая конференция с международным участием, г. Москва, 01-30 апреля 2016 г. – Москва : МГУПП, 2016. – С. 94-96.

223. Мониторинг состояния здоровья и некоторые показатели минерального обмена у детей в динамике роста и развития / Н. Е. Санникова [и др.] // Вопросы практической педиатрии. – 2007. – Т. 2, № 5. – С. 118-122.

224. Москвин, В.И. Разработка рецептуры ржано-пшеничного хлеба с добавлением гречневой муки и порошка черноплодной рябины / В. И. Москвин // Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодёжи : материалы IX Всероссийской научно-практической конференции молодых учёных, г. Лесниково, 29 ноября 2017 г. – Лесниково :

Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т. С. Мальцева, 2017. – С. 242-245.

225. МУК 2.3.2.721-98. Пищевые продукты и пищевые добавки. Определение безопасности и эффективности биологически активных добавок к пище. – Москва : Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 1999. - 87 с.

226. Мучные, зерновые смеси, мука, солод ржаной, ферментированный // Торговый дом «ПродСервис». – Режим доступа: <https://prodservice.ru/products/11> (дата обращения: 12.01.2019).

227. Назарова, О.М. Технология ржано-пшеничного бездрожжевого хлеба функциональной направленности с комплексным использованием семени льна / О. М. Назарова, Т. С. Исакова // [Известия КГТУ](#). – 2015. – № 37. – С. 102-112.

228. Некрасов, С. В. Изучение влияния различных дозировок гречневой муки в заварке на качество ржано-пшеничного хлеба / С. В. Некрасов, Э. Д. Будакова // Интеграция науки и практики как механизм эффективного развития АПК : материалы Международной научно-практической конференции в рамках XXIII Международной специализированной выставки «АгроКомплекс – 2013», г. Уфа, 12-15 марта 2013 г. – Уфа : Башкирский государственный аграрный университет, 2013. – С. 63-66.

229. Несвященко, С.С. Использование жира печени трески в производстве пшеничного и ржано-пшеничного хлеба / С. С. Несвященко, В. И. Волченко // Сборник материалов регионального молодежного форума «Молодая наука Арктики», посвященного 123-летию со дня рождения великого русского исследователя Арктики И. Д. Папанина, 16-17 ноября 2017 года, [г. Мурманск] / Мурманский государственный технический университет. - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2017. – С. 53-57.

230. Несговорова, Н. П. Влияние экологии почв на здоровье населения Лебяжьевого района / Н. П. Несговорова, Н. В. Сидорова // Современные проблемы географии России и родного края : межвузовская научная

конференция, г. Курган, 24-25 апреля 1997 г. – Курган : Курганский государственный университет, 1997. – С. 17-18.

231. Нечаев, А. П. Научные основы технологий получения функциональных жировых продуктов нового поколения / А. П. Нечаев // *Масла и жиры*. - 2007. - № 8. - С. 26-30.

232. Николаева, М. А. Анализ российского рынка органических продуктов питания / М. А. Николаева, С. А. Калугина, Л. В. Карташова // *Сибирский торгово-экономический журнал*. – 2016. - № 1. – С. 226-230.

233. Николаева, М. А. Рациональные нормы потребления пищевых продуктов и соответствие фактического потребления продуктов населения в России / М. А. Николаева // *Товароведение продовольственных товаров*. – 2018. – № 3. – С. 34-40.

234. Новинюк, Л. В. Соли лимонной и молочной кислот для обогащения пищевых продуктов железом и магнием / Л. В. Новинюк, М. Ю. Кукин // *Пищевая промышленность*. – 2011. – № 2. – С. 22-23.

235. Новицкая, И. Б. Комплексная пищевая добавка на основе цитратов кальция и магния и ее использование в хлебопечении / И. Б. Новицкая, Л. В. Новинюк, Л. И. Кузнецова // *Научное обеспечение и тенденции развития производства пищевых добавок в России : материалы докладов международной конференции, г. Санкт-Петербург, 12-13 окт. 2005. – Санкт-Петербург : ГУ ВНИИПАКК, 2005. - С. 107-109.]*

236. Новые виды мучных изделий функционального назначения / Г. В. Авроров[и др.] // *XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс*. – 2017. – № 2-3 (36-37). – С. 37-42.

237. Новые информационные технологии / В. И. Тужилкин, С. П. Гольденберг, Р. А. Хорошавцев, А. В. Горбатюк // *Сахар*. - 1999. - № 3. - С. 5-7.

238. Новые штаммы молочнокислых бактерий / Е. Н. Павловская [и др.] // *Хлебопечение России*. - 2002. - № 1. - С. 14-15.

239. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации :

методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08. – Москва : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 38 с. (Методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации, 2008. – 39 с.)

240. О методах определения биологической ценности белков / В. Г. Высоцкий, Т. А. Яцышина, Т. В. Рымаренко, Е.М. Мамаева // Медицинский реферативный журнал. - 1976. - № 6. – С. 24-35.

241. О потребительской корзине в целом по Российской Федерации : федеральный закон от 03 декабря 2012 г. № 227-ФЗ (с изменениями и дополнениями) // Гарант. Информационно-правовое обеспечение. – Дата обращения к ресурсу 02 февр. 2019 г.

242. Об утверждении Рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания : приказ Министерства здравоохранения РФ от 19 августа 2016 г. № 614 // Образование в документах. - 2016. - № 10. – С. 5-7.

243. Обоснование создания функциональных хлебобулочных изделий с применением смеси порошков тыквы и моркови / С. Я. Корячкина, О. Л. Ладнова, И. С. Лобок, А. В. Микаелян // Хлебопродукты. – 2018. – № 4. – С. 58-60.

244. Озимая рожь. Возделывание, использование на пищевые, кормовые и технические цели. Проблемы и решения / В. А. Сысуев [и др.]. – Москва : ФГНУ «Росинформагротех», 2007. - 172 с.

245. ООО «Russianbread». Хлебопечение с нами легко : [офиц. сайт]. – Режим доступа: <http://www.russbread.ru>(дата обращения: 12.02.2019).

246. ООО «Бакальдрин Рус» // Хлебопекарный кондитерский форум. В2В Портал № 1. Для специалистов хлебопекарной и кондитерской отраслей. – Режим доступа: <https://bac-forum.ru/places/77-ooo-bakaldrin-rus.html> (дата обращения 11.01.2019).

247. Определение антиоксидантной емкости ржано-льняных хлебобулочных изделий / И. Г. Белявская, Т. Г. Богатырева, Е. В. Иунихина,

А. В. Степанова // Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд. – 2015. – № 3 (3). – С. 56-64.

248. Оптимизация биологической ценности экструдированного продукта на основе зерновой смеси пшеницы и фасоли / А. Н. Остриков, М. А. Глухов, А. С. Рудометкин, Е. Г. Окуличказарин // Известия вузов. Пищевая технология. – 2006. – № 6 (295). – С. 35-37.

249. Оптимизация качества. Сложные продукты и процессы / Э. В. Галкина [и др.]. – Москва : Химия, 1989. – 256 с.

250. Орлова, А. М. Сахаросодержащие продукты из картофеля – новый сырьевой компонент для безопасных продуктов питания / А. М. Орлова, Н. А. Березина // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2018. – № 1 (48). – С. 24-28.

251. Основы математического моделирования рецептурных смесей пищевой биотехнологии / А. Е. Краснов [и др.] ; под ред. А. Е. Краснова. – Москва : Пищепромиздат, 2006. – 238 с.: ил.

252. Островский, А. И. Жидкие хлебные закваски и жидкие дрожжи / А. И. Островский. – Москва : Пищепромиздат, 1943. – 89 с.

253. Оценка адекватности питания женщин фертильного возраста с помощью онлайн-программы / Е. С. Сидорова, Ю. Н. Зубцов, Е. В. Извекова, Е. Г. Меркулова // Вестник ОрелГИЭТ. – 2015. – № 2 (32). – С. 183-187.

254. Оценка относительной биологической ценности белковых продуктов микробного синтеза химическими и биологическими методами / Т. В. Гусельникова, Т. В. Антонова, О. И. Валихова, Н. Б. Градова // Биотехнология. – 1988. – № 6. – С. 792-794.

255. Павлова, Т. Н. Биоэтика в высшей школе / Т. Н. Павлова. – Москва : МГАВМиБ им. К. И. Скрябина, 1997. – 147 с.

256. Павловская, Е. Н. Перспективы использования бифидобактерий в производстве хлебных заквасок нового поколения / Е. Н. Павловская, О. В. Афанасьева, Л. И. Кузнецова // Материалы научно-технической конференции «Технологические аспекты комплексной переработки

сельскохозяйственного сырья при производстве экологически безопасных пищевых продуктов общего и специального назначения по направлению «Пищевые технологии будущего. Гипотезы. Теория. Эксперимент», г. Углич, 10-14 сентября 2002. – Углич : Россельхозакадемия, 2002. - С. 395-398.

257. Панкратьева, Н. А. Моделирование рецептуры хлеба с повышенной пищевой ценностью и улучшенными реологическими свойствами / Н. А. Панкратьева, Н. В. Заворохина // [АПК России](#). – 2017. – Т. 24, № 5. - С. 1227-1233.

258. Парусова, К.В. Рецептуры и технологии обогащения ржано-пшеничного хлеба природными антиоксидантами / К. В. Парусова, В. Ф. Винницкая // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2015. – № 4. С. 86-90.

259. Пат. 151437 ПНР, МКИ А 23 L 1/308. РЖХ Способ получения пищевого препарата клетчатки из жома сахарной свеклы / Борух Мештыслав, Сухаревска Данута ; заявитель и патентообладатель Борух Мештыслав, Сухаревска Данута. – Заявл. 25.03.88 ; опубл. 31.01.91.

260. Пат. 2109447 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> А 21 D 8/02. Способ производства заварных хлебобулочных изделий / Кербунов В. В. [и др.] ; заявители и патентообладатели Кербунов В. В., Жукова Н. П., Харчук Г. М. - № 96109948/13 ; заявл. 28.05.1996 ; опубл. 27.04.1998.

261. Пат. 2109448 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> А 21 D 8/02. Композиция для приготовления заварного хлеба / Волкова А. В., Миклашевская Т. А., Леонова Т. Н., Тупольская Т. В. ; заявитель Открытое акционерное общество «РыбинскХлеб», Центрально-Черноземный филиал Центра содействия развитию научно-технического предпринимательства Высшей школы ; патентообладатель Открытое акционерное общество «РыбинскХлеб». - № 96122380/13 ; заявл. 27.11.1996 ; опубл. 27.04.1998.

262. Пат. 2116313 Российская Федерация, МПК С 08 В 37/06, А 23 L 1/0524. Способ получения пектина и пектиносодержащих веществ из свекловичного жома / И. Г. Мохначев, А. И. Давиденко ; заявитель и



патентообладатель Акционерное общество открытого типа Технический университет Кубанского государственного технологического университета. – № 97107201/13 ; заявл. 06.05.1997 ; опубл. 27.07.1998.

263. Пат. 2128928 Российская федерация, МПК А 23 L 1/30, А 23 L 1/308, А 23 L 1/29. Способ получения пищевых волокон / В. А. Лосева, Л. Н. Шахбулатова, Т. В. Санина, Ю. В. Ряховский ; заявитель и патентообладатель Воронежская государственная технологическая академия. – № 98106669/13 ; заявл. 10.04.1998 ; опубл. 20.04.1999.

264. Пат. 2146451 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> А 21 D 8/02. Способ приготовления заварки для производства хлеба и хлебобулочных изделий / Демченко В. И., Корчагин В. И., Попов Г. П. ; заявители Акционерное общество открытого типа «Хлебозавод N 2», Центрально-Черноземный филиал Центра содействия развитию научно-технического предпринимательства в Высшей школы ; патентообладатель Акционерное общество открытого типа «Хлебозавод № 2». - № 98119041/13 ; заявл. 20.10.1998 ; опубл. 20.03.2000.

265. Пат. 2156593 Российская Федерация, МПК А 23 L 1/214, А 23 L 1/308. Способ получения пищевого волокна из свекловичного жома / В. А. Колесников, Ю. И. Молотилин, А. И. Артемьев, Н. А. Люсый, П. П. Павлов, В. О. Городецкий ; заявитель и патентообладатель Северо-Кавказский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара. – № 2000103295/13 ; заявл. 14.02.2000 ; опубл. 27.09.2000.

266. Пат. 2175844 Российская Федерация, МПК А 23 L 1/214, А 23 L 1/308 С 13 С 3/00. Способ получения пищевого волокна из свекловичного жома / В. А. Колесников, Ю. И. Молотилин, А. И. Артемьев, Н. А. Люсый, П. П. Павлов, В. О. Городецкий, И. И. Сильванюк, М. В. Лукьяненко ; заявитель и патентообладатель Северо-Кавказский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара. – № 2001102032/13 ; заявл. 24.01.2001 опубл. 20.11.2001.

267. Пат. 2183097 Российская Федерация, МПК А 23 L 1/214, А 23 L 1/308, С 13 С 3/00. Способ получения пищевого волокна из свекловичного

жома / В. А. Лосева, Т. В. Санина, И. В. Квитко, Ю. А. Борсяков ; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение Воронежская государственная технологическая академия. – № 2001108778/13 ; заявл. 02.04.2001 ; опубл. 10.06.2002.

268. Пат. 2184453 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> А 21 D 8/02. Способ приготовления ржаного заварного хлеба / Пащенко Л. П. [и др.] ; заявитель и патентообладатель Воронежская государственная технологическая академия. - № 2000128834/13 ; заявл. 17.11.2000 ; опубл. 10.07.2002.

269. Пат. 2189143 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> А 21 D 8/02. Способ производства заварных сортов хлеба / Кузнецова Л. И. [и др.] ; заявители и патентообладатели Государственный научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности, Кузнецова Л. И., Синявская Н. Д., Мельникова Г. В., Фленова Е. Г. - № 2000116070/13 ; заявл. 19.06.2000 ; опубл. 20.09.2002.

270. Пат. 2189145 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> А 21 D 8/02. Способ производства заварного хлеба «Боярский» / Журавлев В. С., Бойцова Н. В. ; заявители и патентообладатели Журавлев В. С., Бойцова Н. В. - № 2004117762/13 ; заявл. 15.06.2004 ; опубл. 20.12.2007.

271. Пат. 2214711 Российская Федерация, МПК А 21 D 8/02. Способ производства ржано-пшеничного хлеба / Корячкина С. Я., Березина Н. А. ; патентообладатель Орловский государственный технический университет. – № 2002100576/13 ; заявл. 08.01.2002 ; опубл. 27.10.2003. – 8 с.

272. Пат. 2227678 Российская Федерация. МПК А 23 L 1/214, А 23 L 1/308, С 13 С 3/00. Способ получения пищевых волокон из свекловичного жома / В. А. Лосева, И. В. Квитко, А. А. Ефремов, Л. Н. Путилина ; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение Воронежская государственная технологическая академия. – № 2002133291/13 ; заявл. 09.12.2002 ; опубл. 27.04.2004.

273. Пат. 2228638 Российская Федерация, МПК А 21 D 8/02. Способ производства хлеба из ржаной и пшеничной муки / Корячкина С. Я.,

Березина Н. А. ; патентообладатель Орловский государственный технический университет. – № 2002108464/13 ; заявл. 03.04.2002 ; опубл. 20.05.2004. – 8 с.

274. Пат. 2242126 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> А 21 D 8/02. Способ изготовления заварок для производства теста и хлебобулочных изделий / Сланин О. К. [и др.] ; заявители и патентообладатели Фермерское хозяйство «Хлебмастер», Сланин О. К., Тольяттинский государственный университет. - № 2002123002/13 ; заявл. 28.08.2002 ; опубл. 20.12.2004

275. Пат. 2249365 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> А 21 D 8/02, 2/36, 2/34. Способ приготовления хлеба / Пашенко Л. П. [и др.] ; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение «Воронежская государственная технологическая академия». - № 2003113008/13 ; заявл. 07.05.2003 ; опубл. 10.04.2005, Бюл. № 10. – 5 с.

276. Пат. 2320171 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> А 21 D 8/02. Хлеб заварной «Чернавский» и способ его производства / Демченко В. Н. [и др.] ; заявители и патентообладатели Демченко В. Н., Лоскутова В. Г. - № 2007100550/13 ; заявл. 09.01.2007 ; опубл. 27.03.2008.

277. Пат. 2324355 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> А 21 D 8/02. Хлеб заварной «Чернавский» и способ его производства / Демченко В. Н. [и др.] ; заявители и патентообладатели Демченко В. Н., Лоскутова В. Г. - № 2007108156/13 ; заявл. 05.03.2007 ; опубл. 20.05.2008.

278. Пат. 2324356 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> А 21 D 8/02. Способ производства заварного ржано-пшеничного хлеба / Лукин Н. Д., Люнина Е. М., Краус С. В., Иунихина В. С. ; заявители и патентообладатели ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт крахмалопродуктов. - № 2006125559/13 ; заявл. 18.07.2006 ; опубл. 20.05.2008.

279. Пат. 2340678 Российская Федерация, МПК А 23 L 1/214, А 23 L 1/308, С 13 С 3/00. Способ получения пищевого волокна из свекловичного жома / В. А. Лосева, Л. Н. Путилина, Н. А. Матвиенко, С. М. Шестова ; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное

учреждение Воронежская государственная технологическая академия. – № 2007117235/13 ; заявл. 08.05.2007 ; опубл. 10.12.2008.

280. Пат. 2375874 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> А 21 D 8/02. Способ непрерывного изготовления заварки для производства теста для хлебобулочных изделий / Сланин О. К., Сланина О. О. ; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Хлебмастер». - № 2008103860/13 ; заявл. 31.01.2008 ; опубл. 20.12.2009.

281. Пат. №2409954 Российская Федерация, А 21 D 8/02, А 21 D 13/04. Способ производства заварных хлебобулочных изделий / С. Я. Корячкина, Н. А. Березина ; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Государственный университет - учебно-научно-производственный комплекс». – № 2009129692 ; заявл. 03.08.2009 ; опубл. 27.01.11. – 10 с.

282. Пат. 2429622 Российская Федерация, А 21 D 8/02, А 21 D 13/04. Способ производства заварного хлеба / Н. А. Березина, А. С. Хомяков ; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Государственный университет - учебно-научно-производственный комплекс». – № 2010111214 ; заявл. 23.03.2010 ; опубл. 27.09.11. – 10 с.

283. Пат. №2430527 Российская Федерация, А 21 D 8/02, А 21 D 13/04. Способ производства заварного хлеба / Н. А. Березина, Е. В. Горбачева, А. С. Хомяков ; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Государственный университет - учебно-научно-производственный комплекс». – № 2010112175 ; заявл. 29.03.2010 ; опубл. 10.10.11. – 8 с.

284. Пат. 2440763 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> А 21 D 8/02. Способ приготовления закваски/ Богатырева Т. Г., Дина Тхи Хьен ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет

пищевых производств». - № 2010120437/13 ; заявл. 21.05.2010;опубл. 27.01.2012.

285. Пат. 2467573 Российская Федерация, А 21 D 8/02, А 21D 2/00. Способ производства хлеба из смеси муки ржаной и пшеничной / Березина Н. А. ; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Государственный университет - учебно-научно-производственный комплекс». – № 2011108778 ; заявл. 09.03.2011 ; опубл. 27.11.12. – 11 с.

286. Пат. 2509465 Российская Федерация, А 21 D 8/02. Состав заварки для производства хлебобулочных изделий / Н. А. Березина ; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Государственный университет - учебно-научно-производственный комплекс». – № 2012114337 ; заявл. 11.04.2012 ; опубл. 20.03.14. – 4 с.

287. Пат. 2558224 Российская Федерация, МПК А 23 L 1/308. Способ получения экструдированных пищевых волокон / Березина Н. А., Мазалова Н. В. ; патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Государственный университет - учебно-научно-производственный комплекс» (ФГБОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК»). – № 2014170124 ; заявл. 14.04.2014 ; опубл. 27.07.2015.

288. Пат. 2580137 Российская Федерация, А 21 D 8/02. Способ производства хлеба с добавлением сахаросодержащего порошка из картофеля / Березина Н. А., Орлова А. М. ; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Государственный университет - учебно-научно-производственный комплекс». – № 2014110289 ; заявл. 10.12.2014 ; опубл. 10.03.16. – 10 с.

289. Петрушевский, В. В. Производство сахаристых веществ / В. В. Петрушевский, Е. Г. Бондарь, Е. В. Винокурова. – Киев : Урожай, 1989. – 168 с.

290. Пищевая химия / А. П. Нечаев [и др.] ; под ред. А. П. Нечаева. - Издание 3-е, испр. – Санкт-Петербург : ГИОРД, 2004. – 640 с.

291. Пищевые свекловичные волокна и возможность использования их в пищевой промышленности / Ю. И. Молотилин, В. А. Колесников, А. И. Артемьев, П. П. Павлов // Труды науч.-практ. конф., г. Углич. –Углич, 2011. – С. 313–314.

292. Плотников, П. М. Пути ускорения производства ржаного хлеба : (стенограмма лекций) / П. М. Плотников. - Ленинград : [б. и.], 1961. - 40 с.

293. Плотникова, О. А. Влияние различных видов пищевых волокон на показатели углеводного обмена у больных сахарным диабетом II типа / О. А. Плотникова, В. Л. Короткова, Т. А. Цагикян // Пищевые волокна в рационе питания человека : тезисы докладов Всесоюз. науч. конф. – Москва, 1987. – С. 68–70.

294. Подбор биопротектора по заданным критериям, органолептически совместимого с обогащаемым продуктом: свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2011614582 / Н. В. Заворохина, О.В. Чугунова, Е.В. Пастушкова. –№ 2011612028; заявл. 25.03.2011; зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 09.06.2011.

295. Позняковский, В. М. О некоторых приоритетах науки о питании / В. М. Позняковский // Ползуновский вестник. – 2011. – № 3-2. – С. 7-22.

296. Покровский, А. А. Атакуемость пищевых продуктов протеолитическими ферментами *in vitro* / А. А. Покровский, И. Д. Минаков // Вопросы питания. - 1965. - № 3. – С. 33-44.

297. Полуфабрикаты из масличных семян как источник функциональных ингредиентов для хлебобулочных изделий / И. А. Супрунова, О. Г. Чижикова, Т. К. Каленик, О. Н. Самченко // Вестник Тихоокеанского государственного экономического университета. – 2010. – № 3 (55). – С. 82-89.

298. Пономарева, Е. И. Практические рекомендации по совершенствованию технологии и ассортимента функциональных хлебобулочных изделий / Е. И. Пономарева, Н. М. Застрогина, Л. В. Шторх. – Воронеж : Воронеж. гос. ун-т. инж. технол., 2014. – 290 с.

299. Прибор для определения числа падения FN 1900 : выдержки из инструкции пользователя / Perteninstruments. - Режим доступа: <http://www.soctrade.in.ua/upload/Instrukcii/VyderzhkiizinstrukciiFallingNumber1900.pdf> (дата обращения: 12.01.2019).

300. Приемы работы с экспериментальными животными : методические рекомендации. – Москва : МЗ СССР, 1989. – 164 с.

301. Применение амарантовой белковой муки в производстве ржано-пшеничного хлеба / Н. А. Шмалько[и др.]// Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI века : материалы Международной научно-практической конференции, г. Краснодар, 19-21 сентября 2009 г. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2009. – С. 163-167.

302. [Применение гречневой муки при трехфазном способе приготовления ржано-пшеничного хлеба](#) / С. В. Некрасов, Э. Д. Будакова, А. А. Черненкова, Е. И. Кощина // [Пища. Экология. Качество](#) : труды XIII международной научно-практической конференции, г. Красноярск, 18-19 марта 2016 г. / отв. за вып. О. К. Мотовилов[и др.]– Красноярск : Красноярский государственный аграрный университет, 2016. – Т. I. – С. 377-382.

303. Применение пищевых волокон в технологиях продуктов питания / П. А. Семенова [и др.] // Сборник научных трудов МПА. Вып. X / под. ред. В. А. Бутковского. – Москва : ИЦ Интермедия, 2012. – С. 91–102.

304. Применение сухих завтраков в хлебопечении / Л. И. Кузнецова [и др.] // Хлебопечение России. - 2006. - № 3. - С. 18-21.

305. Применение тонкодисперсных овощных и фруктовых порошков в технологии ржано-пшеничных хлебобулочных изделий / С. Я. Корячкина,

В. П. Корячкин, О. Л. Ладнова, Е. Н. Холодова // Хлебопродукты. – 2017. – № 7. – С. 36-39.

306. Проблема нормы в токсикологии (Современные представления и методические подходы, основные параметры и константы) / И. М. Трахтенберг, Р. Е. Сова, В. О. Шефтель, Ф. А. Оникиенко. – Москва : Медицина, 1991. – 225 с.

307. Программы для разработки рецептов // ExpertSoft. – 2004-2019. – Режим доступа: <http://www.es-nsk.ru/programmi.html>, свободный (дата обращения: 26.02.2019).

308. Продукты профилактического питания с использованием препаратов пищевых кислот и органических форм йода / Л. В. Антипова, А. С. Пешков, В. Л. Берников, А. Р. Салихов // Третий Московский Международный Конгресс «Биотехнология: состояние и перспективы» (Москва, 2005) : сборник статей. - Москва : Экспо-биохим-технологии, 2005. – С. 80-81.

309. Проектирование комбинированных продуктов питания : методическое указание к выполнению расчетно-практических работ / И. А. Рогов [и др.]. — Москва : МГУПБ, 2005. — 43 с.

310. Производство заварных сортов хлеба в условиях дискретного режима работы хлебопекарных предприятий Республики Беларусь / Т. А. Гуринова, Т. Д. Самуйленко, А. В. Диваков, Н. М. Дерканосова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2013. – № 3 (38). – С. 109-115.

311. Производство заварных сортов хлеба с использованием ржаной муки / Л. И. Кузнецова, Н. Д. Синявская, О. В. Афанасьева, Е. Г. Фленова. – Санкт-Петербург : Береста, 2003. – 298 с.

312. Производство муки из зерновых культур для детского и диетического питания в СССР / Е. М. Мельников [и др.]. – Москва : ВНИИТЭИ Агропром, 1990. - 24 с.

313. Производство улучшенных заварных сортов хлеба из ржаной муки / Л. Н. Казанская, Н. Д. Синявская, Л. И. Кузнецова,



- Е. П. Александрова. – Москва : ЦНИИТЭИ Минхлебопродукта СССР, 1988. - 20 с. – (Хлебопекарная и макаронная промышленность).
314. Прокофьева, О.В. Производство ржано-пшеничного хлеба с ягодами / О. В. Прокофьева // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 7. – С. 180.
315. Просеков, А. Ю. Научные основы производства продуктов питания : учебное пособие / А. Ю. Просеков. – Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2005. - 234 с.
316. Противоопухолевые свойства хлеба, обогащенного наноструктурированным порошком корневищ куркумы / К. В. Гайдуль, Г. Ю. Любимов, И. А. Гольдина, В. А. Козлов // Инновации и продовольственная безопасность. – 2017. – № 2 (16). – С. 21-27.
317. Разработка автоматизированной информационной системы для расчета и оптимизации рецептов / Н. В. Донских [и др.] // Известия вузов. Пищевая технология. – 2011. – № 2.-3 (320-321)/ – С. 122–123.
318. Разработка методологии моделирования рецептов мясных продуктов в условиях информационной неопределенности / О. Н. Красуля [и др.] // Мясная индустрия. - 2004. - № 2. - С. 66-68.
319. Разработка рецептуры ржаного хлеба с овсяной мукой / Т. Г. Богатырёва[и др.]// Хлебопродукты. – 2012. – № 7. – С. 32-33.
320. Разработка технологии мучных кондитерских изделий для больных целиакией / Е. Г. Меркулова, Е. В. Извекова, О. Л. Ладнова, А. И. Меркулов // Вестник ОрелГИЭТ. – 2017. – № 3 (41). – С. 129-138.
321. Разработка технологии ржано-пшеничного хлеба функционального назначения для предприятий общественного питания / Л. П. Пащенко, Я. П. Коломникова, В. Л. Пащенко, И. А. Никитин // Хлебопродукты. – 2012. – № 12. – С. 59-61.
322. Разработка технологических параметров приготовления закваски на основе *Lactobacillus Acidophilus* для хлебобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки / Е. В. Невская, Л. А. Шлеленко, Т. Б. Цыганова, О. В. Головачева // Инновационные технологии производства и хранения

материальных ценностей для государственных нужд. – 2015. – № 4 (4). – С. 175-179.

323. [Разработка хлебобулочных изделий с применением продуктов переработки растительного сырья нового поколения](#) / С. Я. Корячкина, О. Л. Ладнова, Е. Н. Холодова, В. П. Корячкин // [Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов](#). – 2016. – № 6 (41). – С. 64-70.

324. Ратнер, М. И. Изучение технологии и микробиологии ржаного теста / М. И. Ратнер, Э. С. Канель // Труды ВНИИХПа. - 1951. – Вып. IV.

325. Ратнер, М. И. Разработка технологии приготовления молочнокислых бактерий и выпечка из них ржаного хлеба / М. И. Ратнер // Труды ВНИИХПа. - 1951. – Вып. IV.

326. Ратнер, М. И. Роль микроорганизмов при приготовлении ржаного теста / М. И. Ратнер, Э. С. Канель // Пищевая промышленность. - 1947. - № 8.

327. Ратнер, М. И. Ускоренный способ выделения закваски / М. И. Ратнер, З. Ф. Фалунина // Пищевая промышленность. – 1944. - № 7-8.

328. Резниченко, Н. Ю. Влияние недостаточного употребления овощей и фруктов на состояние кожи и общее состояние здоровья мужчин / Н. Ю. Резниченко // Запорожский медицинский журнал. – 2015. – № 1 (88). – С. 83-86.

329. Рогов, И. А. Системная оптимизация биотехнологических процессов производства мясных продуктов / И. А. Рогов, И. И. Протопопов // Мясная промышленность. - 1992. - № 5. - С. 5-10.

330. Ролдугина, Т. В. Проведение исследований по применению пророщенной зеленой гречихи для приготовления бактериальной закваски в технологии ржано-пшеничного хлеба / Т. В. Ролдугина, Т. Г. Богатырева // День науки : общеуниверситетская научная конференция молодых учёных и специалистов, г. Москва, 01-30 апреля 2015 г. – Москва : МГУПП, 2015. – С. 173-176.

331. Российский союз пекарей. Хлебопекарная отрасль, проблемы и пути их решения // Хлебопродукты. – 2014. – № 8. – С. 10.

332. Рудась, П.Г. Научное обоснование и разработка технологий обогащенных продуктов быстрого приготовления на основе структурирования функции качества: автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.15 / Рудась Павел Геннадиевич. – Краснодар, 2017. – 55 с.

333. Рябиновый порошок - компонент подкисляющей смеси в борьбе с плесневением ржано-пшеничного хлеба / Н. О. Дубровская, Л. И. Кузнецова, О. А. Савкина, О. И. Парахина. // Пищевая промышленность. – 2015. – № 2. – С. 18-19.

334. Саввин, П. Н. Антоцианы как красители и биологически активная добавка / П. Н. Саввин, В. М. Болотов // Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение : материалы международной научно-технической конференции, г. Воронеж, 13-14 нояб. 2014 г. – Воронеж : ВГУИТ, 2014. – С 305-310.

335. Савина, Я.В. Использование муки из пророщенных зерен пшеницы в технологии хлеба «Дарницкий» / Я. В. Савина, Н. В. Михайлов // Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции : Международная научно-практическая конференция, посвященная 75-летию Курганской области, 19-20 апреля 2018 г. – Курган, 2018. – С. 349-354.

336. Санитарные правила по устройству, оборудованию и содержанию экспериментально-биологических клиник (вивариев) : утв. Главным государственным санитарным врачом СССР 06.04.1973 г. № 1045-73. – Режим доступа: [http://primatologia.ru/images/NII/GLP/3\\_5\\_sanpin\\_1045.pdf](http://primatologia.ru/images/NII/GLP/3_5_sanpin_1045.pdf) (дата обращения 02.01.2019).

337. Санкт-Петербургский филиал ФГАНУ НИИХП. – Режим доступа: [http://www.gosnihp.ru/institut/spb\\_gosnihp\\_about/](http://www.gosnihp.ru/institut/spb_gosnihp_about/) (дата обращения: 11.02.2019).

338. Сарычев, Б. Г. Технология и биохимия ржаного хлеба / Б. Г. Сарычев. – Москва : Пищепромиздат, 1959. – 198 с.

339. Сборник рецептур и технологических инструкций по приготовлению хлебобулочных изделий с использованием ржаной муки / А. П. Косован [и др.]. – Санкт-Петербург : Береста, 2007. — 295 с.

340. Сборник рецептур и технологических инструкций по приготовлению хлебобулочных изделий для населения северных регионов РФ / А. П. Косован [и др.]. – Москва : Россельхозакадемия, 2006. – 112 с.

341. Сборник современных технологий хлебобулочных изделий / Р. Д. Поландова [и др.]. – Москва : Московская типография № 2, 2008. – 268 с.

342. Сборник технологических инструкций для производства хлеба и хлебобулочных изделий / Р. В. Кузьминский [и др.]. – Москва : Прейскурантиздат, 1989. – 494 с.

343. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2005610751. Etalon / А.А. Борисенко (РФ). – № 20056145236 от 30.03.2005 г.

344. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2005612711. ШкоОптиПит/ Н. Г. Колесникова, А. С. Бородихин, Н. Т. Шамкова, Г. М. Зайко, А. С. Григорьева. – № 2005649371 от 12.11.2008 г.

345. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2007610187. Разработка рецептур композиций из растительного сырья (РКРС) / И.А. Бугаец, Ф.В. Москаленко, М. Ю. Тамова, Н. А. Бугаец (РФ).– № 2006613856 от 15.11.2006 г.

346. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2007614712. Подбор оптимального состава пищевых продуктов на плодоовощной основе (ОСПП) / И. А. Бугаец, Ф. В. Москаленко, М. Ю. Тамова, Н. А. Бугаец, В. Б. Чен (РФ).– № 2007613786 от 24.09.2007 г.

347. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2013613905. Расчет химического состава продуктов для организации питания в общеобразовательных учреждениях / З. И. Харисова, А. Т. Зулькарнаева, Е. А. Поварго, И. И. Курбангалиев. – Дата регистрации 18.04.2013.

348. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2013614194. Программа сбора и аналитического использования данных о химическом составе российских продуктов питания / В. А. Тутельян, А. К. Батулин, А. Н. Мартинчик, Н. А. Михайлов, А. М. Сафронова. – Дата регистрации 25.04.2013.

349. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2013618379. Расчет пищевой ценности рационов питания / М. С. Куракин, П. А. Некрасов. – Дата регистрации 06.09.2013.

350. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2014613695. Оценка энергетической и пищевой ценности рациона питания населения / А. И. Лукманова, Б. Р. Зулькарнаев, З. И. Харисова, П. В. Кожин. – Дата регистрации 02.04.2014.

351. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2014611486. Определение биологической ценности продукта путем анализа аминокислотного состава с определением лимитирующих аминокислот методами динамического программирования для сканирующих неоднородностей / Г. И. Касьянов, О. В. Косенко, С. В. Белоусова, О. Н. Зюзина, Н. С. Николенко, Л. В. Хобта. – Дата регистрации 04.02.2014.

352. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2014613906. Определение обеспеченности пищевыми веществами больных туберкулезом легких / Т. Р. Зулькарнаев, А. Т. Зулькарнаева, Х. К. Аминев, Э. Х. Аминев. – Дата регистрации 10.04.2014.

353. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2015660193. Оптимизация жирнокислотного состава поликомпонентной пищевой системы / Н. С. Родионова, Д. С. Попов, Е. С. Попов, Е. А. Пожидаева. – Дата регистрации 24.09.2015.

354. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2015662734. Расчет состава продукта для восполнения индивидуальных потребностей организма в витаминах и минеральных веществах / Р. С. Рахманов, А. Л. Орлов, Н. В. Чумаков. – Дата регистрации 30.11.2015.

355. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2015660124. Программа для моделирования и расчета рецептур поликомпонентных молочных, молокосодержащих и молочных составных продуктов с низкой, промежуточной и высокой влажностью / М. А. Никитина, А. Б. Лисицын, А. Н. Захаров, Е. Б. Сусь, В. В. Насонова. – Дата регистрации 07.05.2015.

356. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2016616925. Конструктор рецептур/ М. А. Никитина, А. Б. Лисицын, А. Н. Захаров, Е. Б. Сусь, В. В. Насонова – Дата регистрации 22.06.2016.

357. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2017615674. Оценка состава, пищевой и энергетической ценности рецептурных блюд при проведении индивидуального консультирования/ Н. С. Карамнова, Н. М. Портнов, О. В. Измайлова, А. М. Калинина. – Дата регистрации 19.05.2017.

358. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2005611720. Программа для автоматизированного проектирования, расчета и оценки качества многокомпонентных рецептур пищевых продуктов (Generic-2.0)/ А. А. Запорожский, В. А. Запорожский. – № 2005981030 от 15.03.2007 г.

359. Селифонова, Н.А. Разработка технологии хлеба ржано-пшеничного «Загадка» / Н. А. Селифонова, Е. Г. Шуваева, Е. А. Кузнецова // Всероссийская научно-практическая конференция: Здоровье человека и экологически чистые продукты питания-2014 : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Орел, 31 октября 2014 г. – Орел : ГУ – УНПК, 2014. – С. 179-180.

360. Семенов, Г. В. Сушка сырья: мясо, рыба, овощи, фрукты, молоко : учебное пособие / Г. В. Семенов, Г. И. Касьянов. - Ростов-на-Дону : МарТ, 2002. – 112 с.

361. Сенсорный опыт и ожидания от органических продуктов питания / Н. Stolz, I. Jahrl, L. Bamngart, F. Schneider // [Экологическая экспертиза](#). – 2011. – № 4. – С. 2-100.

362. Сидоренко, М. Ю. Методология проектирования персонафицированных рационов питания с учетом механизма психологической мотивации потребителя / М. Ю. Сидоренко, А. А. Стройкова // Товаровед продовольственных товаров. – 2012. – № 10. – С. 36-41.

363. Силин, П. М. Технология сахара / П. М. Силин. – Москва : Пищевая промышленность, 1967. – 625 с.

364. Сильчук, Т. А. Влияние подкисляющих добавок на структурно-механические свойства ржано-пшеничного теста / Т. А. Сильчук, В. И. Кулинич, В. В. Цырульникова // Вестник Алматинского технологического университета. – 2016. – № 3. – С. 64-68.

365. [Смесь для приготовления разнозернового хлеба PANOPLUS DARK // Спецификации для пищевых добавок и рецептуры.](http://specin.ru/pekarnie_smesi/589.htm) – Режим доступа: [http://specin.ru/pekarnie\\_smesi/589.htm](http://specin.ru/pekarnie_smesi/589.htm) (дата обращения: 12.01.2019).

366. Сновицкая, Л. В. Совершенствование технологии и переработки зерна ячменя : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01, 05.18.01 / Сновицкая Лариса Владимировна. – Улан-Удэ, 2004. – 25 с.

367. Совершенствование технологий хлебобулочных, кондитерских и макаронных изделий функционального назначения: коллективная монография / Н. А. Березина [и др.]. – Орел : ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», 2011. – 262 с.

368. Современные подходы к выбору способа приготовления пшеничного хлеба / Т. Е. Лебедеенко, А. Я. Каминский, Р. П. Щелакова, Н. Ю. Соколова // Харчова наука і технологія. – 2010. - № 1 (10). – С. 46-52.

369. Содержание кислот в ржаном тесте и хлебе, приготовленных разными способами / М. И. Княгиничев [и др.] // Биохимия. - 1954. – Т. 19, Вып. 1. – С. 12-16.

370. Создание прогрессивных технологических процессов / Р. Поландова, И. Петрош, А. Стребыкина, Н. Кузнецова // Хлебопекарная и кондитерская промышленность. – 1993. – № 3. – С. 23–27.

371. Сони́на, Р. А. Пищевые волокна как сорбенты экологически вредных веществ в желудочно-кишечном тракте / Р. А. Сони́на // Морфология, физиология и клиника пищеварения : тезисы докл. науч. конф. (13–16 нояб. 1993 г.). – Одесса, 2013. – С. 36.

372. Состав и свойства продуктов каталитической делигнификации соломы в среде уксусной кислоты и пероксида водорода / В. Г. Данилов [и др.] // Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья : материалы IV Всероссийской конференции, 21–23 апреля 2009 г. В 2 кн. / под ред. Н. Г. Базарновой, В. И. Маркина. – Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2009. – Кн. 1. – С. 22–23.

373. Спиричев, В. Б. Витамины и обогащенные ими продукты в питании и поддержании здоровья современного человека / В. Б. Спиричев // Вопросы диетологии. – 2012. – Т. 2, №3. – С. 31-34.

374. Спичак, В. В. Ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии в свеклосахарной отрасли / В. В. Спичак, И. П. Салтык // Сахар. – 2006. – № 4. – С. 17–18.

375. Спичак, Е. В. Свеклосахарное производство: концептуальный подход / Е. В. Спичак, М. И. Егорова // Сахар. – 2012. – № 1. – С. 37–39.

376. Стабровская, О. И. Гликемический индекс как критерий оптимизации состава многокомпонентных смесей / О. И. Стабровская, О. Г. Короткова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2010. - №1. – С. 34-36.

377. Стабровская, О. И. Комплексный подход к разработке хлебопекарных смесей / О. И. Стабровская, О. А. Гарифулина // Хлебопечение России. – 2008. - №2. – С. 17-18.

378. Стабровский, С. А. Разработка и товароведная оценка многокомпонентных смесей для хлебопекарного производства : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.15 / Стабровский Сергей Александрович. - Кемерово, 2006. – 196 с.

379. Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года : утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 11.05.2012 № 1088-р.



Федерации от 29 июня 2016 г. № 1364-р. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/420363999> (дата обращения: 18.01.2019).

380. Студинская, Н. Ю. Экологическое значение обеднения почв элементами питания / Н. Ю. Студинская, Л. П. Степанова // Роль молодых ученых и специалистов в повышении эффективности растениеводства : научно-практическая конференция, г. Орел, 23-27 марта 2009 г. – Орел : Орловский государственный аграрный университет им. Н. В. Парахина, 2009. – С. 186-189.

381. Супрунова, И. Цикорий как источник пищевых волокон для ржано-пшеничных видов хлеба / И. Супрунова, О. Чижикова, О. Самченко // Эколого-экономические проблемы региональных рынков товаров и услуг : сборник материалов межрегиональной научно-практической конференции (г. Красноярск, 20 мая 2010 г.). – Красноярск: Краснояр. гос. торг.-экон. ин-т, 2010. – С. 272-275.

382. Сухая биологическая закваска длительного хранения для ржаных сортов хлеба / Е. Н. Павловская, Н. Д. Синявская, Л. И. Кузнецова, О. В. Афанасьева // Хлебопечение России. - 2002. - № 2. - С. 16-17.

383. Сысуев, В. А. Энергия ржи для здоровья человека / В. А. Сысуев, Л. И. Кедрова. – Киров : НИИСХ Северо-Востока, 2010. – 103 с.

384. Тенирбердиев, Н. К. Влияние эрозии почв на экологию пахотных земель таласской долины / Н. К. Тенирбердиев // Вестник Кыргызского Национального Университета имени Жусупа Баласагына. – 2017. – № 1 (89). – С. 16-20.

385. Теоретические и клинические аспекты науки о питании. Т. 8. Методы оценки обеспеченности : сборник научных трудов / под ред. М. Н. Волгарева ; АМН СССР ; Институт питания. - Москва : [б. и.], 1987. - 210 с.

386. Термопластическая экструзия: научные основы, технология, оборудование / под. ред. А. Н. Богатырева, В. П. Юрьева. – Москва : Ступень, 1994. – 200 с.

387. Технология крахмала и крахмалопродуктов / Н. Н. Трегубов, Е. Я. Жарова, А. И. Жушман, Е. К. Сидорова ; под ред. Н. Н. Трегубова. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 472 с.

388. Технология ржано-пшеничного хлеба на основе зерновых заквасок / Т. Г. Богатырёва, Н. В. Лабутина, И. Г. Белявская, Т. А. Юдина // [Хлебопродукты](#). – 2016. – № 9. – С. 49-51.

389. Тимоничева, Э. С. Замена пшеничной муки в дрожжевом тесте для пиццы / Э. С. Тимоничева, В. Г. Подколзина, Н. М. Степаненко // *Экономическая среда*. – 2016. – № 4 (18). – С. 47-51.

390. Типовой технологический регламент производства спирта из крахмалистого сырья / Министерство сельского хозяйства и продовольствия РФ. – Москва : [б. и.], 1998. – 12 с.

391. Трегубов, Н. Н. Технохимический контроль крахмало-паточного производства / Н. Н. Трегубов, М. М. Трегубова. – Москва : Пищевая промышленность, 1974. – 216 с.

392. Тужилкин, В. И. Проблемы информатизации пищевых и перерабатывающих отраслей АПК / В. И. Тужилкин // *Хранение и переработка сельхозсырья*. - 1997. - № 7. - С. 61-64.

393. Тутельян, В. А. Законы науки о питании / В. А. Тутельян // *Современные медицинские технологии*. – 2010. – № 4. – С. 98-99.

394. Тутельян, В. А. Функциональные жировые продукты в структуре питания / В. А. Тутельян, А. П. Нечаев, А. А. Кочеткова // *Масложировая промышленность*. - 2009. - № 6. - С. 6-10.

395. Тюрина, О. Е. Разработка технологии хлебобулочных изделий диабетического назначения с ячменной мукой : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Тюрина Ольга Евгеньевна. – Москва, 2010. - 25 с.

396. Уголев, А. М. Эволюция пищеварения и принципы эволюции функций / А. М. Уголев. – Ленинград : Наука, 1985. – 543 с.

397. Угольникова, А. М. Производство ржано-пшеничного хлеба с добавлением чернослива и грецкого ореха / А. М. Угольникова // Успехи современного естествознания. - 2011. - № 7. - С. 225.

398. Уланова, И.Г. Разработка продукта функционального назначения - хлеба ржано-пшеничного с добавками растительного происхождения / И. Г. Уланова, И. К. Каранян, К. В. Парусова // Вопросы питания. - 2014. – Т. 83, № S3. – С. 201.

399. Федеральная служба государственной статистики : [официальный сайт]. - Режим доступа: <http://www.gks.ru> (дата обращения: 12.02.2019).

400. Федорова, Р. А. Применение функциональных добавок и нетрадиционных видов сырья в хлебопекарной промышленности / Р. А. Федорова, В. М. Пономаренко // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2011. - № 1. – С. 209-217.

401. Физико-химические и биологические свойства пищевых модифицированных крахмалов / М. М. Гаппаров [и др.] // Вопросы питания. - 2007. – № 4. – С. 15–20.

402. Филиппов, Е. В. Дислипидемии и их связь с хроническими неинфекционными заболеваниями (по данным исследования МЕРИДИАН-РО) / Е. В. Филиппов, Ю. А. Баланова // Медицинский совет. – 2015. – № 12. – С. 104-105.

403. Фролова, О. А. Оценка фактического питания населения и анализ развития алиментарно-зависимых заболеваний на территории республики Татарстан / О. А. Фролова, М. В. Карпова. – Казань : МедДоК, 2015. – 116 с.

404. Халаим, А. Ф. Технология спирта / А. Ф. Халаим. – Москва : Пищевая промышленность, 1972. — 192 с.

405. Хатко З. Н. Влияние пектиновых веществ на активизацию производственных заквасок, используемых в производстве ржано-пшеничного хлеба / З. Н. Хатко, Е. В. Наумова // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2017. – № 4 (18). – С. 35-42.

406. Хлебный лекарь : [официальный сайт]. – Режим доступа: <http://хлебный-лекарь.рф> (дата обращения: 11.01.2019).
407. Хорошилов, И. Е. Персонифицированный подход к нутриционной поддержке пациентов с недостаточным и избыточным питанием / И. Е. Хорошилов // [Фарматека](#). – 2018. – № 2 (355). – С. 48-52.
408. Храмцов, А. Г. Особенности применения молочной сыворотки в хлебопечении / А. Г. Храмцов, Б. О. Суюнчева, П. Г. Нестеренко / II Всероссийская научно-техническая конференция «Современные достижения биотехнологии», г. Ставрополь, 12-13 сентября 2002 г. – Ставрополь, 2002. – С. 29-31.
409. Цикуниб, А. Д. Биологическая ценность пищевых продуктов в свете современных медико-биологических требований / А. Д. Цикуниб, Р. Х. Пику // Известия вузов. Пищевая технология. – 1997. – № 6 (241). – С. 73-74.
410. Цитрасол – комплексная подкисляющая добавка для производства ржаного хлеба по ускоренной технологии / Н. Д. Синявская, Е. Н. Павловская, Л. И. Кузнецова, О. В. Афанасьева // Хлебопечение России. - 2002. - № 6. - С. 26-27.
411. Цыганова, Т. Б. Технология хлебопекарного производства : учебник / Т. Б. Цыганова. - Москва : ПрофОбрИздат, 2001. - 428 с. : ил.
412. Чалдаев, П.А. Технология производства хлебобулочных изделий, содержащих порошок из яблочных выжимок / П. А. Чалдаев, Е. Е. Роганова // Хлебопечение России. – 2016. – № 2. – С. 12-14.
413. Чекмарев, П. А. Производство зерна в Российской Федерации в современных экономических условиях / П. А. Чекмарев // Продовольственная независимость России. В 2 т. Т. 1 / А. В. Гордеев [и др.]. – Москва : Технология ЦД, 2016. - С. 144-167.
414. Черников, М. Н. Потенциальная биологическая ценность пищевых белков и принцип Митчелла / М. Н. Черников // Вопросы медицинской химии. - 1989. - №.24. - С. 9.

415. Черниязова, Э. А. Сравнительный анализ химического состава растительного сырья, применяемого в технологии производства ржаного хлеба / Э. А. Черниязова, А. А. Ефремова, Н. Л. Наумова // [Ползуновский вестник](#). – 2018. – № 2. – С. 79-84.

416. Черных, И. В. Комплексный подход в регулировании состояния углеводно-амилазного комплекса смеси ржаной муки с пшеничной с помощью условной реологической характеристики "числа падения" / И. В. Черных // Материалы первой научно-практической конференции «Управление реологическими свойствами пищевых продуктов», Москва, 25-26 сентября 2008 г. – Москва : МГУПП, 2008. – С. 27-34.

417. Черных, И. В. Определение оптимальной амилолитической активности смеси ржаной и пшеничной муки при производстве хлеба / И. В. Черных // Хлебопродукты. - 2008. - № 10. - С. 65-66.

418. Черных, И. В. Совершенствование технологии ржаного и ржано-пшеничного хлеба на основе оптимизации биотехнологических свойств полуфабрикатов : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Черных Илья Валерьевич. – Москва, 2009. – 187 с.

419. Черняк, М. И. Применение численных характеристик для оценки биологической ценности белков рыбных консервов / М. И. Черняк // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал. – 2000. – № 2. – С. 746.

420. Чешинский, В. Л. Хлебопекарная промышленность России: современное состояние и основные тренды развития / В. Л. Чешинский, О. А. Ильина // Продовольственная независимость России. В 2 т. Т. 1 / А. В. Гордеев [и др.]. – Москва : Технология ЦД, 2016. - С. 252-282.

421. Чистяков, И. Д. Физико-механические свойства сырья и готовой продукции мукомольно-крупяного, масличного и комбикормового производства : учебное пособие / И. Д. Чистяков. – Ростов-на-Дону : Издательский центр ДГТУ, 2000. – 91 с.

422. Чугунова, О. В. Инновационный подход к разработке пищевых продуктов с заданными потребительскими свойствами / О. В. Чугунова, Н. В.

Лейберова, Н. В. Заворохина //Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2011. - № 4. - С. 53-59.

423. Шаззо, Р. И Компьютерное моделирование белково-витаминных композитов сбалансированных по содержанию незаменимых аминокислот / Р. И. Шаззо, Л. Д. Ерашова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2007. – №6. – С. 62-63.

424. Шатнюк, Л. Н. Хлеб и хлебобулочные изделия, как источник и носитель микронутриентов в питании Россиян / Л. Н. Шатнюк, В. М. Коденцова, О. А. Вржезинская // Хлебопечение России. – 2012. - № 3. – С. 20-23.

425. Шлеленко, Л. А. Разработка комплексных улучшителей для интенсивной технологии хлебобулочных изделий из пшеничной муки : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Шлеленко Лариса Андреевна. - Москва, 2001. - 30 с.

426. Шмайлова, Т.А. Изучение влияния фитопорошков на технологические свойства муки / Т. А. Шмайлова, Н. А. Сидельникова // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-3. – С. 278.

427. Шмалько, Н. А. Амарантовые отруби в рецептуре ржано-пшеничного хлеба / Н. А. Шмалько, С. О. Смирнов // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2018. – № 7-8 (176). – С. 40-41.

428. Шматкова, Н. Н. Применение экструдата смеси зерна пшеницы и семян расторопши в технологии ржано-пшеничного заварного хлеба / Н. Н. Шматкова // Инновационная техника и технология. – 2016. – № 2 (7). – С. 53-60.

429. Экструзионная технология пищевых текстуратов / А. Н. Остриков, М. А. Глухов, А. С. Рудометкин, Е. Г. Окулич-Казарин // Пищевая промышленность. – 2007. – № 9. – С. 18–20.

430. Якушина, В. В. Влияние культуры и традиций питания на сбалансированность питания россиян / В. В. Якушина, Н. А. Гаврилова // [Nauka-Rastudent.ru](http://Nauka-Rastudent.ru). – 2016. – № 10. – С. 11.

431. Яровенко, В. Л. Справочник по производству спирта. Сырье, технология и технохимконтроль / В. Л. Яровенко. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 336 с.

432. Acrylamide in Baking Products: A Review Article / J. Keramat [et al.] // Food Bioprocess Technol. – 2011. – Vol. 4. – P. 530–543. - Mode of access: [http://centaur.vri.cz/docs/EU2011/Keramat\\_AA.pdf](http://centaur.vri.cz/docs/EU2011/Keramat_AA.pdf)(accessed: 25.01.2019).

433. Asp, N. G. Dietary carbohydrates. Classification by chemistry and physiology / N. G. Asp // Food Chem. – 1996. – Vol. 57, № 1. – P. 9–14.

434. Bakery Products Science and Technology / ed. W. Zhou, Y. H. Hui. – 2-nd ed. – [S. l.] : Wiley-Blackwell, 2014. – 776 p.

435. Bigliardi, B. Innovation trends in the food industry: The case of functional foods / B. Bigliardi, F. Galati // Trends in Food Science & Technology. – 2013. – Vol. 31, №2. – P. 118–129. – Mode of access: [https://www.researchgate.net/publication/257346264\\_Innovation\\_trends\\_in\\_the\\_food\\_industry\\_The\\_case\\_of\\_functional\\_foods](https://www.researchgate.net/publication/257346264_Innovation_trends_in_the_food_industry_The_case_of_functional_foods) (accessed: 26.01.2019).

436. Bread and Health / L. Kourkouta [et al.] // Journal of Pharmacy and Pharmacology. – 2017. – Vol. 5, Is. 11. – P. 821-826. - Mode of access: [https://www.researchgate.net/publication/321342781\\_Bread\\_and\\_Health](https://www.researchgate.net/publication/321342781_Bread_and_Health)(accessed: 25.01.2019).

437. Casper, J. L. Gluten-Free Baked Products / J. L. Casper, W. A. Atwell. – Minnesota : AACC International, Inc., 2014. – 98 p. - Mode of access: [https://books.google.ru/books?id=OFAnDQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=ru&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.ru/books?id=OFAnDQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=ru&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)(accessed: 20.01.2019).

438. Cauvain, S. P. Baked Products: Science, Technology and Practice / S. P. Cauvain, L. S. Young. - [S. l.] : John Wiley & Sons, 2008. – 240 p. - Mode of access: [https://books.google.ru/books?id=Gj1bKrE\\_tf8C&printsec=frontcover&hl=ru&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.ru/books?id=Gj1bKrE_tf8C&printsec=frontcover&hl=ru&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)(accessed: 22.01.2019).

439. Cauvain, S. P. Baking Problems Solved / S. P. Cauvain, L. S. Young. - Cambridge : Elsevier, 2001. – 304 p. - Mode of access:

[https://books.google.ru/books?id=TxOkAgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=ru&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.ru/books?id=TxOkAgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=ru&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)(accessed: 25.01.2019).

440. Chakraborty, S. K. Quality characteristics of gluten free bread from barnyard millet–soy flour blends / S. K. Chakraborty, S. Gupta, N. Kotwaliwale // J Food Sci Technol. – 2016. – Vol. 53, Is. 12. – P. 4308–4315. - Mode of access: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5223266/>(accessed: 18.01.2019).

441. Characteristics of Rice Flour Suitable for the Production of Rice Flour Bread Containing Gluten and Methods of Reducing the Cost of Producing Rice Flour / E. Araki [et al.] // JARQ. – 2016. – Vol. 50, Is. 1. – P. 23–31. - Mode of access:

[https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj4LiA8dDfAhVxwosKHf3QDfcQFjAFegQIBRAC&url=https%3A%2F%2Fwww.jircas.go.jp%2Fen%2Ffile%2F8907%2Fdownload%3Ftoken%3DbnNprfrK&usg=AOvVaw2-sNq-i\\_EJ0KcFiPCEfwcv](https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj4LiA8dDfAhVxwosKHf3QDfcQFjAFegQIBRAC&url=https%3A%2F%2Fwww.jircas.go.jp%2Fen%2Ffile%2F8907%2Fdownload%3Ftoken%3DbnNprfrK&usg=AOvVaw2-sNq-i_EJ0KcFiPCEfwcv)(accessed: 11.01.2019).

442. Chen, Hai-ming. Properties and extraction of pectin-enriched materials from sugar beet pulp by ultrasonic-assisted treatment combined with subcritical water / Chen Hai-ming, Fu Xiong, Luo Zhi-gang // Food Chemistry. – 2015. – Vol. 168. – P. 302–310.

443. Concha Olmos, J. Enzymatic depolymerization of sugar beet pulp: Production and characterization of pectin and pectic-oligosaccharides as a potential source for functional carbohydrates / J. Concha Olmos, M.E. Zúñiga Hansen // Chemical Engineering Journal. – 2012 – Vol. 192. – P. 29–36.

444. Czubaszek, A. Effects of wheat flour supplementation with oat products on dough and bread quality / A. Czubaszek, Z. Karolini-Skaradzińska // Polish journal of food and nutrition sciences. – 2005. - Vol. 14/55, № 3. - P. 281–286. - Mode of access:

[https://www.researchgate.net/publication/268265002\\_Effects\\_of\\_wheat\\_flour\\_supplementation\\_with\\_oat\\_products\\_on\\_dough\\_and\\_bread\\_quality](https://www.researchgate.net/publication/268265002_Effects_of_wheat_flour_supplementation_with_oat_products_on_dough_and_bread_quality)(accessed: 11.01.2019).



445. Development Of Organic Buckwheat Gluten-Free Bread, Characterized By A High Level Of Bioactive Compounds / K. Piasecka-Józwiak [et al.] // Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering. – 2016. - Vol. 61 (4). – P. 110-116. - Mode of access: [http://www.pimr.poznan.pl/biul/2016\\_4\\_KPJ.pdf](http://www.pimr.poznan.pl/biul/2016_4_KPJ.pdf)(accessed: 23.01.2019).

446. Dhillon, G. K. Quality Evaluation Of Bread Incorporated With Different Levels Cinnamon Powder / Dhillon, G. K., Amarjeet K. // International Journal of Food Science, Nutrition and Dietetics. – 2013. – Vol. 2, Is. 7. – P. 70-74. - Mode of access: <https://scidoc.org/articlepdfs/IJFS/IJFS-2326-3350-02-702.pdf>(accessed: 25.01.2019).

447. Dikeman, C. L. Viscosity as related to dietary fiber / C. L. Dikeman, G. C. Fahey // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2006. - Vol. 46. – P. 649-663.

448. Dmitrieva, L. A. [Mineral bone density and mineral exchange status in patients with chronic generalized parodontitis](#) / L. A. Dmitrieva, A. M. Mkrtumian, V. G. Atrushkevich // [Стоматология](#). – 2009. – Т. 88, № 6. – С. 24-28.

449. Effect of Buckwheat Processing Products on Dough and Bread Quality Made from Whole-Wheat Flour / V. Drobot [et al.] // International Journal of Food Studies. – 2014. – Vol. 3 – P. 1–12. - Mode of access: <https://core.ac.uk/download/pdf/25584246.pdf>(accessed: 12.01.2019).

450. Effect Of Whole Buckwheat Flour On Technological Properties Of Wheat Flour And Dough / E.-M. Stefan [et al.] // Engineering For Rural Development, Jelgava, 23.-25.05.2018. - Mode of access: <http://www.tf.llu.lv/conference/proceedings2018/Papers/N393.pdf>(accessed: 11.01.2019).

451. Effect of  $\beta$ -glucan from oats and yeast on serum lipids S. Bell [et al.] // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 1999. – Vol. 39. – P. 189-202.

452. Effects Of Buckwheat Flour (*Fagopyrum Esculentum* Moench) On The Quality Of Gluten-Free Bread / Małgorzata Wronkowska1 [et al.] // Pol. J. Food Nutr. Sci. – 2008. - Vol. 58, № 2. - P. 211-216. - Mode of access: <https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=12&cad=rja>

<http://www.ijfans.com/vol2issue2/7.pdf> (accessed: 24.01.2019).

453. Evaluation of quality characteristics of bread from kodo, little and foxtail millets / Karuppasamy P. [et al.] // International Journal Of Food And Nutritional Sciences. – 2013. - Vol. 2, Is. 2. – P. 35-39. - Mode of access: <https://www.ijfans.com/vol2issue2/7.pdf> (accessed: 23.01.2019).

454. Food fortification and supplementation: Technological, safety and aspects / P. B. Ottaway [et al.]. – [S. l.] : Elsevier, 2008. – 296 p.

455. Genetic variability in cereal carbohydrate compositions and potentials for improving nutritional value / H. Rudi [et al.] // Animal Feed Science and Technology. – 2006. – Vol. 130. – P. 55-65.

456. Giménez-Bastida, J. A. Recent Advances in Processing and Development of Buckwheat Derived Bakery and Non-Bakery Products - A Review / J. A. Giménez-Bastida, M. K. Piskula, H. Zieliński // Polish Journal of Food and Nutrition Sciences. – 2015. – Vol. 65, Is. 1. – P. 9-20. - Mode of access: [https://www.researchgate.net/publication/272564400\\_Recent\\_Advances\\_in\\_Processing\\_and\\_Development\\_of\\_Buckwheat\\_Derived\\_Bakery\\_and\\_Non-Bakery\\_Products\\_-\\_A\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/272564400_Recent_Advances_in_Processing_and_Development_of_Buckwheat_Derived_Bakery_and_Non-Bakery_Products_-_A_Review) (accessed: 11.01.2019).

457. Gray, J. Dietary Fibre. Definition, analysis, physiology and health / J. Gray // ILSI Europe Concise Monograph Series. – Brussels : ILSI Europe, 2006. - P. 35.

458. Horszwald, A. Evolution of antioxidant capacity and formation of processing contaminants during rye bread making / A. Horszwald, F. J. Morales, H. Zielinski // Journal Food and Nutrition Research. - 2010. - № 49 (3). – P. 149-159.

459. Hrušková, M. Cookie Making Potential of Composite Flour Containing Wheat, Barley and Hemp / M. Hrušková, I. Švec // Czech J. Food Sci.

- 2015. – Vol. 33, № 6. – P. 545–555. - Mode of access: <https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/169029.pdf>(accessed: 25.01.2019).
460. Hrušková, M. Effect of Malt Flour Addition on the Rheological Properties of Wheat Fermented Dough / M. Hrušková, I. Švec, I. Kučerová // Czech J. Food Sci. – 2003. - Vol. 21, № 6. – P. 210–218. - Mode of access: <https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/50858.pdf> (accessed: 15.01.2019).
461. Kang, J. X. Nutritional Problems and Solutions for the Modern Health Epidemic / J. X. Kang // J. Nutrigenet Nutrigenomics. – 2014. – Vol. 7. - P. 188–190. - Mode of access: <https://www.karger.com/Article/PDF/375471>(accessed: 25.01.2019).
462. Keusch, G. T. The history of nutrition, infection and immunity / G. T. Keusch // The Journal Nutritional. – 2003. – T. 133, № 1. – P. 336-340.
463. Kiharason, J. W. Nutritive value of bakery products from wheat and pumpkin composite flour / J.W. Kiharason, D. K. Isutsa, P.N. Ngoda // Global Journal of Bio-science and Biotechnology. – 2017. - Vol. 6, Is. 1. – P. 96-102. - Mode of access: [http://scienceandnature.org/GJBB\\_Vol6\(1\)2017/GJBB-V6\(1\)2017-15.pdf](http://scienceandnature.org/GJBB_Vol6(1)2017/GJBB-V6(1)2017-15.pdf)(accessed: 22.01.2019).
464. Krupa-Kozak, U. Effect of Buckwheat Flour on Microelements and Proteins Contents in Gluten-Free Bread / U. Krupa-Kozak, M. Wronkowska, M. Soral-Śmietana // Czech J. Food Sci. – 2011. - Vol. 29, № 2. – P. 103–108. - Mode of access: [https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/136\\_2010-CJFS.pdf](https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/136_2010-CJFS.pdf)(accessed: 12.01.2019).
465. Kurek, M. The Application of Dietary Fiber in Bread Products / M. Kurek, J. Wyrwisz // J Food Process Technol. – 2015. – Vol. 6, Is. 5. - P. 1-4. - Mode of access: <https://www.omicsonline.org/open-access/the-application-of-dietary-fiber-in-bread-products-2157-7110-1000447.pdf>(accessed: 22.01.2019).
466. Lairon, D. Питательное качество и безопасность органических продуктов питания. Обзор / D. Lairon // [Экологическая экспертиза](#). – 2011. – № 2. – С. 74-92.
467. Luh, B. S. Rice Flours in Baking / B. S. Luh, Y. K. Liu // Rice. Vol. I. Production / ed. B. S. Luh. – Boston : Springer, 1991. – P. 428-452. - Mode of

access: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4899-3754-4\\_13](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4899-3754-4_13)(accessed: 25.01.2019).

468. Lukie, C. Quality Of Baked Products Made With Whole Grain Hulless Barley Flour / C. Lukie, T. Tweed, L. Malcolmson. – 2012. - Mode of access: <http://cigi.ca/wp-content/uploads/2012/01/Quality-of-Baked-Products-made-with-Whole-Grain-Hulless-Barley-Flour.pdf>(accessed: 12.01.2019).

469. Mahalingam, P. Study On Preparation Of Rice-Wheat Bread Using Premix / P. Mahalingam, S.Veluppillai, S.Ekanayake // The Journal of Agricultural Sciences. – 2014. - Vol. 9, № 1. - P. 31-36. - Mode of access: <https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjr4LiA8dDfAhVxwosKHf3QDfcQFjAAegQIABAC&url=https%3A%2F%2Fjas.sljol.info%2Farticle%2F10.4038%2Fjas.v9i1.6351%2Fgallery%2F4974%2Fdownload%2F&usg=AOvVaw0kfFaqRMfD9qEPc1Mo6D7p>(accessed: 23.01.2019).

470. Modern Diet and its Impact on Human Health / [S. C. Ghagane](#) [et al.] // J. Nutr. Food Sci. – 2015. – Vol. 5, Is. 6. - Mode of access: [https://www.researchgate.net/publication/284167515\\_Modern\\_Diet\\_and\\_its\\_Impact\\_on\\_Human\\_Health](https://www.researchgate.net/publication/284167515_Modern_Diet_and_its_Impact_on_Human_Health) (accessed: 25.01.2019).

471. Molnar, P. Overall quality index for the evaluation of food products EOQC / P. Molnar // Food Section Seminar on quality assurance in the food industry, Budapest, Hungary, 26-25.05.1986. – Budapest, 1986. - P.123-142.

472. Musterma, M. Fur die Ballastoffanreicherung in Lebensmitteln Innovative Diat-fassern / M. Musterma // Ernahrungsindustrie. – 1999. – № 58. - S.60–61.

473. Niffenegger, E. V. Chemical and physical characteristics of barley flour as related to its use in baked products : master of science in Home Economics / Elnor Vermeer Niffenegger. – Montana, 1964. – 58 p. - Mode of access: <https://scholarworks.montana.edu/xmlui/bitstream/handle/1/5817/31762100150885.pdf?sequence=1>(accessed: 13.01.2019).

474. Nutritional value of bread: Influence of processing, food interaction and consumer perception / K. Dewettinck [et al.] // Journal of Cereal Science. – 2008. – Vol. 48, № 2. – P. 243-257.

475. Perten, H Factors Influencing Falling Number Values / H. Perten // Cereal Chemistry Today. - 1967. - Vol. 12, № 3. – P. 67-72.

476. Perten, H. Application on the Falling Method for evaluating alpha-amylase activity / H. Perten // Cereal Chemistry. – 1964. - Vol. 41, № 3. – P. 127-140.

477. Physical properties of gluten-free bread caused by water addition / R. Różyło [et al.] // Int. Agrophys. – 2015. - № 29. – P. 353-364. - Mode of access: [http://produkcja.ipan.lublin.pl/uploads/publishing/files/29\\_3%20Różyło-1.pdf](http://produkcja.ipan.lublin.pl/uploads/publishing/files/29_3%20Różyło-1.pdf)(accessed: 11.01.2019).

478. Preparation and characterisation of dietary fibre from sugar beet pulp / F. Michel, J. F. Thibault, J. L. Barry, R. & de Baynast // Journal of the Science of Food and Agriculture. – 1988. – Vol. 42 (1). – P. 77–85.

479. Puratos. Надежные партнеры в инновациях. – Режим доступа: <http://www.puratos.ru/ru/> (дата обращения: 21.01.2019).

480. Pyler, E. J. Baking Science & Technology. Vol. I. Fundamentals & Ingredients / E. J. Pyler, L. A. Gorton. – 4-th ed. - Kansas City : Sosland Publishing Company, 2008. – 740 p. - Mode of access: [http://www.sosland.com/bakingscience/Vol\\_1\\_LR.pdf](http://www.sosland.com/bakingscience/Vol_1_LR.pdf)(accessed: 25.01.2019).

481. Ranasalva, N. Development of Bread from Fermented Pearl Millet Flour / N. Ranasalva, R. Visvanathan // J Food Process Technol. – 2014. – Vol. 5, Is. 5. – P. 1-5. - Mode of access: <https://www.omicsonline.org/open-access/development-of-bread-from-fermented-pearl-millet-flour-2157-7110.1000327.pdf>(accessed: 15.01.2019).

482. Rheology and bread making performance of gluten-free formulations affected by different levels of sugar beet fibre, hydroxypropylmethylcellulose and water / Miljana Djordjević [et al.] // International Journal of Food Science & Technology. – 2018. – Vol. 53, Is. 8. – P. 1832-1837. - Mode of access: [https://www.researchgate.net/publication/324696068\\_Rheology\\_and\\_bread-](https://www.researchgate.net/publication/324696068_Rheology_and_bread-)

[making performance of gluten-free formulations affected by different levels of sugar beet fibre hydroxypropylmethylcellulose and water](#)(accessed: 11.01.2019).

483. Rosell, C. M. The Science of Doughs and Bread Quality / C. M. Rosell // Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention. – [S. l.] : Elsevier Inc., 2011. - Mode of access: <https://booksite.elsevier.com/samplechapters/9780123808868/9780123808868.pdf> (accessed: 25.01.2019).

484. Różyło, R. New potential of using millet-based yeast-fermented leaven for composite wheat bread preparation / R. Różyło // Journal of Food and Nutrition Research. – 2014. - Vol. 53, № 3. - P. 240–250. - Mode of access: <https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=2ahUKEwjIz-2hpdPfAhVEiKYKHx67DkUQFjADegQIBxAC&url=http%3A%2F%2Fwww.vu.p.sk%2Fen%2Fdownload.php%3FbulID%3D1619&usg=AOvVaw0KBZD1X9OY674lv-AyEz8H>(accessed: 22.01.2019).

485. Samuel, F. O. Недостаточное питание и качество окружающей среды проживания у городских и сельских детей в Нигерии / F. O. Samuel, A. H. Cole, W. H. Oldewage-Theron // Экологическая экспертиза. – 2008. – № 3. – С. 85-93.

486. Selmo, M. S. Technological quality of bread from rice flour with Spirulina / M. S. Selmo, M. M. Salas-Mellado // International Food Research Journal. - 2014. – Vol. 21, № 4. – P. 1523-1528. - Mode of access: [http://www.ifrj.upm.edu.my/21%20\(04\)%202014/36%20IFRJ%2021%20\(04\)%202014%20Selmo%20718.pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/21%20(04)%202014/36%20IFRJ%2021%20(04)%202014%20Selmo%20718.pdf)(accessed: 12.01.2019).

487. Sensory And Instrumental Properties Of Novel Gluten - Free Products Senzorne I Instrumentalne Osobine Novih Bezglutenskih Proizvoda / D. Jambrec [et al.] // Journal on Processing and Energy in Agriculture. – 2013. – Vol. 17, № 2. – P. 86-88. - Mode of access: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.897.7335&rep=rep1&type=pdf>(accessed: 12.01.2019).



488. Singh, K. P. Millet-Wheat Composite Flours Suitable For Bread / K. P. Singh, H. N. Mishra // Journal of Ready to Eat Food. – 2014. – Vol. 1, Is. 2. – P. 49-58. - Mode of access:

<https://pdfs.semanticscholar.org/5632/ae2cfa0d26ee83490beafe4ae6369d6b44ac.pdf>(accessed: 25.01.2019).

489. Steen, C. Whole Grain Vegan Baking: More Than 100 Tasty Recipes for Plant-Based Treats Made Even Healthier-From Wholesome Cookies and Cupcakes to Breads, Biscuits, and More / C. Steen, T. Noyes. – Massachusetts : Fair Winds Press, 2013 – 176 p. - Mode of access:

[https://books.google.ru/books?id=tmJdwSdLpZYC&dq=baked+goods+made+with+buckwheat+flour&hl=ru&source=gb\\_s\\_navlinks\\_s](https://books.google.ru/books?id=tmJdwSdLpZYC&dq=baked+goods+made+with+buckwheat+flour&hl=ru&source=gb_s_navlinks_s)(accessed: 15.01.2019).

490. Study on quality of white bread enriched with finger millet flour / B. M. Devani [et al.] // International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology. – 2016. – Vol. 9, № 5. – P. 903-907. - Mode of access:

[https://www.researchgate.net/publication/309714546\\_Study\\_on\\_quality\\_of\\_white\\_bread\\_enriched\\_with\\_finger\\_millet\\_flour](https://www.researchgate.net/publication/309714546_Study_on_quality_of_white_bread_enriched_with_finger_millet_flour)(accessed: 24.01.2019).

491. Švec, I. Features of flour composites based on the wheat or wheat-barley flour combined with acorn and chestnut / I. Švec, M. Hrušková, I. Kadlčíková // Croat. J. Food Sci. Technol. – 2018. – Vol. 10, № 1. – P. 89-97. -

Mode of access:

<https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=13&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwid0oaZlczfAhXhqIsKHf2JBAQ4ChAWMAJ6BAgFEAI&url=https%3A%2F%2Fhrcak.srce.hr%2Ffile%2F295316&usg=AOvVaw35uXWXd0I9Uvd6IntxP6U-39> (accessed: 17.01.2019).

492. Technological scheme for production of dietary powder from beet pulp: Abstr. S.P.R.I. Conf. New Orleans la 1996 / L. G. Belostotskii [et al.] // Int. Sugar J. – 1996. – Vol. 98, № 1171. – P. 383.

493. The Complete Technology Book on Bakery Products (Baking Science with Formulation & Production) / NIIR Board of Consultants & Engineers. - 3rd ed. – Delhi : Niir Project Consultancy Services, 2014. – 672 p. - Mode of access:

[https://books.google.ru/books?id=h2M\\_BAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=ru](https://books.google.ru/books?id=h2M_BAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=ru)

[&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](#)(accessed: 25.01.2019).

494. The Development And Benefits Of Sugarbeet Fiber / J. Gary Fox. - Mode of access: <http://assbt-proceedings.org/ASSBT1991Proceedings/PassbtVol26p188to192TheDevelopmentandBenefitsofSugarbeetFiber.pdf>(accessed: 12.01.2019).

495. The Science of Bakery Products / ed. W. P. Edwards. – Cambridge : Royal Society of Chemistry, 2007. – 247 p. - Mode of access: [https://books.google.ru/books?id=4GsoDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=ru&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.ru/books?id=4GsoDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=ru&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)(accessed: 25.01.2019).

496. Understanding global food security and nutrition Facts and backgrounds. - Berlin : BMEL, 2015. - Mode of access: [https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/EN/Publications/UnderstandingGlobalFood.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/EN/Publications/UnderstandingGlobalFood.pdf?__blob=publicationFile)(accessed: 26.01.2019).

497. Use of a Simplex Method with an Artificial basis in Modeling of Flour Mixtures for Bakery Products /N. A. Berezina, A. V. Artemov, I. A. Nikitin, I. V. Zavalishin, A. N. Ryazanov // (IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications. – 2017. - Vol. 8, № 12. – P. 338-344.

498. Utilization of pumpkin powder in bakery products / J. Pongjanta [et al.] // Songklanakarin Journal of Science and Technology – 2006. - № 28. - Suppl. 1. - Mode of access: [https://www.researchgate.net/publication/26469832\\_Utilization\\_of\\_pumpkin\\_powder\\_in\\_bakery\\_products](https://www.researchgate.net/publication/26469832_Utilization_of_pumpkin_powder_in_bakery_products)(accessed: 11.01.2019).

499. Wilm, С. Н. Наша пища : база данных о продуктах питания и смежных науках / С. Н. Wilm // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. – 2011. – № 9. – С. 3-185.

500. Zhang, Q. Applying Fuzzy mathematics to product development and comparison / Q. Zhang, J. Litchfield // Food Technology. – 1991. - Vol. 45, № 7. - P. 108-115.



## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

## Характеристика ферментного препарата AMG 1100 BG

Product Data Sheet



1 of 2

Valid from 2015-09-21

## AMG® 1100 BG

In this product the key enzyme activity is provided by  
glucoamylase that hydrolyzes (1,4)- and (1,6)-alpha-D-glucosidic linkages at the non-reducing ends of polysaccharides

**PRODUCT CHARACTERISTICS/PROPERTIES**

|                |   |
|----------------|---|
| Component name | Glucoamylase (glucan 1,4-alpha-glucosidase) |
| Activity       | 1100 AGU/g                                  |
| Color          | Yellow to brown                             |
| Physical form  | Granulate                                   |
| Particle size  | Approx. 50-212 microns                      |

This product is standardized by Documented Addition in a process controlled by Novozymes ISO 9001 quality system. See Documented Addition Info Sheet for further information.

**Solubility** Active component is readily soluble in water at all concentrations that occur in normal usage. Standardisation components can cause turbidity in solution.

*Color can vary from batch to batch. Color intensity is not an indication of enzyme activity.*

**ALLERGEN**

| Allergen                               | Substance contained <sup>1</sup> | Allergen   | Substance contained |
|--|----------------------------------|--|---------------------|
| Celery                                 | no                               | Molluscs   | no                  |
| Cereals containing gluten <sup>2</sup> | yes                              | Mustard  | no                  |
| Crustaceans                            | no                               | Nuts <sup>3</sup>                                      | no                  |
| Egg                                    | no                               | Peanuts  | no                  |
| Fish                                   | no                               | Sesame   | no                  |
| Lupin                                  | no                               | Soy  | no                  |
| Milk (including lactose)               | no                               | Sulphur dioxide/sulphites, more than 10 mg per kg or l | no                  |

<sup>1</sup>Definition of substances according to EU Regulation 1169/2011, as amended. List covers allergens mentioned in 21 USC 301 (US) and GB 7718-2011 (China).

<sup>2</sup>i.e. wheat, rye, barley, oats, spelt, kamut

<sup>3</sup>i.e. almond, hazelnut, walnut, cashew, pecan nut, Brazil nut, pistachio nut, macadamia nut and Queensland nut

**PRODUCT SPECIFICATION**

|                           | Lower Limit  | Upper Limit | Unit  |
|---------------------------|--------------|-------------|-------|
| Amyloglucosidase unit AGU | 1100         |             | /g    |
| Total viable count        | -            | 50000       | /g    |
| Coliform bacteria         | -            | 30          | /g    |
| E.coli                    | Not Detected |             | /25 g |
| Salmonella                | Not Detected |             | /25 g |
| Heavy metals              |              | Max 30      | mg/kg |
| Lead                      |              | Max 5       | mg/kg |
| Arsenic                   |              | Max 3       | mg/kg |
| Cadmium                   |              | Max 0.5     | mg/kg |
| Mercury                   |              | Max 0.5     | mg/kg |

The enzyme analytical method is available from the Customer Center or sales representative.

**COMPOSITION**

| Ingredients   | Appr. % (w/w) |
|---|---------------|
| Glucoamylase (glucan 1,4-alpha-glucosidase), CAS no. 9032-08-0* | 95            |
| Water, CAS no. 7732-18-5  | 4             |
| Wheat flour, CAS no. 130498-22-5                                | 1             |

\*Defined as enzyme conc. (dry matter basis)

**NUTRITIONAL VALUES**

The product has a typical nutritional value of approximately 1631 kJ/100 g enzyme product.

|                |             |
|----------------|-------------|
| • Protein      | 95 g/100 g  |
| • Fat          | 0 g/100 g   |
| • Carbohydrate | 1 g/100 g   |
| - Fiber        | (0 g/100 g) |
| • Moisture     | 4 g/100 g   |

**GM STATUS**

This product is not a GMO.

Production organism: Aspergillus niger

The enzyme product is manufactured by fermentation of a microorganism that is not present in the final product. The production organism is not modified using modern biotechnology.

© Novozymes AS

# AMG® 100 BG

## STORAGE CONDITION

**Recommended storage:** 0-25 °C (32-77 °F)

Packaging must be kept intact, dry, and away from sunlight. Please follow the recommendations and use the product before the best before date to avoid the need for a higher dosage.

**Best before:** You will find the best before date in the certificate of analysis or on the product label.

The product gives optimal performance when stored as recommended and used within 24 months of the production date.

Novozymes guarantees delivery at least 12 months prior to the best-before date.

The product can be transported at ambient temperature. Following delivery, the product should be stored as recommended.

## SAFETY AND HANDLING PRECAUTIONS

Enzymes are proteins. Inhalation of dust or aerosols may induce sensitization and may cause allergic reactions in sensitized individuals. Some enzymes may irritate the skin, eyes, and mucous membranes upon prolonged contact. See the MSDS or Safety Manual for further information regarding safe handling of the product and spills.

## COMPLIANCE

The product complies with the recommended purity specifications for food-grade enzymes given by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) and the Food Chemical Codex (FCC).

Kosher and Halal certificates are available from the Customer Center or sales representative.

## CERTIFICATIONS

Novozymes is a signatory to United Nations Global Compact, United Nations Convention on Biological Diversity and report on our sustainability performance through Global Reporting Initiative (GRI). See all our commitments under sustainability on [www.novozymes.com](http://www.novozymes.com).



## FOOD SAFETY

Novozymes has carried out a hazard analysis and prepared an HACCP plan describing the critical control points (CCPs). The HACCP plan is supported by a comprehensive prerequisite program implemented in Novozymes' GMP practices.

The product is produced according to Novozymes' HACCP plan, GMP practices, and additional requirements controlled by Novozymes' Quality Management System.

The product complies with FAO/WHO JECFA- and FCC-recommended purity requirements regarding mycotoxins. The product complies with EU legislation regarding pesticides.

The product is produced under FSSC 22000 certification.



## PACKAGING

The product is available in different types of packaging. Please contact the sales representative for more information.

Novozymes A/S  
Krogshøjvej 36  
2880 Bagsvaerd  
Denmark

Tel. +45 4446 0000  
Fax +45 4446 9999

For more information, or for more office addresses, visit [www.novozymes.com](http://www.novozymes.com)

Laws, regulations and/or third party rights may prevent customers from importing, using, processing and/or reselling the products described herein in a given manner. Without separate, written agreement between the customer and Novozymes to such effect, this document does not constitute a representation or warranty of any kind and is subject to change without further notice.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

## План эксперимента и средние данные содержания редуцирующих сахаров в гидролизате картофеля

| №  | X <sub>1</sub> ,<br>дозировка<br>ферментного<br>препарата, % | X <sub>2</sub> ,<br>содержание сухих веществ<br>в гидролизуемой<br>картофельной массе, % | X <sub>3</sub> ,<br>рН | X <sub>4</sub> ,<br>температура, °С | Содержание редуцирующих<br>веществ в гидролизате<br>картофеля, % | Y,<br>содержание редуцирующих<br>веществ в гидролизате<br>картофеля, % на сухое вещество |
|----|--|--|------------------------|-------------------------------------|--|--|
| 1  | 0,03   | 10   | 3                      | 40                                  | 1,84   | 18,4   |
| 2  | 0,03   | 10   | 3                      | 70                                  | 2,16   | 21,6   |
| 3  | 0,03   | 10   | 5                      | 40                                  | 2,00   | 20   |
| 4  | 0,03   | 10   | 5                      | 70                                  | 2,20   | 22   |
| 5  | 0,03   | 20   | 3                      | 40                                  | 4,32   | 21,6   |
| 6  | 0,03   | 20   | 3                      | 70                                  | 4,00   | 20   |
| 7  | 0,03   | 20   | 5                      | 40                                  | 3,60   | 18   |
| 8  | 0,03   | 20   | 5                      | 70                                  | 4,96   | 24,8   |
| 9  | 0,05   | 10   | 3                      | 40                                  | 2,60   | 26   |
| 10 | 0,05   | 10   | 3                      | 70                                  | 2,24   | 22,4   |
| 11 | 0,05   | 10   | 5                      | 40                                  | 2,40   | 24   |
| 12 | 0,05   | 10   | 5                      | 70                                  | 2,36   | 23,6   |
| 13 | 0,05   | 20   | 3                      | 40                                  | 4,56   | 22,8   |
| 14 | 0,05   | 20   | 3                      | 70                                  | 3,68   | 18,4   |
| 15 | 0,05   | 20   | 5                      | 40                                  | 5,60   | 28   |
| 16 | 0,05   | 20   | 5                      | 70                                  | 5,04   | 25,2   |
| 17 | 0,02   | 15   | 4                      | 55                                  | 4,08   | 27,2   |
| 18 | 0,06   | 15   | 4                      | 55                                  | 4,02   | 26,8   |
| 19 | 0,04   | 5  | 4                      | 55                                  | 1,04   | 20,8   |
| 20 | 0,04   | 25   | 4                      | 55                                  | 5,80   | 23,2   |
| 21 | 0,04   | 15   | 2,8                    | 55                                  | 3,12   | 20,8   |
| 22 | 0,04   | 15   | 6                      | 55                                  | 3,90   | 26   |
| 23 | 0,04   | 15   | 4                      | 25                                  | 3,90   | 26   |
| 24 | 0,04   | 15   | 4                      | 80                                  | 4,44   | 29,6   |
| 25 | 0,04   | 15   | 4                      | 55                                  | 3,78   | 25,2   |

**Регрессионный анализ зависимости содержания редуцирующих веществ  
в гидролизате картофеля от режима обработки**

**с учетом межфакторного взаимодействия ( $X_1$  – дозировка ферментного препарата,  $X_2$  – содержание сухих веществ субстрата,  $X_3$  – pH,  $X_4$  – температура,  $n=26$ , критерий Стьюдента теоретический – 2,06)**

| Кодированные переменные | Регрессионные коэффициенты | Стандартная ошибка | Критерий Стьюдента фактический | Значимость расчетного критерия Стьюдента |
|-------------------------|----------------------------|--------------------|--------------------------------|--|
| Сред/Св.член            | 23,50000                   | 1,177504           | 19,95747                       | 0,000000                                 |
| $X_1$                   | 0,69167                    | 0,339916           | 2,03482                        | 0,066696                                 |
| $X_1^2$                 | 0,09375                    | 0,398587           | 2,23521                        | 0,018370                                 |
| $X_2$                   | 0,04167*                   | 0,339916           | 0,12258                        | 0,904651*                                |
| $X_2^2$                 | -0,93125*                  | 0,398587           | -0,33638                       | 0,939423*                                |
| $X_3$                   | 0,59167*                   | 0,339916           | 1,74063                        | 0,109609*                                |
| $X_3^2$                 | -1,00625                   | 0,398587           | -2,52454                       | 0,028246                                 |
| $X_4$                   | 0,50833*                   | 0,339916           | 1,49547                        | 0,162919*                                |
| $X_4^2$                 | -0,38125                   | 0,398587           | -2,95650                       | 0,059367                                 |
| $X_1X_2$                | -0,18750*                  | 0,416310           | -0,45039                       | 0,661180*                                |
| $X_1X_3$                | 0,21250*                   | 0,416310           | 0,51044                        | 0,619833*                                |
| $X_1X_4$                | -0,43750*                  | 0,416310           | -1,05090                       | 0,315845*                                |
| $X_2X_3$                | 0,26250*                   | 0,416310           | 0,63054                        | 0,541220*                                |
| $X_2X_4$                | 0,11250*                   | 0,416310           | 0,27023                        | 0,791985*                                |
| $X_3X_4$                | 1,01250                    | 0,416310           | 2,43208                        | 0,033287                                 |

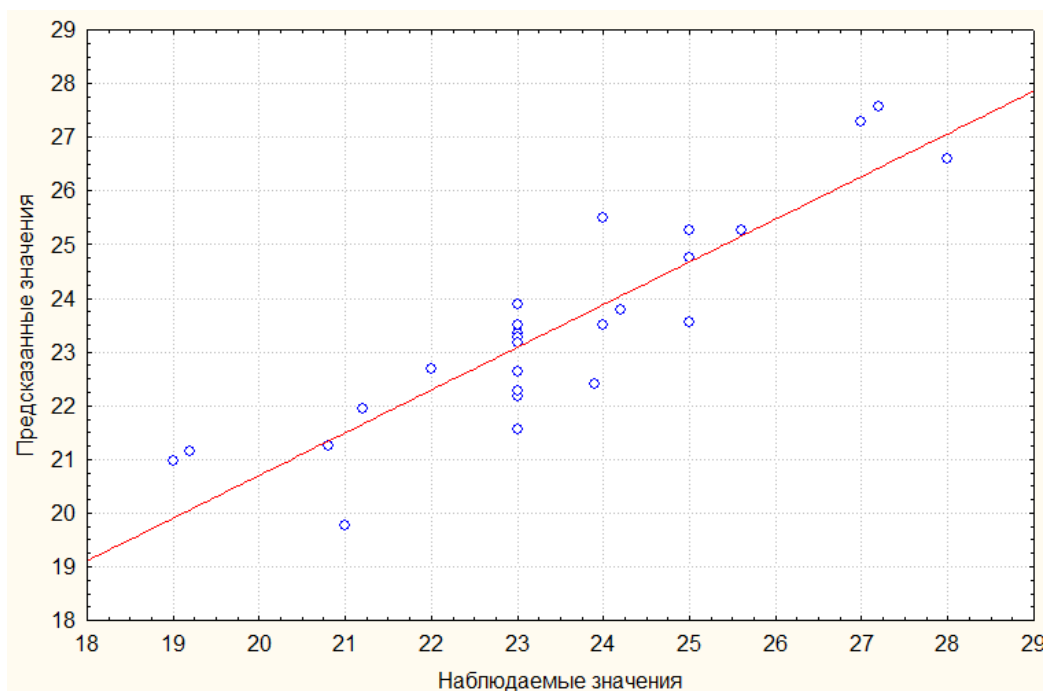
\*Величина коэффициента или критерия соответствует незначительному значению

Расчет по модели: наблюдаемые значения, предсказанные значения и остатки

| № опыта | Наблюдаемые значения | Предсказанные значения | Остатки  |
|---------|----------------------|------------------------|----------|
| 1       | 18,40000             | 20,41667               | -2,01667 |
| 2       | 21,60000             | 20,05833               | 1,54167  |
| 3       | 20,00000             | 18,62500               | 1,37500  |
| 4       | 22,00000             | 22,31667               | -0,31667 |
| 5       | 21,60000             | 20,12500               | 1,47500  |
| 6       | 20,00000             | 20,21667               | -0,21667 |
| 7       | 18,00000             | 19,38333               | -1,38333 |
| 8       | 23,00000             | 23,52500               | -0,52500 |
| 9       | 23,00000             | 22,62500               | 0,37500  |
| 10      | 21,00000             | 20,51667               | 0,48333  |
| 11      | 21,00000             | 21,68333               | -0,68333 |
| 12      | 22,00000             | 23,62500               | -1,62500 |
| 13      | 21,00000             | 21,58333               | -0,58333 |
| 14      | 18,40000             | 19,92500               | -1,52500 |
| 15      | 20,00000             | 21,69167               | -1,69167 |
| 16      | 25,20000             | 24,08333               | 1,11667  |
| 17      | 22,00000             | 22,49167               | -0,49167 |
| 18      | 26,80000             | 25,25833               | 1,54167  |
| 19      | 19,60000             | 19,69167               | -0,09167 |
| 20      | 21,00000             | 19,85833               | 1,14167  |

|    |          |          |          |
|----|----------|----------|----------|
| 21 | 18,00000 | 18,29167 | -0,29167 |
| 22 | 22,00000 | 20,65833 | 1,34167  |
| 23 | 22,00000 | 20,95833 | 1,04167  |
| 24 | 23,00000 | 22,99167 | 0,00833  |
| 25 | 24,00000 | 23,50000 | 0,50000  |
| 26 | 23,00000 | 23,50000 | -0,50000 |

**Наблюдаемые и предсказанные значения по регрессионной модели  
содержания редуцирующих веществ в гидролизате картофеля от режима  
их обработки**

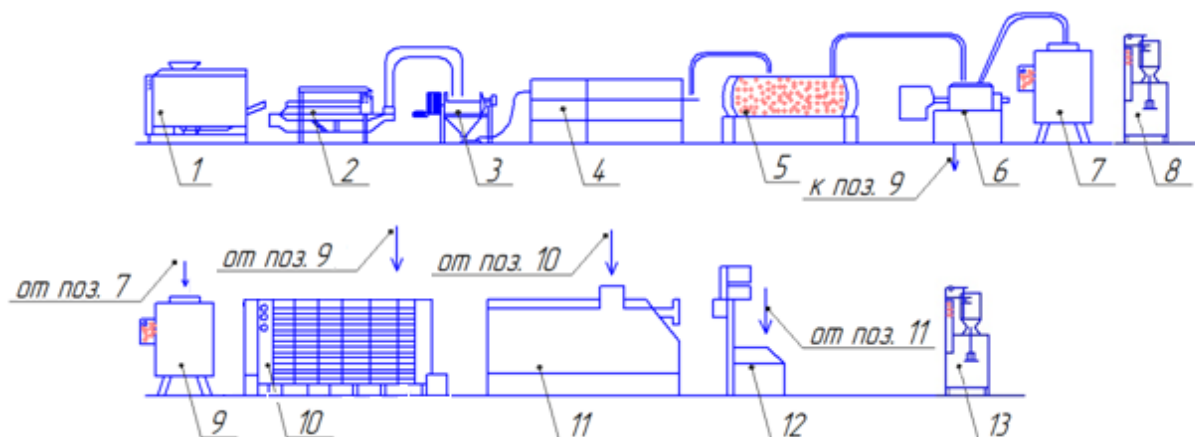


**Результаты множественной регрессии зависимости содержания  
редуцирующих веществ в гидролизате картофеля от режима их обработки**

| Уравнение регрессии с учетом значимых коэффициентов            | Коэффициент корреляции, R | Коэффициент детерминации, R <sup>2</sup> | Критерий Фишера |      | Стандартная ошибка |
|--|---------------------------|--|-----------------|------|--------------------|
|  |                           |  | расч            | факт |                    |
| $Y = 23,5 + 0,69X_1 - 0,93X_2^2 + X_3^2 - 0,38 X_4^2 + X_3X_4$ | 0,8544                    | 0,73                                     | 5,45            | 2,98 | 2,77303            |

### ПРИЛОЖЕНИЕ 3

#### Описание аппаратурно-технологической схемы получения сахаросодержащих продуктов из картофеля



1 – моечно-очистительная машина Vega ST 5000; 2 – варочная машина «Аквипак»; 3 – протирочная машина КПУ-М; 4 – охлаждающий конвейер; 5 – ферментатор горизонтального действия «ПИМ»; 6 – осадительная центрифуга ОГШ-202К-03; 7 – сироповарочный котел «АГРОМАШ»; 8 – фасовочно-упаковочный автомат DXDL-60 П; 9 - смеситель «АГРОМАШ»; 10 – конвекционная сушилка К-600; 11 – микромельница А2-ШИМ; 12 – просеиватель П2-П; 13 – фасовочный автомат вертикального типа DXDK.

Клубни картофеля, отделенные от земли и камней, инспектируют, моют и очищают от кожуры в моечно-очистительной машине Vega ST 5000 (1). Очищенный картофель по конвейеру поступает в варочную машину «Аквипак» (2). Варку осуществляют при атмосферном давлении в течение 40 минут. Сваренный картофель измельчают до однородной тонкодисперсной массы с размером частиц не более 3 мм на протирочной машине КПУ-М (3). Полученная картофельная масса с содержанием сухих веществ  $20 \pm 1$  % поступает на охлаждающий конвейер (4). Охлаждение происходит до оптимальной температуры действия ферментного препарата AMG 1100 BG - 65-75 °С. Гидролиз (осахаривание) картофельной массы осуществляется в ферментаторе горизонтального действия фирмы ПИМ (5) с добавлением

ацетатного буфера для создания рН 4,8-5 и затем водной суспензии ферментного препарата AMG 1100 BG, обеспечивающей содержание сухих веществ в осахариваемой картофельной массе 19,4 % - 25 %. Дозировка ферментного препарата AMG 1100 BG составляет 0,02 % - 0,06 % к массе сухого вещества. Осахаривание происходит в течении 7 часов при температуре 65 - 75 °С до содержания редуцирующих веществ не менее 50 % на сухое вещество. Осахаренная картофельная масса подвергается разделению на две фракции – сахаросодержащую картофельную пасту и сахаросодержащий картофельный центрифугат – на осадительной центрифуге ОГШ-202К-03 (6) с частотой вращения 6000 об/мин.

Полученный сахаросодержащий картофельный сироп поступает на уваривание в сироповарочный котел «АГРОМАШ» (7). Уваривание сахаросодержащего картофельного центрифугата осуществляют до содержания сухих веществ 50 %. Готовый сахаросодержащий картофельный сироп фасуют на автоматах фасовочно-упаковочных DXDL-60 II (8).

В свою очередь, полученная после разделения, сахаросодержащая картофельная паста с содержанием сухих веществ 72 % поступает в смеситель фирмы «АГРОМАШ» (9). Сахаросодержащую картофельную пасту смешивают с осушающим продуктом для уменьшения его влажности и сокращения продолжительности времени высушивания. В качестве осушающего продукта использовали порошок сахаросодержащий из картофеля, либо ржаную обдирную муку, либо пшеничную муку 1 сорта. Сахаросодержащую картофельную пасту смешивают с одним из осушающих продуктов в соотношении 40:60. Сушат сахаросодержащую картофельную пасту на конвекционной сушилке К-600 (10) при температуре 80 – 85 °С до влажности не более 14 %. Высушенную в виде тонкого листа сухую сахаросодержащую картофельную пасту направляют на микромельницу А2-ШИМ (11), где ее измельчают в порошок с размером частиц не более 3 мм, затем просеивают на просеивателе П2-П (12) и направляют на упаковку на фасовочный автомат вертикального типа серии DXDK (13).







Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего профессионального образования  
 «Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс»  
 (ФГБОУ ВПО «Государственный университет - УНПК»)



УТВЕРЖДАЮ  
 Проректор по научной работе  
 «Государственный университет - УНПК»  
 \_\_\_\_\_ С.Ю. Радченко  
 \_\_\_\_\_ 2012 г.

## ПОРОШОК САХАРОСОДЕРЖАЩИЙ ИЗ КАРТОФЕЛЯ

Технологическая инструкция

ТИ ТУ 9166-293-02069036

Разработана впервые

Дата введения в действие – 01.05.2012 г.

РАЗРАБОТАНО

ФГБОУ ВПО «Государственный университет - УНПК»

Доцент кафедры «Технология хлебо-  
 пекарного, кондитерского и макарон-  
 ного производства», канд. техн. наук

\_\_\_\_\_ Н.А. Березина

Аспирант кафедры «Технология хлебо-  
 пекарного, кондитерского и макарон-  
 ного производства»

\_\_\_\_\_ А.М. Орлова

Начальник НИТК

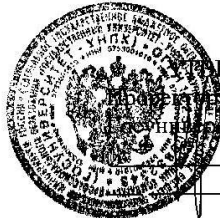
\_\_\_\_\_ Л.А. Краюшкина

г. Орел  
 2012

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс»  
(ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК»)

ОКП 97 2300

Группа Н48  
(ОКС 67.080.20)



СЕРЖДАЮ

по научной работе  
Государственный университет - УНПК

С.Ю. Радченко

2014 г.

**ПОРОШКИ ПИЩЕВЫЕ СВЕКЛОВИЧНЫЕ «САХАРНЫЕ ВОЛОКНА»**

Технические условия

ТУ 9723-304-02069036-2014

Введены впервые

Дата введения в действие – 01.03.2014 г.

РАЗРАБОТАНО

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК»

Доцент кафедры «Технология хлебо-  
пекарного, кондитерского и макаронного  
производства», канд. техн. наук

\_\_\_\_\_  
Н.А. Березина

Аспирант кафедры «Технология хлебопе-  
карного, кондитерского и макаронного  
производства»

\_\_\_\_\_  
Н.В. Мазалова

Начальник Нормативно-технического отдела

\_\_\_\_\_  
Л.А. Краюшкина

г. Орел  
2014



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего профессионального образования  
 «Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс»  
 (ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК»)



ТВЕРЖДАЮ

Профессор по научной работе  
 Государственный университет - УНПК

С.Ю. Радченко

2014 г.

## Порошки пищевые свекловичные «Сахарные волокна»

Технологическая инструкция

ТУ 9723-304-02069036

Разработана впервые

Дата введения в действие – 01.03.2014г.

РАЗРАБОТАНО

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК»

Доцент кафедры «Технология хлебо-  
 пекарного, кондитерского и макарон-  
 ного производства», канд. техн. наук

Н.А. Березина

Аспирант кафедры «Технология хлебо-  
 пекарного, кондитерского - и макарон-  
 ного производства»

Н.В. Мазалова

Начальник

Нормативно-технического отдела

Л.А. Краюшкина

г. Орел

2014



Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»  
(ФБГОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева»)

ОКП 91 1350

Группа Н 32  
(ОКС 67.060)

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по научно-технологической  
деятельности и аттестации научных  
кадров



С.Ю. Радченко  
2018 г.

**Сухие завтраки «КРУПЯНЫЕ»**  
**Технические условия**


**ТУ 9113 -325-02069036-2018**  
**Введены впервые**

Дата введения в действие –

**РАЗРАБОТАНО**

ОГУ имени И.С. Тургенева

канд. техн. наук, доцент

  
Н.А. Березина

г. Орёл  
2018

Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»  
(ФБГОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева»)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научно-технологической  
деятельности и аттестации научных  
кадров



С.Ю. Радченко  
2018 г.

Сухие завтраки «КРУПЯНЫЕ»

Технологическая инструкция


ТИ ТУ 9113 -325-02069036  
Разработана впервые

Дата введения в действие –

РАЗРАБОТАНО

ОГУ имени И.С. Тургенева

канд.техн.наук, доцент

  
Н.А. Березина

г.Орел  
2018



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего профессионального образования  
 «Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс»  
 (ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК»)

ОКП 91 1350

Группа Н32  
(ОКС 60.060)

УТВЕРЖДАЮ  
 Проректор по научной работе  
 Госуниверситет - УНПК  
 С.Ю. Радченко  
 03 2015 г.

### ХЛЕБ ИЗ СМЕСИ РЖАНОЙ И ПШЕНИЧНОЙ МУКИ С ПОРОШКАМИ ПИЩЕВЫМИ СВЕКЛОВИЧНЫМИ

Технические условия

ТУ 9113-316-02069036-2015

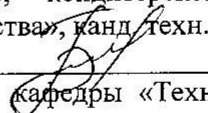
Введены впервые

Дата введения в действие –

РАЗРАБОТАНО

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК»


Доцент кафедры «Технология хлебо-  
 пекарного, кондитерского и макаронного  
 производства», канд. техн. наук

  
 Н.А. Березина

Аспирант кафедры «Технология хлебопе-  
 карного, кондитерского и макаронного  
 производства»

  
 Н.В. Мазалова

Начальник Нормативно-технического отдела

  
 Л.А. Краюшкина

г. Орел  
 2015

Изм. № 108/15 от 12.03.2015

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего профессионального образования  
 «Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс»  
 (ФГБОУ ВПО «Государственный университет – УНПК»)



УТВЕРЖДАЮ  
 Проректор по научной работе  
 Государственный университет – УНПК  
 С.Ю. Радченко  
 03 2015 г.

**ХЛЕБ ИЗ СМЕСИ РЖАНОЙ И ПШЕНИЧНОЙ МУКИ  
 С ПОРОШКАМИ ПИЩЕВЫМИ СВЕКЛОВИЧНЫМИ**

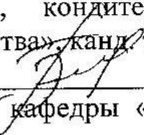
Технологическая инструкция  
 ТИ ТУ 9113-316-02069036

Разработана впервые

Дата введения в действие –

**РАЗРАБОТАНО**

ФГБОУ ВПО «Государственный университет – УНПК»  
 Доцент кафедры «Технология хлебо-  
 пекарного, кондитерского и макаронного  
 производства» канд. техн. наук

  
 \_\_\_\_\_ Н.А. Березина  
 Аспирант кафедры «Технология хлебопе-  
 карного, кондитерского и макаронного  
 производства»

  
 \_\_\_\_\_ Н.В. Мазалова

Начальник Нормативно-технического отдела

  
 \_\_\_\_\_ Л.А. Краюшкина

г. Орел  
 2015

*Изм. n 10946 Брн 12.03.2015*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего профессионального образования  
 «Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс»  
 (ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК»)

ОКП 92 9330

Группа НЗ1  
(ОКС 67.060)

М.В.И.ЖДАЮ  
 Профессор, научная работа  
 Государственный университет - УНПК  
 С.Ю. Радченко  
 2013 г.

Мука «Орловский богатырь»

Технические условия

ТУ 9293-277-02069036-2013

Введены впервые

Дата введения в действие – 01.07.2013 г.

РАЗРАБОТАНО

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК»

Доцент кафедры «Технология хлебо-  
 пекарного, кондитерского и макарон-  
 ного производства», канд. техн. наук

Н.А. Берзина

Аспирант кафедры «Технология хлебо-  
 пекарного, кондитерского и макарон-  
 ного производства»

А.М. Орлова

Начальник НИТК

Л.А. Краюшкина

г. Орел  
2013



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего профессионального образования  
 «Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс»  
 (ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК»)



УТВЕРЖДАЮ  
 Проф. Стар. по научной работе  
 Госуниверситет - УНПК  
 \_\_\_\_\_ С.Ю. Радченко  
 \_\_\_\_\_ 2013 г.

Мука «Орловский богатырь»  
 Технологическая инструкция  
 ТИ ТУ 9293-277-02069036

Разработана впервые

Дата введения в действие – 01.07.2013 г.

РАЗРАБОТАНО  
 ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК»  
 Доцент кафедры «Технология хлебо-  
 пекарного, кондитерского и макарон-  
 ного производства», канд. техн. наук  
 \_\_\_\_\_ Н.А. Березина  
 Аспирант кафедры «Технология хлебо-  
 пекарного, кондитерского и макарон-  
 ного производства»

\_\_\_\_\_ А.М. Орлова

Начальник ЦИТК

\_\_\_\_\_ Л.А. Краюшкина

г. Орел  
 2013

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс»  
(ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК»)

ОКП 91 1352

Группа Н 32  
(ОКС 67.060)

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по научной работе  
«Госуниверситет – УНПК»  
С.Ю. Радченко  
\_\_\_\_\_ 2014 г.

**ХЛЕБ РЖАНО-ПШЕНИЧНЫЙ «ОРЛОВСКИЙ БОГАТЫРЬ»**

Технические условия

ТУ 9113-311-02069036-2014

Введены впервые

Дата введения в действие – 01.12.2014 г.

РАЗРАБОТАНО

«Госуниверситет - УНПК»

Доцент каф. «Технология хлебопекарного,  
кондитерского и макаронного произ-  
водства», канд. техн. наук

\_\_\_\_\_ Н.А. Березина  
Аспирант каф. «Технология хлебопекар-  
ного, кондитерского и макаронного  
производства»

\_\_\_\_\_ А.М. Орлова

Начальник нормативно-технического отдела

\_\_\_\_\_ Л.А. Краюшкина

г. Орел  
2014

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего профессионального образования  
 «Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс»  
 (ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК»)



УТВЕРЖДАЮ  
 Проректор по научной работе  
 «Госуниверситет – УНПК»  
 С.Ю. Радченко  
 2014 г.

**ХЛЕБ РЖАНО-ПШЕНИЧНЫЙ «ОРЛОВСКИЙ БОГАТЫРЬ»**

Технологическая инструкция

ТИ ТУ 9113-311-02069036

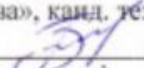
Разработана впервые

Дата введения в действие – 01.12.2014 г.

РАЗРАБОТАНО

«Госуниверситет - УНПК»

Доцент каф. «Технология хлебопекарного,  
 кондитерского и макаронного произ-  
 водства», канд. техн. наук

 Н.А. Березина  
 Аспирант каф. «Технология хлебопекар-  
 ного, кондитерского и макаронного  
 производства»

 А.М. Орлова

Начальник нормативно-технического отдела

 Л.А. Краюшкина

г. Орел  
 2014



## ПРИЛОЖЕНИЕ 5

## Акты производственных испытаний



Утверждаю

Директор ЗАО «Крахмалопродукты»

Исхапбеков А.В.

«    »    2015 г

## АКТ

производственных испытаний получения  
сахаросодержащего порошка из картофеля

Комиссия в составе главного инженера Гончаровского А.В., зав. лабораторией Карпенковой Н.Е., доцента кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производства» Госуниверситета-УНПК Березиной Н.А., аспиранта кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производства» Госуниверситета-УНПК Орловой А.М. провели проверочные производственные испытания получения сахаросодержащего порошка из картофеля на ЗАО «Крахмалопродукты» (согласно ТУ и ТИ 9166-293-02069036-2012)

Для проведения испытаний использовали картофель свежий по ГОСТ Р 51808, ГОСТ 26832, препарат ферментный амилолитического действия марки АМГ (амилоглюкозидаза) 300L компании «Novozymes» по документу, позволяющему идентифицировать продукт, согласованном и утвержденном в установленном порядке, воду питьевую, соответствующую СанПиН 2.1.4.1074, ГОСТ Р 51232, муку ржаную хлебопекарную обдирную по ГОСТ Р 52809, муку пшеничную хлебопекарную общего назначения по ГОСТ Р 52189.

Технологический процесс получения сахаросодержащего порошка из картофеля осуществляли следующим образом. Мойку картофеля осуществляли в специальных моечно-очистительных машинах, очищенный картофель варили на паровой плите А9-КВД в течении 20-30 минут, протирали на протирочной машине типа МПО-1-01 до получения однородной массы. В протертую массу, охлажденную до температуры (45-50) °С, ферментный препарат вносили в виде водного раствора и осуществляли процесс осахаривания на аппарате типа МЗС-320, имеющем водяную рубашку, с температурой 45-50 °С в течении 3 часов. Уваривание сахаросодержащей пасты из картофеля осуществляли на вакуум-аппарате типа МЗ-2С-241а при температуре 85-90 °С до содержания сухих веществ 32 %. В промежуточной емкости сахаросодержащую пасту из картофеля смешивали с ржаной или пшеничной мукой. Сушку сахаросодержащей пасты из картофеля осуществляли на сушильной конвейерной одноленточной

установке СК-70 (при температуре 40 °С в течение 10-15 часов до влажности 14%). Дробление осуществляли на молотковой дробилке HV-1.


В результате проведенных испытаний был получен продукт сахаросодержащий порошок из картофеля с показателями качества, приведенными в таблице 1.

Таблица 1

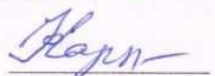
| Наименование показателя               | Содержание характеристики  |
|---------------------------------------|--|
| Внешний вид                           | Порошкообразная, сыпучая, однородная масса.  |
| Вкус                                  | Сладковатый, свойственный сахаросодержащему порошку из картофеля, без посторонних привкусов, не прогорклый, не подгорелый. |
| Запах                                 | Свойственный сахаросодержащему порошку из картофеля, не затхлый, не плесневый.   |
| Цвет                                  | От светло-кремового до светло-коричневого.   |
| Массовая доля влаги, %, не более      | 14,0   |
| Активная кислотность, град            | 5-6  |
| Массовая доля редуцирующих сахаров, % | 26   |

Комиссией установлено, что в результате производственных испытаний выработки сахаросодержащего порошка из картофеля получен продукт соответствующий требованиям ТУ 9166-293-02069036-2012.

Главный инженер

 А.В. Гончаровский

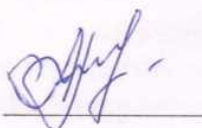
Зав. лабораторией

 Н.Е. Карпенкова

Доцент кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производства»

\_\_\_\_\_ Н.А. Березина

Аспирант кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производства»  
Государственного университета-УНПК

 А.М. Орлова



Утверждаю

Директор мини-пекарни ООО «Юность»

Старых А.Н.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.



### АКТ

#### производственных испытаний получения муки «Орловский богатырь»

Комиссия в составе технолога-лаборанта Леоновой С.А., доцента кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производства» Госуниверситета-УНПК Березиной Н.А., аспиранта кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производства» Госуниверситета-УНПК Орловой А.М. провели проверочные производственные испытания получения муки «Орловский богатырь» на мини-пекарне ООО «Юность» (согласно ТУ и ТИ 9293-277-02069036-2013).

Для проведения испытаний использовали муку ржаную хлебопекарную обдирную по ГОСТ Р 52809; муку пшеничную хлебопекарную общего назначения по ГОСТ Р 52189; порошок сахаросодержащий из картофеля по ТУ 9166-293-02069036; солод сухой ржаной ферментированный размолотый по ГОСТ Р 52061.

Технологический процесс получения муки «Орловский богатырь» осуществляли следующим образом. Подготовленное сырье дозировали, используя дозаторы объемного типа Brabender, в соответствии с рецептурами, приведенными в ТИ ТУ 9293-277-02069036-2013. Смешивали с помощью планетарно-шнековых и V-образных смесителей (смеситель турбула СПД/2, V-образные С2К) в течение 15-20 минут. Затем полученная мучная смесь просеивалась через просеиватель «Пионер».

В результате проведенных испытаний была получена мука «Орловский богатырь» с показателями качества, приведенными в таблице 1.

Таблица 1

| Наименование показателя                         | Содержание характеристики  |
|---|--|
| Цвет  | Светло-кремовый.   |
| Запах   | Соответствующий продукту, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый.   |
| Вкус  | Соответствующий продукту, без посторонних привкусов, не кислый, не горький. У муки «Орловский богатырь-1» и «Орловский богатырь-3» - сладковатый, свойственный готовым мучным смесям с порошком сахаросодержащим из картофеля; у муки «Орловский богатырь-2» - кисло-сладкий, напоминающий вкус ржаного хлеба. |
| Массовая доля влаги, %, не более                | 14,0   |
| Титруемая кислотность, град, не более           | 16,0   |
| Массовая доля редуцирующих сахаров, %, не менее | 8  |

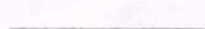
Комиссией установлено, что в результате производственных испытаний выработки муки «Орловский богатырь» получен продукт соответствующий требованиям ТУ 9293-277-02069036-2013.

Технолог-лаборант



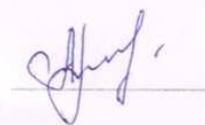
С.А. Леонова

Доцент кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производства»



Н.А. Березина

Аспирант кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производства»  
Государственного университета-УНПК



А.М. Орлова

Утверждаю

Директор мини-пекарни ООО «Юность»

Старых А.И.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.



АКТ

производственных испытаний получения  
хлеба ржано-пшеничного «Орловский богатырь»

Комиссия в составе технолога-лаборанта Леоновой С.А., доцента кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производства» Госуниверситета-УНПК Березиной Н.А., аспиранта кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производства» Госуниверситета-УНПК Орловой А.М. провели проверочные производственные испытания получения хлеба ржано-пшеничного «Орловский богатырь» на мини-пекарне ООО «Юность» (согласно ТУ и ТИ 9113-311-02069036-2014)

Для проведения испытаний использовали муку «Орловский богатырь – 1» ТУ 9293-277-02069036; муку «Орловский богатырь – 2» ТУ 9293-277-02069036; муку «Орловский богатырь – 3» ТУ 9293-277-02069036; воду питьевую ГОСТ Р 51232, СанПиН 2.1.4.1074; дрожжи хлебопекарные прессованные ГОСТ Р 54731, ГОСТ 171; соль поваренную пищевую ГОСТ Р 51574, ГОСТ 13830; лимонную кислоту ГОСТ 908.

Технологический процесс приготовления ржано-пшеничного хлеба «Орловский богатырь» осуществляли следующим образом. Подготовленное сырье дозировали, используя дозаторы объемного типа Vrabender, в соответствии с рецептурами, приведенными в ТИ ТУ 9113-311-02069036-2014. Смешивали с помощью планетарно-шнековых и V-образных смесителей (смеситель турбула СПД/2, V-образные С2К). Замес теста осуществляется на тестомесильных машинах в течение 3-5 минут. Далее тесто подвергали брожению в течение 60-70 минут до конечной кислотности 9-11 град.. Выброженное тесто делили на куски определенной массы, раскладывали в формы или кассеты, расстаивали в течение 40-50 мин и выпекали в пекарной камере при температуре 200-220 °С. Продолжительность выпечки зависит от массы хлеба и формы заготовок и составляет 15—60 мин. Охлаждение хлеба осуществляют в остывочном отделении, где создаются специальные условия.

В результате проведенных испытаний был получен хлеб ржано-пшеничный «Орловский богатырь» с показателями качества, приведенными в таблице 1.



Таблица 1

| Наименование показателя                  | Содержание характеристики  |
|--|--|
| Внешний вид:<br>форма                    | Соответствующая форме, в которой проводилась выпечка, без боковых выплывов   |
| поверхность                              | Гладкая, без крупных трещин и подрывов. Допускается наличие шва от делителя-укладчика  |
| цвет                                     | От коричневого до темно-коричневого  |
| Состояние мякиша:<br>пропеченность       | Пропеченный, не липкий, не влажный на ощупь, эластичный. После легкого надавливания пальцами мякиш должен принимать первоначальную форму |
| промес                                   | Без комочков и следов непромеса  |
| пористость                               | Равномерная, без пустот и уплотнений. Не допускается отслоение корки от мякиша   |
| Вкус                                     | Свойственный данному виду изделий, без постороннего привкуса   |
| Запах                                    | Свойственный данному виду изделий, без постороннего запаха   |
| Влажность мякиша,<br>%, не более         | 52   |
| Кислотность<br>мякиша, град, не<br>более | 11   |
| Пористость мякиша,<br>%, не менее        | 60   |

Комиссией установлено, что в результате производственных испытаний выработки хлеба ржано-пшеничного «Орловский богатырь» получен продукт соответствующий требованиям ТУ 9113-311-02069036-2014.

Технолог-лаборант

Доцент кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производства»

Аспирант кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производства»  
Государственного университета-УНПК



С.А. Леонова

---

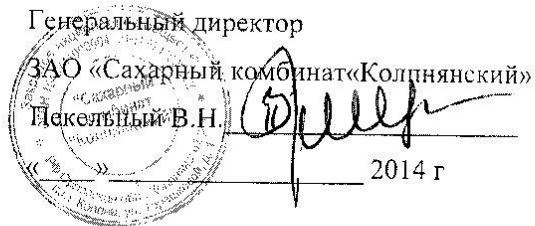
Н.А. Березина



А.М. Орлова

Утверждаю:

Генеральный директор



2014 г

АКТ

производственных испытаний получения порошка пищевого свекловичного  
«Сахарные волокна»

Комиссия в составе гл. инженера Мазалова Е.В., начальника жомосушильного цеха Скобелева И.В., доцента кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производства» Госуниверситета-УНПК Березиной Н.А., аспиранта кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производства» Госуниверситета-УНПК Мазаловой Н.В., провели проверочные производственные испытания получения порошка пищевого свекловичного «Сахарные волокна» на ЗАО «Сахарный комбинат «Колпнянский» (согласно ТУ и ТИ 9723-304-02069036)

Технологический процесс получения порошка пищевого свекловичного «Сахарные волокна» осуществляли следующим образом. Свежий свекловичный жом прессуют на горизонтальном жомовом прессе «Баббини» до содержания СВ 26-27 %.

Прессованный жом подвергают обработке насыщенным паром с температурой 105-115°C. По окончании паровой обработки растительную массу направляют на экстракцию и пробеливание, которые проводят 0,15-0,2 % раствором уксусной кислоты при температуре 66-80°C в течение 40-60 минут в непрерывно действующем шнековом экстракторе

противоточного типа . Далее масса поступает в шнековый пресс марки «Баббини», где обезвоживается до СВ 25-30 %.

Обесцвеченные и отпрессованные волокна сушат в жомосушильном барабане при температуре 160-180 °С до влажности 6-10%. Высушенные волокна измельчают на молотковой дробилке DESI-14 и просеивают на просеивателе «Пионер».

В результате проведенных испытаний был получен продукт порошок пищевой свекловичный «Сахарные волокна» с показателями качества, приведенными в таблице 1.

Таблица 1

| Наименование показателя  | Содержание характеристики   |
|--|---|
| Внешний вид  | Порошкообразная, сыпучая масса  |
| Вкус   | Свойственный порошку, без посторонних привкусов, не кислый , не горький |
| Запах  | Свойственный порошку, не затхлый, не плесневый, без постороннего запаха |
| Цвет   | От светло-серого до темно-серого  |
| Массовая доля влаги, %,  | 10,0  |
| Активная кислотность, рН   | 5,0   |
| Массовая доля пищевых волокон, %,  | 65,0  |
| Массовая доля сахарозы, %  | 4,0   |
| Массовая доля золы, %,   | 0,1   |
| Массовая доля металлмагнитной примеси размером отдельных частиц в наибольшем линейном измерении 0,3 мм и (или) массой не более 0,4 мг, %, не более | 0,0003  |

|                             |                     |
|-----------------------------|---------------------|
| Наличие минеральной примеси | Не ощущается хруста |
|-----------------------------|---------------------|

Комиссией установлено, что в результате производственных испытаний выработки порошка пищевого свекловичного «Сахарные волокна» получен продукт соответствующий требованиям ТУ 9723-304-02069036.

Главный инженер ЗАО «Сахарный комбинат «Колпинский»

  
Е.В. Мазалов

Начальник жомосушильного цеха

  
И.В. Скобелев

Доцент кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производства»

  
Н.А. Березина

Аспирант кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производства»  
Государственного университета-УНПК

  
Н.В. Мазалова

Утверждаю генеральный директор

ООО «Звягинский крахмальный завод»

Косолапов Ю.С. \_\_\_\_\_  
 «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2013 г

АКТ

производственных испытаний получения порошка пищевого свекловичного  
 «Сахарные волокна» экструдированный

Комиссия в составе зам. ген. директора по производству Малый Г.Г., начальника цеха модифицированного крахмала Филонова А.А., доцента кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производства» Госуниверситета-УНПК Березиной Н.А., аспиранта кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производства» Госуниверситета-УНПК Мазаловой Н.В. провели проверочные производственные испытания получения порошка пищевого свекловичного «Сахарные волокна» экструдированный на ООО «Звягинский крахмальный завод» (согласно ТУ и ТИ 9723-304-02069036)

Для проведения испытаний использовали порошок пищевой свекловичный «Сахарные волокна» по ТУ 9723-304-02069036, крахмал кукурузный по ГОСТ Р 51985, воду питьевую, отвечающую требованиям СанПиН 2.1.4.1074, ГОСТ Р 51232.

Технологический процесс получения порошка пищевого свекловичного «Сахарные волокна» экструдированный осуществляли следующим образом. В промежуточной емкости порошок свекловичный «Сахарные волокна» смешивали с кукурузным крахмалом (влажностью 9 - 13 %, в количестве 50 % от массы порошка свекловичного) и увлажняли водой до массовой доли влаги 20% - 25%. Экструзионную обработку осуществляли на промышленном экструдере ШТАК-80М при давлении 24-36 МПа,

температуре 170-190 °С. Дробление осуществляли на молотковой дробилке НV-1.

В результате проведенных испытаний был получен продукт порошок пищевой свекловичный «Сахарные волокна» экструдированный с показателями качества, приведенными в таблице 1.

Таблица 1

| Наименование показателя   | Содержание характеристики   |
|---|---|
| Внешний вид   | Хлопьевидная, неоднородная масса  |
| Вкус  | Свойственный порошку, без посторонних привкусов, не кислый, не горький  |
| Запах   | Свойственный порошку, не затхлый, не плесневый, без постороннего запаха |
| Цвет  | От светло-серого до темно-серого  |
| Массовая доля влаги, %  | 10  |
| Активная кислотность, рН  | 5   |
| Массовая доля пищевых волокон, %  | 35,0  |
| Массовая доля сахарозы, %   | 3,2   |
| Массовая доля золы, %, не более   | 0,1   |
| Массовая доля металломагнитной примеси размером отдельных частиц в наибольшем линейном измерении 0,3 мм и (или) массой не более 0,4 мг, %, не более | 0,0003  |
| Наличие минеральной примеси   | Не ощущается хруста   |

Комиссией установлено, что в результате производственных испытаний выработки порошка пищевого свекловичного «Сахарные волокна» экструдированный получен продукт соответствующий требованиям ТУ 9723-304-02069036.

Зам. ген. директора по производству  
ООО «Звягинский крахмальный  
завод»


Начальник цеха модифицированного  
крахмала

Доцент кафедры «Технология  
хлебопекарного, кондитерского и  
макаронного производства»


Аспирант кафедры «Технология  
хлебопекарного, кондитерского и  
макаронного производства»

Госуниверситета-УНПК

  
Г.Г. Малый

  
А.А. Филонов

  
Н.А. Березина

  
Н.В. Мазалова



Утверждаю:  
 И.О директора  
 ООО «Колпнянский хлебозавод»  
 Чеботов И.С.   
 « 2 » сентября 2014 г

АКТ

выработки опытной партии ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с использованием порошка пищевого свекловичного «Сахарные волокна»

Комиссия в составе гл. технолога Рыжих Г.И., начальника смены хлебобулочного цеха Ушаковой Т.И. доцента кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производства» Госуниверситета-УНПК Березиной Н.А., аспиранта кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производства» Госуниверситета-УНПК Мазаловой Н.В.. провели проверочные производственные испытания выработки опытной партии ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с использованием порошка пищевого свекловичного «Сахарные волокна».

Для проведения испытаний использовали порошок пищевой свекловичный «Сахарные волокна по ТУ 9723-304-02069036, муку ржаную обдирную по ГОСТ Р 52809, муку пшеничную хлебопекарную первого сорта по ГОСТ Р 52189, воду питьевую, отвечающую требованиям СанПиН 2.1.4.1074, ГОСТ Р 51232, густую ржаную закваску.

1. Замес теста производили в тестомесильной машине А-2ХТБ 2Б в течение 20 минут. Разделку осуществляли вручную. Из дежи тесто выкладывали на разделочный стол, тестовые заготовки отвешивали на весах. Тестовым заготовкам придавали шарообразную форму. Сформованные заготовки теста укладывали в формы, предварительно смазанные растительным маслом, и помещали в расстойный шкаф ПБ-ХГМ. Расстойка осуществлялась при температуре 38-40С и относительной влажности воздуха 80-85%. Выпечка изделий осуществлялась в увлажненной пекарной камере в печи ПР-200Г при температуре 200-220 С.
2. Рецептура, показатели производственного процесса и качество готовых изделий представлены в таблице 1.

Таблица 1

| Наименование сырья и показателей технологического процесса | С использованием порошка пищевого свекловичного «Сахарные волокна» ТУ 9723-304-02069036 |
|--|---|
| Мука ржаная, г   | 10000   |
| Мука пшеничная, г  | 8800  |
| Закваска густая, г   | 5000  |



|  |       |
|--|-------|
| Мука в закваске, г                                 | 2500  |
| Дрожжи прессованные, г                             | 400   |
| Соль, г  | 400   |
| порошок пищевой свекловичный<br>«Сахарные волокна» | 1200  |
| Вода, г  | 9100  |
| Продолжительность брожения теста,<br>мин           | 50    |
| Конечная кислотность теста, град                   | 7,0   |
| Масса тестовой заготовки, г                        | 660   |
| Продолжительность расстойки, мин                   | 55    |
| Продолжительность выпечки, мин                     | 50    |
| Удельный объем, см <sup>3</sup> /100 г             | 230   |
| Пористость, %                                      | 70,0  |
| Кислотность, град                                  | 7,5   |
| Влажность мякиша, %                                | 52,2  |
| Объемный выход, %                                  | 235,4 |

Комиссией установлено, что в результате выработки опытной партии ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с использованием порошка пищевого свекловичного «Сахарные волокна, выработанных согласно ТУ 9723-304-02069036 получены изделия с высокими физико-химическими и органолептическими показателями (более тонкостенная пористость, объем и гладкость корок).

Главный технолог ООО  
«Колпнянский хлебозавод»

Начальник смены

Доцент кафедры «Технология  
хлебопекарного, кондитерского и  
макаронного производства»

Аспирант кафедры «Технология  
хлебопекарного, кондитерского и  
макаронного производства»

Государственного университета-УНПК

Г.И. Рыжих

Т.И. Ушакова

Н.А. Березина

Н.В. Мазалова

## ПРИЛОЖЕНИЕ 6

**Экспериментальные значения и статистическая обработка данных водосвязывающей, сорбционной способности и содержания пектиновых веществ в сухой обессахаренной свекловичной стружке**

План эксперимента и средние значения

| № опыта | X <sub>1</sub> , рН | X <sub>2</sub> , продолжительность экстракции | X <sub>3</sub> , температура | Y <sub>1</sub> , водосвязывающая способность, г воды / 1 г ПВ | Y <sub>2</sub> , сорбционная способность, моль/дм <sup>3</sup> | Y <sub>3</sub> , содержание пектиновых веществ, % |
|---------|---------------------|---|------------------------------|---|--|---|
| 1       | 4,00                | 20,00   | 25,00                        | 4,9   | 0,043  | 1,1   |
| 2       | 4,00                | 20,00   | 75,00                        | 4,7   | 0,049  | 1,53  |
| 3       | 4,00                | 60,00   | 25,00                        | 4,3   | 0,032  | 0,86  |
| 4       | 4,00                | 60,00   | 75,00                        | 4,9   | 0,03   | 1,27  |
| 5       | 6,00                | 20,00   | 25,00                        | 4,9   | 0,05   | 2,02  |
| 6       | 6,00                | 20,00   | 75,00                        | 4,0   | 0,046  | 2,6   |
| 7       | 6,00                | 60,00   | 25,00                        | 5,1   | 0,037  | 2,5   |
| 8       | 6,00                | 60,00   | 75,00                        | 4,8   | 0,04   | 2,9   |
| 9       | 3,32                | 40,00   | 50,00                        | 4,3   | 0,04   | 0,8   |
| 10      | 6,68                | 40,00   | 50,00                        | 4,2   | 0,048  | 5,2   |
| 11      | 5,00                | 6,36  | 50,00                        | 4,2   | 0,054  | 1,7   |
| 12      | 5,00                | 73,64   | 50,00                        | 5,0   | 0,04   | 3,6   |
| 13      | 5,00                | 40,00   | 7,96                         | 5,1   | 0,04   | 0,5   |
| 14      | 5,00                | 40,00   | 92,04                        | 4,7   | 0,03   | 1,5   |
| 15      | 5,00                | 40,00   | 50,00                        | 5,0   | 0,055  | 4,7   |
| 16      | 5,00                | 40,00   | 50,00                        | 5,0   | 0,055  | 4,7   |

Регрессионный анализ зависимости водосвязывающей способности пищевых волокон от режима их обработки

с учетом межфакторного взаимодействия ( $X_1$  – рН,  $X_2$  – продолжительность экстракции,  $X_3$  – температура,  $n=16$ , критерий Стьюдента теоретический – 2,11)

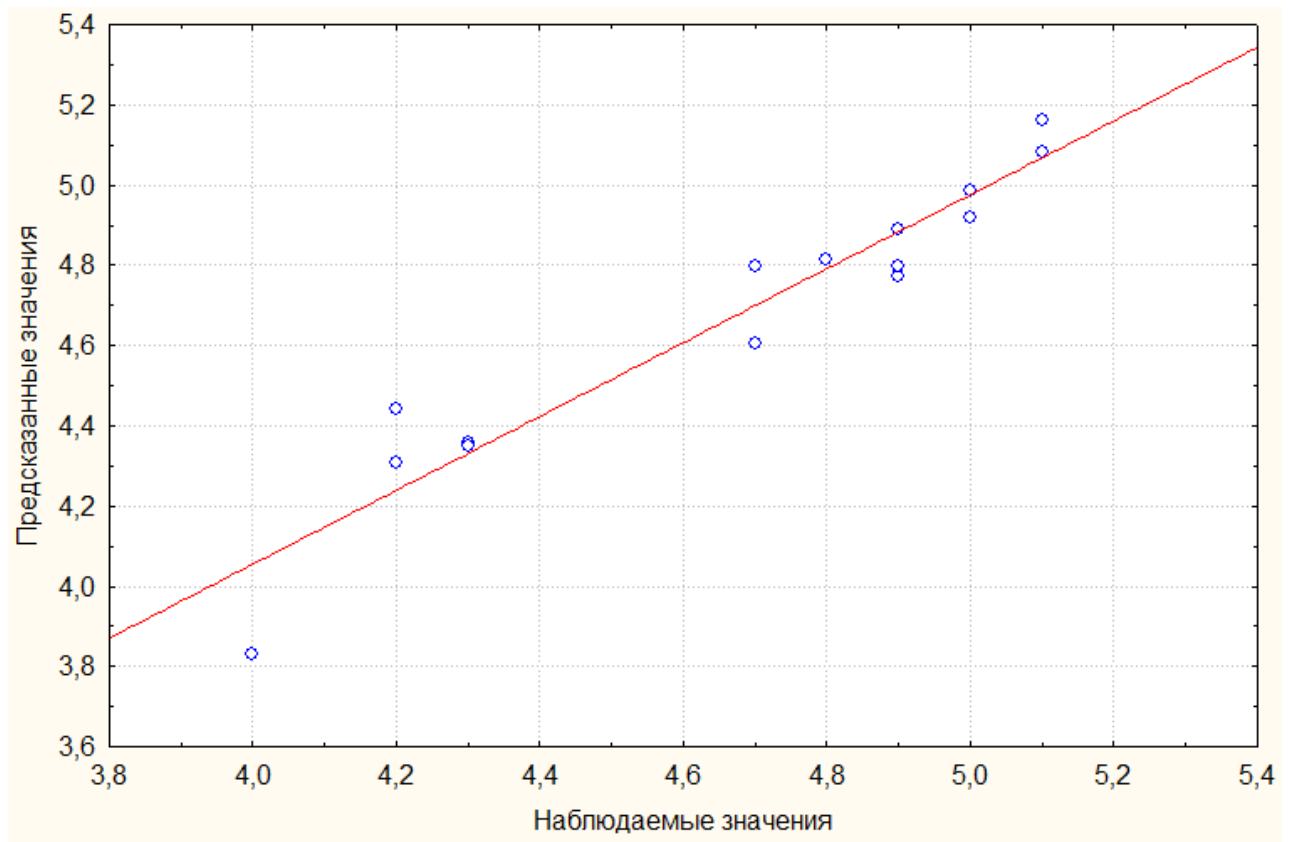
| Кодированные переменные | Регрессионные коэффициенты | Стандартная ошибка | Критерий Стьюдента фактический | Значимость расчетного критерия Стьюдента |
|-------------------------|----------------------------|--------------------|--------------------------------|--|
| Сред/Св.член            | 4,986304                   | 0,115520           | 43,16410                       | 0,000000                                 |
| $X_1$                   | -0,012315*                 | 0,044337           | -0,27775*                      | 0,790528*                                |
| $X_1^2$                 | -0,232101                  | 0,053832           | -4,31155                       | 0,005029                                 |
| $X_2$                   | 0,142451                   | 0,044337           | 3,21289                        | 0,018300                                 |
| $X_2^2$                 | -0,108357*                 | 0,053832           | -2,01286*                      | 0,090794*                                |
| $X_3$                   | -0,107837*                 | 0,044337           | -2,43219*                      | 0,051010*                                |
| $X_3^2$                 | -0,002291*                 | 0,053832           | -0,04256                       | 0,967435*                                |
| $X_1X_2$                | 0,175000                   | 0,057930           | 3,02091                        | 0,023370                                 |
| $X_1X_3$                | -0,200000                  | 0,057930           | -3,45246                       | 0,013592                                 |
| $X_2X_3$                | 0,175000                   | 0,057930           | 3,02091                        | 0,023370                                 |

\*Величина коэффициента или критерия соответствует несущественному значению

Расчет по модели: наблюдаемые значения, предсказанные значения и остатки

| № опыта | Наблюдаемые значения | Предсказанные значения | Остатки   |
|---------|----------------------|------------------------|-----------|
| 1       | 4,900000             | 4,771256               | 0,128744  |
| 2       | 4,700000             | 4,605582               | 0,094418  |
| 3       | 4,300000             | 4,356159               | -0,056159 |
| 4       | 4,900000             | 4,890484               | 0,009516  |
| 5       | 4,900000             | 4,796627               | 0,103373  |
| 6       | 4,000000             | 3,830953               | 0,169047  |
| 7       | 5,100000             | 5,081529               | 0,018471  |
| 8       | 4,800000             | 4,815855               | -0,015855 |
| 9       | 4,300000             | 4,350535               | -0,050535 |
| 10      | 4,200000             | 4,309114               | -0,109114 |
| 11      | 4,200000             | 4,440251               | -0,240251 |
| 12      | 5,000000             | 4,919398               | 0,080602  |
| 13      | 5,100000             | 5,161184               | -0,061184 |
| 14      | 4,700000             | 4,798465               | -0,098465 |
| 15      | 5,000000             | 4,986304               | 0,013696  |
| 16      | 5,000000             | 4,986304               | 0,013696  |

Наблюдаемые и предсказанные значения по регрессионной модели водосвязывающей способности пищевых волокон от режима их обработки



Результаты множественной регрессии зависимости водосвязывающей способности пищевых волокон от режима их обработки

| Уравнение регрессии с учетом значимых коэффициентов                      | Коэффициент корреляции, R | Коэффициент детерминации, R <sup>2</sup> | Критерий Фишера |      | Стандартная ошибка |
|--|---------------------------|--|-----------------|------|--------------------|
|  |                           |  | расч            | факт |                    |
| $Y = 4,99 - 0,23X_1^2 + 0,14X_2 + 0,175X_1X_2 - 0,2X_1X_3 + 0,175X_2X_3$ | 0,4645                    | 0,2153                                   | 3,12            | 1,1  | 0,3641             |

Регрессионный анализ зависимости сорбционной способности пищевых волокон от режима обработки  
с учетом межфакторного взаимодействия ( $X_1$ –рН,  $X_2$ – продолжительность экстракции,  $X_3$  – температура,  $n=16$ , критерий Стьюдента теоретический – 2,11)

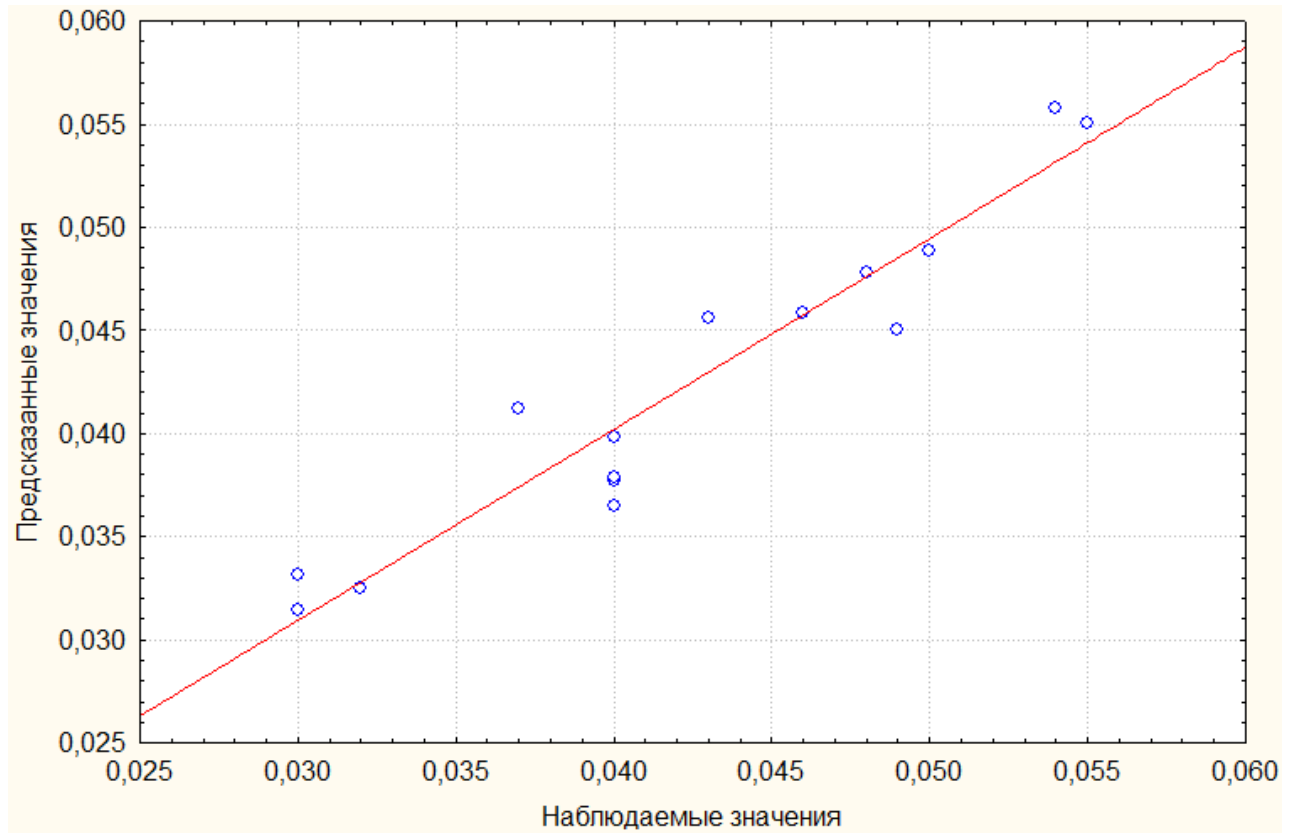
| Кодированные переменные | Регрессионные коэффициенты | Стандартная ошибка | Критерий Стьюдента фактический | Значимость расчетного критерия Стьюдента |
|-------------------------|----------------------------|--------------------|--------------------------------|--|
| Сред/Св.член            | 0,055032                   | 0,002548           | 21,59432                       | 0,000001                                 |
| $X_1$                   | 0,002376*                  | 0,000978           | 2,42956*                       | 0,051193*                                |
| $X_1^2$                 | -0,003967                  | 0,001188           | -3,34076                       | 0,015597                                 |
| $X_2$                   | -0,005312                  | 0,000978           | -5,43080                       | 0,001616                                 |
| $X_2^2$                 | -0,002907                  | 0,001188           | -2,44764                       | 0,049951                                 |
| $X_3$                   | -0,001012*                 | 0,000978           | -1,03442*                      | 0,340818*                                |
| $X_3^2$                 | -0,007149                  | 0,001188           | -6,02012                       | 0,000948                                 |
| $X_1X_2$                | 0,001375*                  | 0,001278           | 1,07592*                       | 0,323313*                                |
| $X_1X_3$                | -0,000625*                 | 0,001278           | -0,48905*                      | 0,642166*                                |
| $X_2X_3$                | -0,000125*                 | 0,001278           | -0,09781*                      | 0,925268*                                |

\*Величина коэффициента или критерия соответствует несущественному значению

Расчет по модели: наблюдаемые значения, предсказанные значения и остатки

| № опыта | Наблюдаемые значения | Предсказанные значения | Остатки   |
|---------|----------------------|------------------------|-----------|
| 1       | 0,043000             | 0,045581               | -0,002581 |
| 2       | 0,049000             | 0,045058               | 0,003942  |
| 3       | 0,032000             | 0,032457               | -0,000457 |
| 4       | 0,030000             | 0,031434               | -0,001434 |
| 5       | 0,050000             | 0,048834               | 0,001166  |
| 6       | 0,046000             | 0,045810               | 0,000190  |
| 7       | 0,037000             | 0,041210               | -0,004210 |
| 8       | 0,040000             | 0,037686               | 0,002314  |
| 9       | 0,040000             | 0,039814               | 0,000186  |
| 10      | 0,048000             | 0,047807               | 0,000193  |
| 11      | 0,054000             | 0,055744               | -0,001744 |
| 12      | 0,040000             | 0,037877               | 0,002123  |
| 13      | 0,040000             | 0,036512               | 0,003488  |
| 14      | 0,030000             | 0,033109               | -0,003109 |
| 15      | 0,055000             | 0,055032               | -0,000032 |
| 16      | 0,055000             | 0,055032               | -0,000032 |

Наблюдаемые и предсказанные значения по регрессионной модели сорбционной способности пищевых волокон от режима их обработки



Результаты множественной регрессии зависимости сорбционной способности пищевых волокон от режима их обработки

| Уравнение регрессии с учетом значимых коэффициентов             | с | Коэффициент корреляции, R | Коэффициент детерминации, R <sup>2</sup> | Критерий Фишера |      | Стандартная ошибка |
|---|---|---------------------------|--|-----------------|------|--------------------|
|   |   |                           |  | расч            | факт |                    |
| $Y = 0,055 + 0,004X_1^2 + 0,005X_2^2 + 0,003X_2^2 + 0,007X_3^2$ | - | 0,671                     | 0,44                                     | 3,12            | 3,07 | 0,00696            |

Регрессионный анализ зависимости содержания водорастворимых пектиновых веществ в пищевых волокнах от режима обработки с учетом межфакторного взаимодействия ( $X_1$  – рН,  $X_2$  – продолжительность экстракции,  $X_3$  – температура,  $n=16$ , критерий Стьюдента теоретический – 2,11)

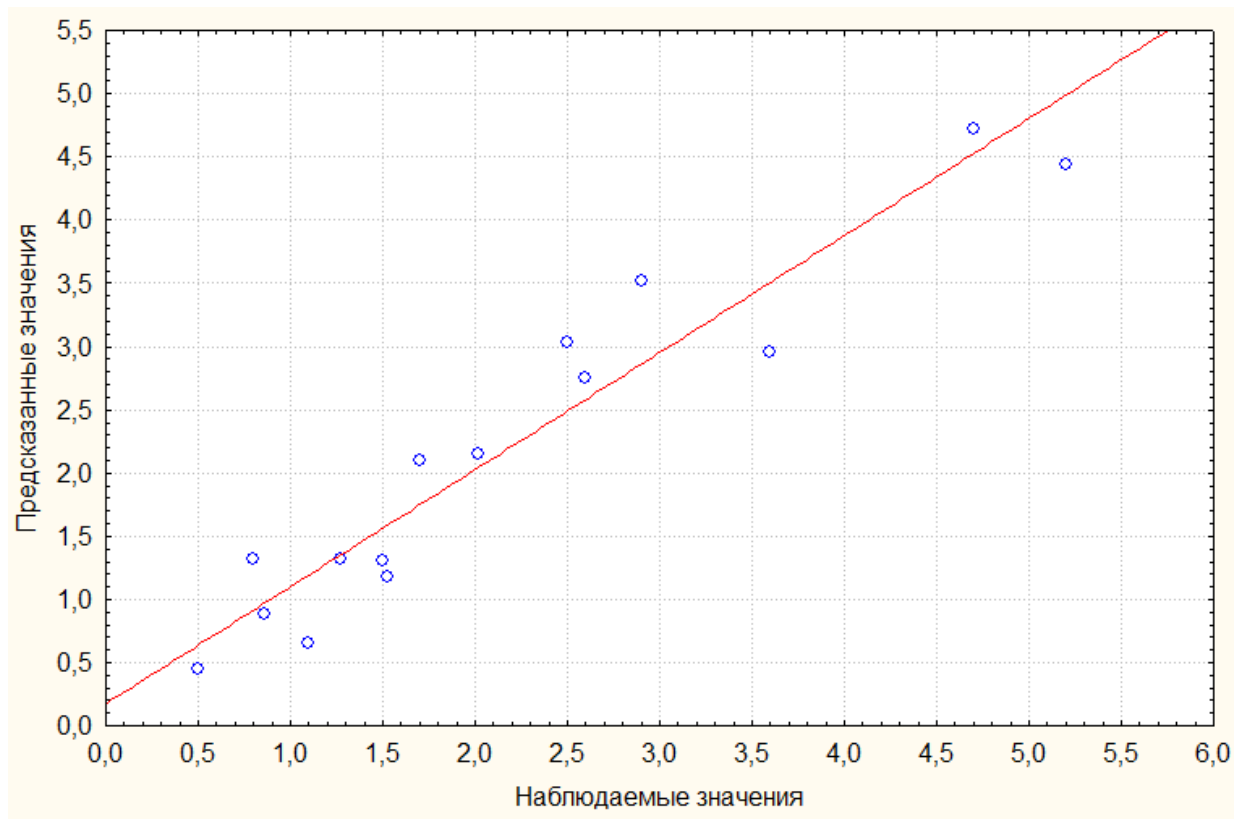
| Кодированные переменные | Регрессионные коэффициенты | Стандартная ошибка | Критерий Стьюдента фактический | Значимость расчетного критерия Стьюдента |
|-------------------------|----------------------------|--------------------|--------------------------------|--|
| Сред/Св.член            | 4,72109                    | 0,455497           | 10,36469                       | 0,000047                                 |
| $X_1$                   | 0,92700                    | 0,174824           | 5,30248                        | 0,001825                                 |
| $X_1^2$                 | -0,65195                   | 0,212262           | -3,07141                       | 0,021902                                 |
| $X_2$                   | 0,25448*                   | 0,174824           | 1,45564*                       | 0,195738*                                |
| $X_2^2$                 | -0,77569                   | 0,212262           | -3,65439                       | 0,010650                                 |
| $X_3$                   | 0,25641*                   | 0,174824           | 1,46670*                       | 0,192823*                                |
| $X_3^2$                 | -1,35905                   | 0,212262           | -6,40270                       | 0,000684                                 |
| $X_1X_2$                | 0,16000*                   | 0,228418           | 0,70047*                       | 0,509870*                                |
| $X_1X_3$                | 0,01750*                   | 0,228418           | 0,07661*                       | 0,941422*                                |
| $X_2X_3$                | -0,02500*                  | 0,228418           | -0,10945*                      | 0,916416*                                |

\*Величина коэффициента или критерия соответствует несущественному значению

Расчет по модели: наблюдаемые значения, предсказанные значения и остатки

| № опыта | Наблюдаемые значения | Предсказанные значения | Остатки   |
|---------|----------------------|------------------------|-----------|
| 1       | 1,100000             | 0,649007               | 0,450993  |
| 2       | 1,530000             | 1,176833               | 0,353167  |
| 3       | 0,860000             | 0,887968               | -0,027968 |
| 4       | 1,270000             | 1,315794               | -0,045794 |
| 5       | 2,020000             | 2,148005               | -0,128005 |
| 6       | 2,600000             | 2,745830               | -0,145830 |
| 7       | 2,500000             | 3,026966               | -0,526966 |
| 8       | 2,900000             | 3,524792               | -0,624792 |
| 9       | 0,800000             | 1,318086               | -0,518086 |
| 10      | 5,200000             | 4,436126               | 0,763874  |
| 11      | 1,700000             | 2,099122               | -0,399122 |
| 12      | 3,600000             | 2,955090               | 0,644910  |
| 13      | 0,500000             | 0,445873               | 0,054127  |
| 14      | 1,500000             | 1,308339               | 0,191661  |
| 15      | 4,700000             | 4,721085               | -0,021085 |
| 16      | 4,700000             | 4,721085               | -0,021085 |

Наблюдаемые и предсказанные значения по регрессионной модели содержания пектиновых веществ в пищевых волокнах от режима их обработки



Результаты множественной регрессии зависимости содержания пектиновых веществ в пищевых волокнах от режима их обработки

| Уравнение регрессии с учетом значимых коэффициентов       | с | Коэффициент корреляции, R | Коэффициент детерминации, R <sup>2</sup> | Критерий Фишера |      | Стандартная ошибка |
|---|---|---------------------------|--|-----------------|------|--------------------|
|   |   |                           |  | расч            | факт |                    |
| $Y = 4,72 + 0,92X_1 - 0,65X_1^2 + 0,771X_2^2 - 1,35X_3^2$ | + | 0,632                     | 0,399                                    | 3,12            | 2,6  | 1,3251             |



## ПРИЛОЖЕНИЕ 7

**Расчет компромиссной задачи многокритериальной оптимизации  
кислотно-термической модификации сухой обессахаренной  
свекловичной стружки для получения порошков пищевых  
свекловичных**

Функция Лагранжа для водосвязывающей способности пищевых волокон из обессахаренной свекловичной стружки имеет вид:

$$L(X_1, X_2, X_3, \lambda) = 4,99 - 0,23X_1^2 + 0,14X_2 + 0,175X_1X_2 - 0,2X_1X_3 + 0,175X_2X_3 + \lambda(X_1^2 + X_2^2 + X_3^2) \quad (1)$$

Найдем частные производные этой функции по  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $\lambda$  и составим систему уравнений:

$$\begin{cases} -0,46X_1 + 0,175X_2 - 0,2X_3 + 2\lambda X_1 = 0 \\ 0,14 + 0,175X_1 + 0,175X_3 + 2\lambda X_2 = 0 \\ 0,2X_1 + 0,175X_2 + 2\lambda X_3 = 0 \\ X_1^2 + X_2^2 + X_3^2 - R^2 = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Для решения системы уравнений с последующим вычислением значения функции отклика воспользуемся программным пакетом Maple 2015. Расчет производим при радиусе сферы  $R$  от 0 до 1,68. Результаты оптимизации приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Оптимизация методом неопределенных множителей Лагранжа

| № | R    | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $\lambda$ | Водосвязывающая способность, г/1 г |
|---|------|-------|-------|-------|-----------|------------------------------------|
| 1 | 1,68 | 0,067 | 1,37  | 0,96  | -0,12     | 5,32                               |
| 2 | 1,48 | 0,069 | 1,23  | 0,82  | -0,12     | 5,25                               |
| 3 | 1,28 | 0,071 | 1,07  | 0,68  | -0,12     | 5,18                               |
| 4 | 1,08 | 0,071 | 0,92  | 0,55  | -0,13     | 5,12                               |
| 5 | 0,88 | 0,068 | 0,77  | 0,41  | -0,14     | 5,06                               |
| 6 | 0,68 | 0,062 | 0,61  | 0,28  | -0,16     | 5,01                               |
| 7 | 0,48 | 0,050 | 0,45  | 0,17  | -0,20     | 4,97                               |
| 8 | 0,28 | 0,032 | 0,26  | 0,069 | -0,29     | 4,94                               |

На основании результатов таблицы 1 оптимальным следует принять режим, полученный на 1-м шаге оптимизации ( $X_1 = 0,067$ ;  $X_2 = 1,37$ ;  $X_3 = 0,96$ ), при этом значение параметра оптимизации – водосвязывающая способность – достигает максимального значения 5,32 г/1 г.

С учетом натуральных значений факторов на основных уровнях и интервалов варьирования (см. табл. 1) имеем оптимальные режимы получения пищевых волокон из обессахаренной свекловичной стружки в среде ( $X_1$ ) = 5,067, продолжительность гидролиза ( $X_2$ ) = 27,4 мин, температура ( $X_3$ ) = 74 °С.

Функция Лагранжа для сорбционной способности пищевых волокон из обессахаренной свекловичной стружки имеет вид:

$$L(X_1, X_2, X_3, \lambda) = 0,055 - 0,004X_1^2 - 0,005X_2 - 0,003X_2^2 - 0,007X_3^2 + \lambda(X_1^2 + X_2^2 + X_3^2) \quad (2)$$

Найдем частные производные этой функции по  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $\lambda$  и составим систему уравнений:

$$\begin{cases} -0,008X_1 + 2\lambda X_1 = 0 \\ -0,005 - 0,006X_2 + 2\lambda X_2 = 0 \\ -0,014X_3 + 2\lambda X_3 = 0 \\ X_1^2 + X_2^2 + X_3^2 - R^2 = 0 \end{cases} \quad (2)$$

Для решения системы уравнений с последующим вычислением значения функции отклика воспользуемся программным пакетом Maple 2015. Расчет производим при радиусе сферы  $R$  от 0 до 1,68. Результаты оптимизации приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Оптимизация методом неопределенных множителей Лагранжа

| № | R    | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $\lambda$ | Сорбционная способность, г/дм <sup>3</sup> |
|---|------|-------|-------|-------|-----------|--|
| 1 | 1,68 | 0     | 0,62  | 1,55  | 0,007     | 0,034                                      |
| 2 | 1,48 | 0     | 0,63  | 1,34  | 0,007     | 0,038                                      |
| 3 | 1,28 | 0     | 0,62  | 1,11  | 0,007     | 0,041                                      |
| 4 | 1,08 | 0     | 1,08  | 0     | 0,0053    | 0,046                                      |

|   |      |   |       |   |         |       |
|---|------|---|-------|---|---------|-------|
| 5 | 0,88 | 0 | -0,88 | 0 | 0,00015 | 0,057 |
| 6 | 0,68 | 0 | -0,68 | 0 | 0,00067 | 0,057 |
| 7 | 0,48 | 0 | -0,48 | 0 | 0,0059  | 0,056 |
| 8 | 0,28 | 0 | -0,28 | 0 | 0,0059  | 0,055 |

На основании результатов таблицы 2 оптимальным следует принять режим, полученный на 5-м шаге оптимизации ( $X_1 = 0$ ;  $X_2 = -0,88$ ;  $X_3=0$ ), при этом значение параметра оптимизации – сорбционная способность – достигает максимального значения  $0,057$  г/дм<sup>3</sup>. Выполним переход от кодированных значений факторов к натуральным, используя вышеуказанное соотношение.

С учетом натуральных значений факторов на основных уровнях и интервалов варьирования (см. табл. 2) имеем оптимальную продолжительность гидролиза ( $X_2$ ) для получения пищевых волокон из обессахаренной свекловичной стружки с максимальной сорбционной способностью, равную 22,4 минуты.

Функция Лагранжа для содержания пектиновых веществ в пищевых волокнах из обессахаренной свекловичной стружки имеет вид:

$$L(X_1, X_2, X_3, \lambda) = 4,72 + 0,92X_1 - 0,65X_1^2 - 0,771X_2^2 - 1,35X_3^2 + \lambda(X_1^2 + X_2^2 + X_3^2) \quad (3.15)$$

Найдем частные производные этой функции по  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $\lambda$  и составим систему уравнений:

$$\begin{cases} 0,92 - 1,3X_1 + 2\lambda X_1 = 0 \\ -1,542X_2 + 2\lambda X_2 = 0 \\ -2,70X_3 + 2\lambda X_3 = 0 \\ X_1^2 + X_2^2 + X_3^2 - R^2 = 0 \end{cases} \quad (3)$$

Для решения системы уравнений с последующим вычислением значения функции отклика воспользуемся программным пакетом Maple 2015. Расчет производим при радиусе сферы  $R$  от 0 до 1,68. Результаты оптимизации приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Оптимизация методом неопределенных множителей Лагранжа

| № | R    | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $\lambda$ | Пектиновые вещества, % |
|---|------|-------|-------|-------|-----------|------------------------|
| 1 | 2    | 3     | 4     | 5     | 6         | 7                      |
| 1 | 1,68 | 1,68  | 0     | 0     | 0,37      | 4,43                   |
| 2 | 1,48 | 1,48  | 0     | 0     | 0,34      | 4,65                   |
| 3 | 1,28 | 1,28  | 0     | 0     | 0,29      | 4,83                   |
| 4 | 1,08 | 1,08  | 0     | 0     | 0,22      | 4,95                   |
| 5 | 0,88 | 0,88  | 0     | 0     | 0,12      | 5,02                   |
| 6 | 0,68 | 0,68  | 0     | 0     | -0,03     | 5,05                   |
| 7 | 0,58 | 0,58  | 0     | 0     | -0,14     | 5,03                   |
| 8 | 0,28 | 0,28  | 0     | 0     | -0,99     | 4,92                   |
| 9 | 0,08 | 0,08  | 0     | 0     | -5,1      | 4,78                   |

На основании результатов таблицы 3 оптимальным следует принять режим, полученный на 6-м шаге оптимизации ( $X_1 = 0,68$ ;  $X_2 = 0$ ;  $X_3=0$ ), при этом значение параметра оптимизации – содержание водорастворимых пектиновых веществ в пищевых волокнах из обессахаренной свекловичной стружки – достигает максимального значения 5,05 %. Выполним переход от кодированных значений факторов к натуральным, используя вышеуказанное соотношение.

С учетом натуральных значений факторов на основных уровнях и интервалов варьирования (см. табл. 3) имеем рН ( $X_1$ ) для получения пищевых волокон из обессахаренной свекловичной стружки с максимальным содержанием пектиновых веществ — 5,68.

Таким образом, оптимизация кислотно-термической обработки свекловичной стружки позволила получить технологические режимы получения пищевых волокон из обессахаренной свекловичной стружки с максимальной водосвязывающей, сорбционной способностью и содержанием пектиновых веществ: рН-среды ( $X_1$ ) = 5,067–5,68, продолжительность гидролиза ( $X_2$ ) = 22,4–27,4 мин, температура ( $X_3$ ) = 74 °С.



## ПРИЛОЖЕНИЕ 9

## Протоколы испытаний аминокислотного состава сырья

Страница 1 из 2

## Испытательный лабораторный центр АНО «НТЦ» Комбикорм»

Адрес: 394026, г. Воронеж,  
пр. Грозд, 91  
телефакс (473) 246-34-06  
e-mail: ano\_ntc@mail.ru

Аттестат аккредитации  
№ РОСС RU.0001.211П6037  
до 20 апреля 2016 г.

## ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ

«10» 04 2015 г.

№ 0614

- № 1 – порохка сахаросодержащего из картофеля ТУ 9166-293-02069036-2012,  
№ 2 – порохка сахаросодержащего из картофеля с добавлением пищевой муки ТУ 9166-293-02069036-2012,  
№ 3 – порохка сахаросодержащего из картофеля с добавлением ржаной муки ТУ 9166-293-02069036-2012,  
№ 4 – порохка шпешего свекловичного «Сахарные волокна» экстрактованного ТУ 9723-304-02069036-2014  
№ 5 – порохка шпешего свекловичного «Сахарные волокна» ТУ 9723-304-02069036-2014

1. Заявитель: Березина Наталья Александровна
2. Изготовитель:
3. Акт отбора проб (№, дата, размер партии, дата выработки):
4. Дата получения проб и окончания испытания: 30.03.15 г. – 10.04.15 г.
5. Описание пробы для испытаний: пробы поступили в опечатанном виде (5 образцов по 1.0кг)
6. Результаты испытаний:

| Наименование показателей, единицы измерения | Значение показателей |      |      |      |      | ИД на методы испытания |
|---|----------------------|------|------|------|------|------------------------|
|   | № 1                  | № 2  | № 3  | № 4  | № 5  |                        |
| Аминокислоты, %                             |                      |      |      |      |      | ГОСТ 32195             |
| аргинин                                     | 1.16                 | 1.14 | 0.52 | 0.23 | 3.49 |                        |
| лизин                                       | 0.27                 | 0.21 | 0.22 | 0.19 | 0.20 |                        |
| тирозин                                     | 0.29                 | 0.25 | 0.21 | 0.18 | 0.18 |                        |
| фенилаланин                                 | 0.38                 | 0.50 | 0.39 | 0.15 | 0.19 |                        |
| гистидин                                    | 0.14                 | 0.13 | 0.13 | 0.25 | 0.15 |                        |
| лейцин                                      | 0.43                 | 0.67 | 0.48 | 0.14 | 0.26 |                        |
| изолейцин                                   | 0.27                 | 0.28 | 0.22 | 0.10 | 0.15 |                        |

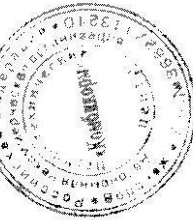
| Наименование<br>показателей,<br>единицы измерения | НД, на соответствие<br>которому<br>проводятся<br>испытания | Значение<br>показателей |      |      |      |      | НД на методы<br>испытания |
|---|--|-------------------------|------|------|------|------|---------------------------|
|   |  | № 1                     | № 2  | № 3  | № 4  | № 5  |                           |
| метрони<br>вали                                   |  | 0,20                    | 0,15 | 0,15 | 0,21 | 0,09 |                           |
| пролин  |  | 0,40                    | 0,39 | 0,34 | 0,17 | 0,21 |                           |
| тронин  |  | 0,31                    | 1,18 | 0,84 | 0,26 | 0,26 |                           |
| серин   |  | 0,44                    | 0,41 | 0,40 | 0,28 | 0,25 |                           |
| аланин  |  | 0,31                    | 0,56 | 0,44 | 0,34 | 0,30 |                           |
| глицин  |  | 0,32                    | 0,34 | 0,38 | 0,27 | 0,25 |                           |
| цистин  |  | 0,27                    | 0,38 | 0,34 | 0,20 | 0,20 |                           |
| глутаминовая кислота                              |  | 0,09                    | 0,12 | 0,09 | 0,04 | 0,05 |                           |
| аспарагиновая кислота                             |  | 1,74                    | 4,22 | 2,57 | 0,42 | 0,43 |                           |
|   |  | 1,96                    | 1,17 | 1,17 | 0,34 | 0,35 |                           |

Протокол касается только образцов, подвергнутых испытанию

**Руководитель ИЛЦ**

**Н.Ю. Михайлова**

Перепечатка без разрешения испытательной лаборатории (центра) запрещен



## Испытательный лабораторный центр АНО "НТЦ" Комбикорм"

Адрес: 394026, г. Воронеж,  
пр. Труда, 91  
тел/факс (473) 246-34-06  
e-mail: ano\_ntc@mail.ru

### ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ

№ 1101

« 21 » 12 2018 г.

№ 1 – заварки из муки ячменной, № 2 – заварки из муки рисовой, № 3 – заварки из муки гречневой, № 4 – заварки из муки пшениной,  
№ 5 – кукурузной муки, № 6 – соевой муки, № 7 – чечевичной муки, № 8 – молока сухого обезжиренного, № 9 – сыворотки молочной сухой,  
№ 10 – семя подсолнечника, № 11 – порошка яблок, № 12 – порошка клюквы, № 13 – порошка брусники, № 14 – порошка калины,  
№ 15 – порошка рябины, № 16 – концентрата кислого сусла

1. Заявитель Симоненкова Анна Павловна
2. Изготовитель \_\_\_\_\_
3. Акт отбора проб (№, дата, размер партии, дата выработки) \_\_\_\_\_
4. Дата получения проб и окончания испытаний 23.11.18 г. – 21.12.18 г.
5. Описание пробы для испытаний пробы поступили в опечатанном виде (16 образцов по 0,1 кг)
6. Результаты испытаний:

| Наименование показателей, единицы измерения | Значение показателей |      |      |      |      |      |      |      | НД на методы испытания |            |
|---|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------------------------|------------|
|   | № 1                  | № 2  | № 3  | № 4  | № 5  | № 6  | № 7  | № 8  |                        |            |
| Аминокислоты, %:                            |                      |      |      |      |      |      |      |      |                        | ГОСТ 31480 |
| аргинин                                     | 0,15                 | 0,21 | 0,26 | 0,18 | 4,56 | 1,65 | 2,09 | 0,85 |                        |            |
| лизин                                       | 0,13                 | 0,19 | 0,27 | 0,16 | 0,89 | 1,86 | 1,33 | 2,29 |                        |            |
| тирозин                                     | 0,13                 | 0,19 | 0,15 | 0,28 | 1,29 | 1,18 | 0,55 | 1,38 |                        |            |
| фенилаланин                                 | 0,27                 | 0,30 | 0,30 | 0,41 | 1,76 | 1,43 | 0,91 | 1,32 |                        |            |
| гистидин                                    | 0,11                 | 0,14 | 0,13 | 0,15 | 0,72 | 0,72 | 0,38 | 0,71 |                        |            |
| лейцин + изолейцин                          | 0,47                 | 0,56 | 0,63 | 1,04 | 3,24 | 2,91 | 1,89 | 3,48 |                        |            |
| метионин                                    | 0,07                 | 0,12 | 0,08 | 0,23 | 0,59 | 0,29 | 0,14 | 0,74 |                        |            |
| валин                                       | 0,27                 | 0,27 | 0,36 | 0,33 | 1,65 | 1,24 | 0,80 | 1,39 |                        |            |
| пролин                                      | 0,53                 | 0,32 | 0,32 | 0,53 | 1,24 | 1,33 | 0,70 | 2,36 |                        |            |
| треонин                                     | 0,20                 | 0,20 | 0,27 | 0,25 | 1,25 | 1,16 | 0,70 | 1,14 |                        |            |
| серин                                       | 0,23                 | 0,28 | 0,30 | 0,39 | 1,35 | 1,51 | 0,88 | 1,51 |                        |            |
| аланин                                      | 0,23                 | 0,30 | 0,35 | 0,78 | 1,97 | 1,38 | 0,82 | 0,83 |                        |            |
| глицин                                      | 0,17                 | 0,22 | 0,36 | 0,17 | 1,69 | 1,07 | 0,62 | 0,44 |                        |            |
| цистин                                      | 0,06                 | 0,04 | 0,05 | 0,02 | 0,22 | 0,23 | 0,15 | 0,23 |                        |            |
| глутаминовая кислота                        | 1,09                 | 0,93 | 1,08 | 1,41 | 6,13 | 4,57 | 2,67 | 5,06 |                        |            |
| аспарагиновая кислота                       | 0,33                 | 0,45 | 0,47 | 0,41 | 2,59 | 2,95 | 1,83 | 1,82 |                        |            |

|                       | 0,11<br>№ 9 | 0,09<br>№ 10 | 0,11<br>№ 11 | 0,12<br>№ 12 | 0,52<br>№ 13 | 0,32<br>№ 14 | 0,15<br>№ 15 | 0,35<br>№ 16 | ГОСТ 31480 |
|-----------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| триптофан             |             |              |              |              |              |              |              |              |            |
| Аминокислоты,<br>%:   |             |              |              |              |              |              |              |              |            |
| аргинин               | 0,19        | 1,00         | 0,18         | 0,53         | 0,28         | 0,23         | 0,16         | 0,015        |            |
| лизин                 | 0,34        | 0,56         | 0,10         | 0,22         | 0,29         | 0,20         | 0,17         | 0,003        |            |
| тирозин               | 0,09        | 0,51         | 0,08         | 0,17         | 0,19         | 0,11         | 0,15         | 0,002        |            |
| фенилаланин           | 0,14        | 0,74         | 0,09         | 0,29         | 0,32         | 0,24         | 0,26         | 0,040        |            |
| гистидин              | 0,06        | 0,35         | 0,07         | 0,14         | 0,19         | 0,11         | 0,11         | 0,006        |            |
| лейцин + изолейцин    | 0,57        | 1,35         | 0,19         | 0,62         | 0,69         | 0,43         | 0,49         | 0,033        |            |
| метионин              | 0,10        | 0,27         | 0,03         | 0,12         | 0,08         | 0,08         | 0,07         | 0,009        |            |
| валин                 | 0,21        | 0,64         | 0,11         | 0,33         | 0,44         | 0,21         | 0,26         | 0,021        |            |
| пролин                | 0,25        | 0,63         | 0,06         | 0,25         | 0,40         | 0,25         | 0,28         | 0,067        |            |
| треонин               | 0,27        | 0,58         | 0,10         | 0,22         | 0,37         | 0,18         | 0,22         | 0,016        |            |
| серин                 | 0,20        | 0,70         | 0,06         | 0,25         | 0,45         | 0,23         | 0,22         | 0,026        |            |
| аланин                | 0,20        | 0,62         | 0,14         | 0,37         | 0,38         | 0,22         | 0,26         | 0,013        |            |
| глицин                | 0,07        | 0,76         | 0,05         | 0,38         | 0,39         | 0,26         | 0,22         | 0,023        |            |
| цистин                | 0,03        | 0,14         | 0,10         | 0,02         | 0,05         | 0,06         | 0,15         | 0,003        |            |
| глутаминовая кислота  | 0,67        | 2,75         | 0,21         | 1,13         | 0,90         | 0,91         | 0,95         | 0,170        |            |
| аспарагиновая кислота | 0,37        | 1,19         | 0,45         | 0,63         | 0,71         | 0,56         | 0,56         | 0,024        |            |
| триптофан             | 0,08        | 0,19         | 0,04         | 0,08         | 0,09         | 0,09         | 0,07         | 0,002        |            |

Протокол касается только образцов, подвергнутых испытанию.

**Руководитель ИЛЦ**

**Н.Ю. Михайлова**

Перепечатка без разрешения испытательной лаборатории запрещена





## ПРИЛОЖЕНИЕ 10

# Протоколы лабораторных исследований по показателям безопасности новых видов сырья

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека  
ФБУЗ "Центр гигиены и эпидемиологии в Орловской области"

**АККРЕДИТОВАННЫЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ЦЕНТР**

Юридический адрес:  
302001, г. Орел, ул. Карачевская д. 56А  
Телефон, факс: 77-07-27  
Фактический адрес лаборатории:

Аттестат аккредитации  
№ РОСС RU.0001.510108  
Дата окончания действия: 28.02.2019г.  
Регистрационный номер  
1106453127145  
записи:

302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 2 А  
Телефон: 41-66-85  
ОКПО 75663847, ОГРН 10557552020610  
ИНН/КПП 5752036348/575201001

**ПРОТОКОЛ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

*№ 400 от 06.10.2014*

**Наименование пробы (образца):**

Порошок свекловичный (дата изготовления: май 2014 года)

**Код пробы (образца):** 02.14.07.2.1.08

**Юридическое лицо, индивидуальный предприниматель или физическое лицо, у которого отбирались пробы (образцы):**

Общество с ограниченной ответственностью "Колпнянский хлебозавод"  
Орловская область, Колпнянский район, п. Колпна, ул. Чкалова, 27

**Объект, где производился отбор пробы (образца):**

Общество с ограниченной ответственностью "Колпнянский хлебозавод"  
Орловская область, Колпнянский район, п. Колпна, ул. Чкалова, 27

**Цель отбора:**

Проведение лабораторных исследований

**Основание для отбора:**

Договор

№ 6229 от 25.09.2014

**Изготовитель:**

ЗАО "Сахарный комбинат "Колпнянский"  
Орловская область, Колпнянский район, п. Колпна, ул. Заводская, 1

**Дата и время отбора пробы (образца):**

25.09.2014 12 ч. 00 мин.

**Дата и время доставки пробы (образца):**

25.09.2014 14 ч. 00 мин.

**Дата изготовления:**

**Объем партии:**

Опытная партия

**Количество (объем) для испытаний:**

1 кг

**Тара, упаковка:**

Полиэтиленовый пакет

**НД на методику отбора:**

ГОСТ 12569-99

**НД на соответствие**

ТР ТС 021/2011 "О безопасности пищевой продукции"

**действующих нормативов :**

п. 1.6

**Условия транспортировки:**

Автотранспорт

**Дополнительные сведения:**

Проба доставлена в опечатанном виде

**Сотрудник, отобравший пробу:**

Аспирант кафедры "Госуниверситет - УНПК" Мазалова Н.В., пробу направила помощник санитарного врача Сорокина В.И.

**Руководитель И.ЛЦ:**

Старых А.И.

М.П.

1. Результаты исследований расходятся на представленную пробу

Настоящий документ не может быть частично или полностью воспроизведен (скопирован или перепечатан) без разрешения на то аккредитованного испытательного лабораторного центра



**Наименование пробы (образца):**

Порошок свекловичный (дата изготовления: май 2014 года)

**Дата и время отбора пробы (образца):**

25.09.2014 12 ч. 00 мин.

**Дата и время доставки пробы (образца):**

25.09.2014 14 ч. 00 мин.

**Дата изготовления:****Объем партии:**

Опытная партия

**Количество (объем) для испытаний:**

1 кг

**Тара, упаковка:**

Полиэтиленовый пакет

**НД на методику отбора:**

ГОСТ 12569-99

**Дополнительные сведения:**

Проба доставлена в опечатанном виде

Код образца (пробы): 02.14.07.2.1.08

| Санитарно-гигиеническая лаборатория |   |                         |                        |                   |                           |
|-------------------------------------|---|-------------------------|------------------------|-------------------|---------------------------|
| № п/п                               | Определяемые показатели                           | Результаты исследований | Гигиенический норматив | Единицы измерения | НД на методы исследований |
| 1                                   | Свинец  | 0,044 ± 0,027           | не более 0,5           | мг/кг             | ГОСТ 30178-96             |
| 2                                   | Кадмий  | 0,025 ± 0,014           | не более 0,03          | мг/кг             | ГОСТ 30178-96             |
| 3                                   | Мышьяк  | менее 0,08              | не более 0,2           | мг/кг             | ГОСТ 26930-86             |
| 4                                   | Ртуть   | менее 0,002             | не более 0,02          | мг/кг             | МУ 5178-90                |
| 5                                   | Нитраты (по NO <sub>3</sub> )                     | менее 30                | не более 1400          | мг/кг             | ГОСТ 29270-95             |
| 6                                   | Гексахлорциклогексан (альфа, бета, гамма-изомеры) | менее 0,0003            | не более 0,1           | мг/кг             | ГОСТ 30349-96             |
| 7                                   | ДДТ и его метаболиты                              | менее 0,001             | не более 0,1           | мг/кг             | ГОСТ 30349-96             |

Исследования проводили:

Должность, Ф.И.О.

Биолог Рубцова И.А.

Инженер Александрова М.В.

Ф.И.О. заведующего лабораторией

Бабенко Светлана Васильевна

Подпись

Подпись

**Заключение**

по гигиенической оценке результатов лабораторных исследований.

Исследованная проба соответствует требованиям п. 6 приложения 3 ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» (п. 2.5 ТУ «Порошки пищевые свекловичные «Сахарные волокна»») по исследованным показателям безопасности.

Врач-эксперт

Черников С.А.

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека  
ФБУЗ "Центр гигиены и эпидемиологии в Орловской области"

**АККРЕДИТОВАННЫЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ЦЕНТР**

Юридический адрес:  
302001, г.Орел, ул. Карачевская д. 56А  
Телефон, факс: 77-07-27  
Фактический адрес лаборатории:

Аттестат аккредитации  
№ РОСС RU.0001.510108  
Дата окончания действия: 28.02.2019г.  
Регистрационный номер  
записи: 1106453127145

302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 2 А  
Телефон:41-66-85  
ОКПО 75663847, ОГРН 10557552020610  
ИНН/КПП 5752036348/575201001

**ПРОТОКОЛ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

*№ 401 от 06.10.2014*

**Наименование пробы (образца):**

Порошок свекловичный экструдированный (дата изготовления: май 2014 года)

**Код пробы (образца):**

02.14.07.2.2.08

**Юридическое лицо, индивидуальный предприниматель или физическое лицо, у которого отбиралась пробы (образцы):**

Общество с ограниченной ответственностью "Колпнянский хлебозавод"  
Орловская область, Колпнянский район, п.Колпна, ул.Чкалова, 27

**Объект, где производился отбор пробы (образца):**

Общество с ограниченной ответственностью "Колпнянский хлебозавод"  
Орловская область, Колпнянский район, п.Колпна, ул.Чкалова, 27

**Цель отбора:**

Проведение лабораторных исследований

**Основание для отбора:**

Договор

№ 6229 от 25.09.2014

**Изготовитель:**

ЗАО "Сахарный комбинат "Колпнянский"  
Орловская область, Колпнянский район, п.Колпна, ул.Заводская, 1

**Дата и время отбора пробы (образца):**

25.09.2014 12 ч. 00 мин.

**Дата и время доставки пробы (образца):**

25.09.2014 14 ч. 00 мин.

**Дата изготовления:**

**Объем партии:**

Опытная партия

**Количество (объем) для испытаний:**

1 кг

**Тара, упаковка:**

Полиэтиленовый пакет

**НД на методику отбора:**

ГОСТ 12569-99

**НД на соответствие**

ТР ТС 021/2011 "О безопасности пищевой продукции"

**действующих нормативов :**

п. 1.6

**Условия транспортировки:**

Автотранспорт

**Дополнительные сведения:**

Проба доставлена в печатанном виде

**Сотрудник, отобравший пробу:**

Аспирант кафедры "Госуниверситет - УИПК" Мазалова Н.В., пробу направила помощник санитарного врача Сорокина В.И.

**Руководитель ИЛЦ:**

Старых А.И.

М.П.

1. Результаты исследований распространяются на представленную пробу

Настоящий документ не может быть частично или полностью воспроизведен (скопирован или перепечатан) без разрешения на то аккредитованного испытательного лабораторного центра

к протоколу № 401 от 06.10.2014

**Наименование пробы (образца):**

Порошок свежловичный экструдированный (дата изготовления: май 2014 года)

**Дата и время отбора пробы (образца):** 25.09.2014 12 ч. 00 мин.**Дата и время доставки пробы (образца):** 25.09.2014 14 ч. 00 мин.**Дата изготовления:****Объем партии:** Опытная партия**Количество (объем) для испытаний:** 1 кг**Тара, упаковка:** Полиэтиленовый пакет**НД на методику отбора:** ГОСТ 12569-99**Дополнительные сведения:** Проба доставлена в опечатанном виде

Код образца (пробы): 02.14.07.2.2.08

| Санитарно-гигиеническая лаборатория |   |                         |                        |                   |                           |
|-------------------------------------|---|-------------------------|------------------------|-------------------|---------------------------|
| № п/п                               | Определяемые показатели                           | Результаты исследований | Гигиенический норматив | Единицы измерения | НД на методы исследований |
| 1                                   | Свинец  | 0,084 ± 0,046           | не более 0,5           | мг/кг             | ГОСТ 30178-96             |
| 2                                   | Кадмий  | 0,026 ± 0,014           | не более 0,03          | мг/кг             | ГОСТ 30178-96             |
| 3                                   | Мышьяк  | менее 0,08              | не более 0,2           | мг/кг             | ГОСТ 26930-86             |
| 4                                   | Ртуть   | менее 0,002             | не более 0,02          | мг/кг             | МУ 5178-90                |
| 5                                   | Нитраты (по NO <sub>3</sub> )                     | менее 30                | не более 1400          | мг/кг             | ГОСТ 29270-95             |
| 6                                   | Гексахлорциклогексан (альфа, бета, гамма-изомеры) | менее 0,0003            | не более 0,1           | мг/кг             | ГОСТ 30349-96             |
| 7                                   | ДДТ и его метаболиты                              | менее 0,001             | не более 0,1           | мг/кг             | ГОСТ 30349-96             |

Исследования проводили:

Должность, Ф.И.О.

Биолог Рубцова И.А.

Инженер Александрова М.В.

Ф.И.О. заведующего лабораторией

Бабенко Светлана Васильевна

Подпись

Подпись

**Заключение**

по гигиенической оценке результатов лабораторных исследований.

Исследованная проба соответствует требованиям п. 6 приложения 3 ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» (п. 2.5 ТУ «Порошки пищевые свежловичные «Сахарные волокна»») по исследованным показателям безопасности.

Врач-эксперт

Черников С.А.

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека  
ФБУЗ "Центр гигиены и эпидемиологии в Орловской области"

**АККРЕДИТОВАННЫЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ЦЕНТР**

Юридический адрес:  
302001, г.Орел, ул. Карачевская д. 56А  
Телефон, факс: 77-07-27  
Фактический адрес:

Аттестат аккредитации  
№ РОСС RU.0001.510108  
Дата окончания действия: 28.02.2019г.  
Регистрационный номер  
1106453127145  
записи:

302028, г. Орел, ул. Карачевская, д. 56 А  
Телефон: 77-07-20  
ОКПО 75663847, ОГРН 10557552020610  
ИНН/КПП 5752036348/575201001

**ПРОТОКОЛ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

*№ 541 от 03.10.2014*

**Наименование пробы (образца):**

Порошок свекловичный (дата изготовления: май 2014 года)

**Код пробы (образца):** 03.14.07.2.1.08

**Юридическое лицо, индивидуальный предприниматель или физическое лицо, у которого отбирались пробы (образцы):**

Общество с ограниченной ответственностью "Колпнянский хлебозавод"  
Орловская область, Колпнянский район, п.Колпна, ул.Чкалова, 27

**Объект, где производился отбор пробы (образца):**

Общество с ограниченной ответственностью "Колпнянский хлебозавод"  
Орловская область, Колпнянский район, п.Колпна, ул.Чкалова, 27

**Цель отбора:**

Проведение лабораторных исследований

**Основание для отбора:**

Договор

№ 6229 от 25.09.2014

**Изготовитель:**

ЗАО "Сахарный комбинат "Колпнянский"  
Орловская область, Колпнянский район, п.Колпна, ул.Заводская, 1

**Дата и время отбора пробы (образца):**

25.09.2014 12 ч. 00 мин.

**Дата и время доставки пробы (образца):**

25.09.2014 14 ч. 00 мин.

**Дата изготовления:**

**Объем партии:**

Опытная партия

**Количество (объем) для испытаний:**

1 кг

**Тара, упаковка:**

Полиэтиленовый пакет

**НД на методику отбора:**

МУК 2.6.1.1194-03

**НД на объем лабораторных исследований и их оценку:**

ТР ТС 021/2011 "Технический регламент Таможенного союза "О безопасности пищевой продукции"  
(Утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 880)"

**Условия транспортировки:**

Автотранспорт

**Дополнительные сведения:**

Проба доставлена в опечатанном виде

**Сотрудник, отобравший пробу:**

Аспирант кафедры "Гос. университет УИПК" Мазалова Н.В., пробу направила помощник санитарного врача Сорокина В.И.

**Руководитель ИЛЦ:**

Старых А.И.



1. Результаты исследований распространяются на представленную пробу  
Настоящий документ не может быть частично или полностью воспроизведен (скопирован или перепечатан) без разрешения на то
2. аккредитованного испытательного лабораторного центра

к протоколу № 541 от 03.10.2014

Код образца (пробы): 03.14.07.2.1.08

| Лаборатория радиационных факторов |                         |                                      |                        |                   |                                 |
|-----------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|------------------------|-------------------|---------------------------------|
| № п/п                             | Определяемые показатели | Результаты исследований/ погрешность | Гигиенический норматив | Единицы измерения | НД на методы исследования       |
| 1                                 | Цезий-137               | менее 3,089                          | 80                     | Бк/кг             | МВИ 40090.3Н700 от 22.12.2003г. |
| 2                                 | Стронций-90             | менее 2,62                           | 40                     | Бк/кг             | МВИ 40090.4Г006 от 29.03.2004г. |

Средства измерений, сведения о государственной поверке

| № п/п | Наименование, тип средства             | Заводской номер | Сведения о государственной поверке | Действителен до |
|-------|--|-----------------|------------------------------------|-----------------|
| 1     | Спектрометрический комплекс "Прогресс" | 0875            | 626/16                             | 18.07.2015      |

Исследования проводили:

Должность, Ф.И.О.  
Химик-эксперт Кислякова И.С.

Подпись


**ЗАКЛЮЧЕНИЕ:**

Содержание радионуклидов в пробе не превышает допустимые уровни, установленные ТР ТС 021/2011 "О безопасности пищевой продукции" (приложение 4), утв. решением Комиссии Таможенного союза № 880 от 9.11.2011г.

Врач-эксперт



Милованов С.Н.

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека  
ФБУЗ "Центр гигиены и эпидемиологии в Орловской области"

**АККРЕДИТОВАННЫЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ЦЕНТР**

Юридический адрес:  
302001, г. Орел, ул. Карачевская д. 56А  
Телефон, факс: 77-07-27  
Фактический адрес:

Аттестат аккредитации  
№ РОСС RU.0001.510108  
Дата окончания действия: 28.02.2019г.  
Регистрационный номер  
записи: 1106453127145

302028, г. Орел, ул. Карачевская, д. 56 А  
Телефон: 77-07-20  
ОКПО 75663847, ОГРН 10557552020610  
ИНН/КПП 5752036348/575201001

**ПРОТОКОЛ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

*№ 542 от 03.10.2014*

**Наименование пробы (образца):**

Порошок свекловичный экструдированный (дата изготовления: май 2014 года)

**Код пробы (образца):** 03.14.07.2.2.08

**Юридическое лицо, индивидуальный предприниматель или физическое лицо, у которого отбирались пробы (образцы):**

Общество с ограниченной ответственностью "Колпнянский хлебозавод"  
Орловская область, Колпнянский район, п. Колпна, ул. Чкалова, 27

**Объект, где производился отбор пробы (образца):**

Общество с ограниченной ответственностью "Колпнянский хлебозавод"  
Орловская область, Колпнянский район, п. Колпна, ул. Чкалова, 27

**Цель отбора:**

Проведение лабораторных исследований

**Основание для отбора:**

Договор

№ 6229 от 25.09.2014

**Изготовитель:**

ЗАО "Сахарный комбинат "Колпнянский"  
Орловская область, Колпнянский район, п. Колпна, ул. Заводская, 1

**Дата и время отбора пробы (образца):**

25.09.2014 12 ч. 00 мин.

**Дата и время доставки пробы (образца):**

25.09.2014 14 ч. 00 мин.

**Дата изготовления:**

**Объем партии:**

Опытная партия

**Количество (объем) для испытаний:**

1 кг

**Тара, упаковка:**

Полиэтиленовый пакет

**НД на методику отбора:**

МУК 2.6.1.1194-03

**НД на объем лабораторных исследований и их оценку:**

ТР ТС 021/2011 "Технический регламент Таможенного союза "О безопасности пищевой продукции"  
(Утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 880)"

**Условия транспортировки:**

Автотранспорт

**Дополнительные сведения:**

Проба доставлена в опечатанном виде

**Сотрудник, отобравший пробу:**

Аспирант кафедры "Госинженерный университет "НИИ" Мазалова Н.В., пробу направила помощник санитарного  
врача Сорокина В.И.

**Руководитель ИЛЦ:**

Старых А.И.

1. Результаты исследований распространяются на представленную пробу

Настоящий документ не может быть полностью воспроизведен (скопирован или перелечтаны) без разрешения на то  
2. аккредитованного испытательного лабораторного центра

| Лаборатория радиационных факторов |                         |                                      |                        |                   |                                 |
|-----------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|------------------------|-------------------|---------------------------------|
| Код образца (пробы):              |                         |                                      |                        |                   | 03.14.07.2.2.08                 |
| № п/п                             | Определяемые показатели | Результаты исследований/ погрешность | Гигиенический норматив | Единицы измерения | НД на методы исследования       |
| 1                                 | Цезий-137               | менее 3,106                          | 80                     | Бк/кг             | МВИ 40090.3Н700 от 22.12.2003г. |
| 2                                 | Стронций-90             | менее 2,64                           | 40                     | Бк/кг             | МВИ 40090.4Г006 от 29.03.2004г. |

Средства измерений, сведения о государственной поверке

| № п/п | Наименование, тип средства             | Заводской номер | Сведения о государственной поверке | Действителен до |
|-------|--|-----------------|------------------------------------|-----------------|
| 1     | Спектрометрический комплекс "Прогресс" | 0875            | 626/16                             | 18.07.2015      |

Исследования проводили:

Должность, Ф.И.О.  
Химик-эксперт Кислякова И.С.

Подпись



#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

Содержание радионуклидов в пробе не превышает допустимые уровни, установленные ТР ТС 021/2011 "О безопасности пищевой продукции" (приложение 4), утв. решением Комиссии Таможенного союза № 880 от 9.11.2011г.

Врач-эксперт



Милованов С.Н.

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека  
ФБУЗ "Центр гигиены и эпидемиологии в Орловской области"

**АККРЕДИТОВАННЫЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ЦЕНТР**

Юридический адрес:  
302001, г. Орел, ул. Карачевская д. 56А  
Телефон, факс: 77-07-27  
Фактический адрес:  
302028, г. Орел, ул. Карачевская, д. 56 А  
Телефон: 77-07-20  
ОКПО 75663847, ОГРН 10557552020610  
ИНН/КПП 5752036348/575201001

Аттестат аккредитации  
№ РОСС RU.0001.510108  
Дата окончания действия: 28.02.2019г.  
Регистрационный номер записи: 1106453127145

**ПРОТОКОЛ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

*№ 242 от 30.09.2014*

**Наименование пробы (образца):**

Порошок свекловичный экструдированный (дата изготовления: май 2014 года)

**Код пробы (образца):** 04.14.07.2.2.08

**Юридическое лицо, индивидуальный предприниматель или физическое лицо, у которого отбирались пробы (образцы):**

Общество с ограниченной ответственностью "Колпнянский хлебозавод"  
Орловская область, Колпнянский район, п. Колпна, ул. Чкалова, 27

**Объект, где производился отбор пробы (образца):**

Общество с ограниченной ответственностью "Колпнянский хлебозавод"  
Орловская область, Колпнянский район, п. Колпна, ул. Чкалова, 27

**Цель отбора:**

Проведение лабораторных исследований

**Основание для отбора:**

Договор

№ 6229 от 25.09.2014

**Изготовитель:**

ЗАО "Сахарный комбинат "Колпнянский"  
Орловская область, Колпнянский район, п. Колпна, ул. Заводская, 1

**Дата и время отбора пробы (образца):**

25.09.2014 12 ч. 00 мин.

**Дата и время доставки пробы (образца):**

25.09.2014 14 ч. 00 мин.

**Дата изготовления:**

**Объем партии:**

Опытная партия

**Количество (объем) для испытаний:**

200г

**Тара, упаковка:**

Полиэтиленовый пакет

**НД на методику отбора:**

ГОСТ Р 54004-10

**НД на соответствие**

ТР ТС 021/2011 "О безопасности пищевой продукции"

**действующих нормативов :**

**Условия транспортировки:**

Автотранспорт, термоконтейнер

**Дополнительные сведения:**

Проба доставлена в опечатанном виде

**Сотрудник, отобравший пробу:**

Аспирант кафедры "Государственный УНИК" Мазалова Н.В., пробу направила помощник санитарного врача Сорочина В.И.

**Руководитель ИЛЦ:**

Старых А.И.

1. Результаты исследований распространяются на представленную пробу

Настоящий документ не может быть частично или полностью воспроизведен (скопирован или перепечатан) без разрешения на то аккредитованного испытательного лабораторного центра



к протоколу № 242 от 30.09.2014

**Наименование пробы (образца):**

Порошок свекловичный экструдированный (дата изготовления: май 2014 года)

**Дата и время отбора пробы (образца):** 25.09.2014 12 ч. 00 мин.**Дата и время доставки пробы (образца):** 25.09.2014 14 ч. 00 мин.**Дата изготовления:****Объем партии:** Опытная партия**Количество (объем) для испытаний:** 200г**Тара, упаковка:** Полиэтиленовый пакет**НД на методику отбора:** ГОСТ Р 54004-10**Условия транспортировки:** Автотранспорт, термоконтейнер**Дополнительные сведения:**

Проба доставлена в печатанном виде

Код образца (пробы): 04.14.07.2.2.08

| Микробиологическая лаборатория  |                                |                         |   |                   |                           |
|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------|---|-------------------|---------------------------|
| № п/п                           | Определяемые показатели        | Результаты исследований | Гигиенический норматив  | Единицы измерения | НД на методы исследований |
| 1                               | V.Сereus                       | 800                     | не более 1000   | КОЕ/г             | ГОСТ 10444.8-88           |
| 2                               | БГКП (колиформы)               | Не обнаружено           | не допускается  | в 0,01 г          | ГОСТ Р 52816-2007         |
| 3                               | КМАФАнМ                        | 10000                   | не более 500000   | КОЕ/г             | ГОСТ 10444.15-94          |
| 4                               | Патогенные, в т.ч. сальмонеллы | Не обнаружено           | не допускается  | в 25 г            | ГОСТ Р 52814-2007         |
| 5                               | Плесени                        | 80                      | не более 500  | КОЕ/г             | ГОСТ 10444.12-88          |
| Исследования проводили:         |                                |                         |   |                   |                           |
| Должность, Ф.И.О.               |                                |                         | Подпись   |                   |                           |
| Врач-бактериолог Щербина Е.И.   |                                |                         |   |                   |                           |
| Ф.И.О. заведующего лабораторией |                                |                         | Подпись   |                   |                           |
| Махова Татьяна Васильевна       |                                |                         |  |                   |                           |

**Заключение**

по гигиенической оценке результатов лабораторных исследований.

Исследованная проба соответствует требованиям приложения I, приложения II, п. 1.5 ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» (п. 2.6 ТУ «Порошки пищевые свекловичные «Сахарные волокна»») по исследованным микробиологическим показателям.

Врач-эксперт



Черников С.А.

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека  
ФБУЗ "Центр гигиены и эпидемиологии в Орловской области"

**АККРЕДИТОВАННЫЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ЦЕНТР**

Юридический адрес:  
302001, г.Орел, ул. Карачевская д. 56А  
Телефон, факс: 77-07-27  
Фактический адрес:  
302028, г. Орел, ул. Карачевская, д. 56 А  
Телефон: 77-07-20  
ОКПО 75663847, ОГРН 10557552020610  
ИНН/КПП 5752036348/575201001

Аттестат аккредитации  
№ РОСС RU.0001.510108  
Дата окончания действия: 28.02.2019г.  
Регистрационный номер записи: 1106453127145

**ПРОТОКОЛ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

*№ 241 от 30.09.2014*

**Наименование пробы (образца):**

Порошок свекловичный (дата изготовления: май 2014 года)

**Код пробы (образца):** 04.14.07.2.1.08

**Юридическое лицо, индивидуальный предприниматель или физическое лицо, у которого отбирались пробы (образцы):**

Общество с ограниченной ответственностью "Колпнянский хлебозавод"  
Орловская область, Колпнянский район, п.Колпна, ул.Чкалова, 27

**Объект, где производился отбор пробы (образца):**

Общество с ограниченной ответственностью "Колпнянский хлебозавод"  
Орловская область, Колпнянский район, п.Колпна, ул.Чкалова, 27

**Цель отбора:**

Проведение лабораторных исследований

**Основание для отбора:**

Договор

№ 6229 от 25.09.2014

**Изготовитель:**

ЗАО "Сахарный комбинат "Колпнянский"  
Орловская область, Колпнянский район, п.Колпна, ул.Заводская, 1

**Дата и время отбора пробы (образца):**

25.09.2014 12 ч. 00 мин.

**Дата и время доставки пробы (образца):**

25.09.2014 14 ч. 00 мин.

**Дата изготовления:**

**Объем партии:**

Опытная партия

**Количество (объем) для испытаний:**

200г

**Тара, упаковка:**

Полиэтиленовый пакет

**НД на методику отбора:**

ГОСТ Р 54004-10

**НД на соответствие**

ТР ТС 021/2011 "О безопасности пищевой продукции"

**действующих нормативов :**

**Условия транспортировки:**

Автотранспорт, термоконтейнер

**Дополнительные сведения:**

Проба доставлена в опечатанном виде

**Сотрудник, отобравший пробу:**

Аспирант кафедры "Госуниверситет - УНПК" Мазалова Н.В., пробу направила помощник санитарного врача Сорокина В.И.

**Руководитель ИЛЦ:**

Старых А.И.

М.П.

1. Результаты исследований распространяются на представленную пробу

Настоящий документ не может быть частично или полностью воспроизведен (скопирован или перепечатан) без разрешения на то  
2. аккредитованного испытательного лабораторного центра

**Наименование пробы (образца):**

Порошок свекловичный (дата изготовления: май 2014 года)

**Дата и время отбора пробы (образца):** 25.09.2014 12 ч. 00 мин.**Дата и время доставки пробы (образца):** 25.09.2014 14 ч. 00 мин.**Дата изготовления:****Объем партии:**

Опытная партия

**Количество (объем) для испытаний:**

200г

**Тара, упаковка:**

Полиэтиленовый пакет

**НД на методику отбора:**

ГОСТ Р 54004-10

**Условия транспортировки:**

Автотранспорт,

термоконтейнер

Проба доставлена в опечатанном виде

**Дополнительные сведения:**

Код образца (пробы): 04.14.07.2.1.08

| Микробиологическая лаборатория  |                                |                         |                        |                   |                           |
|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------|---------------------------|
| № п/п                           | Определяемые показатели        | Результаты исследований | Гигиенический норматив | Единицы измерения | НД на методы исследований |
| 1                               | V.Cereus                       | 250                     | не более 1000          | КОЕ/г             | ГОСТ 10444.8-88           |
| 2                               | БГКП (колиформы)               | Не обнаружено           | не допускается         | в 0,01 г          | ГОСТ Р 52816-2007         |
| 3                               | КМАФАнМ                        | 15000                   | не более 500000        | КОЕ/г             | ГОСТ 10444.15-94          |
| 4                               | Патогенные, в т.ч. сальмонеллы | Не обнаружено           | не допускается         | в 25 г            | ГОСТ Р 52814-2007         |
| 5                               | Плесени                        | 30                      | не более 500           | КОЕ/г             | ГОСТ 10444.12-88          |
| Исследования проводили:         |                                |                         |                        |                   |                           |
| Должность, Ф.И.О.               |                                |                         | Подпись                |                   |                           |
| Врач-бактериолог Щербина Е.И.   |                                |                         | Подпись                |                   |                           |
| Ф.И.О. заведующего лабораторией |                                |                         |                        |                   |                           |
| Махова Татьяна Васильевна       |                                |                         |                        |                   |                           |

**Заключение**

по гигиенической оценке результатов лабораторных исследований.

Исследованная проба соответствует требованиям приложения I, приложения II, п. 1.5 ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» (п. 2.6 ТУ «Порошки пищевые свекловичные «Сахарные волокна»») по исследованным микробиологическим показателям.

Врач-эксперт

Черников С.А.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 11

## Протоколы медико-биологических испытаний новых видов сырья на лабораторных животных

Орловский Государственный Аграрный Университет  
 Инновационный научно-исследовательский испытательный центр  
 302019, г. Орел, ул. Ген. Родина, 69.  
 Аттестат аккредитации  
 № РОСС.RU.0001.21ПЦ26 от 6 июня 2011 г.

**Протокол исследований**  
 № 196 от 29 мая 2015 г.

1. Наименование заказчика: Березина Н.А.
2. Сведения по акту отбора: пробы отобраны и доставлены заказчиком 27.04.2015 г.
3. Масса пробы: по 2 кг.
4. Объекты исследований: аутбредные мыши чистопородного скрещивания (Линия/сток CD – 1) 10 особей, длительность кормления – 15 суток
  - 1-ая группа – контрольная;
  - 2-ая группа – опытная животным в рацион включали порошок пищевой свекловичный «Сахарные волокна» экструдированный;
  - 3-я группа – опытная животным в рацион включали порошок пищевой свекловичный «Сахарные волокна»;
  - 4-я группа – опытная животным в рацион включали «Порошок сахаросодержащий из картофеля. ТУ 9166-293-02069036-2012»;
  - 5-я группа – опытная животным в рацион включали «Порошок сахаросодержащий из картофеля. ТУ 9166-293-02069036-2012» с добавлением пшеничной муки;
  - 6-я группа – опытная животным в рацион включали «Порошок сахаросодержащий из картофеля. ТУ 9166-293-02069036-2012» с добавлением ржаной муки.

Опытным группам животных в рацион включали пробы отобранные заказчиком в количестве  $32 \cdot 10^{-3}$  г на 1 г живого веса мыши.

Данные биохимического анализа крови подопытных животных:

| № п/п       | Значение показателя |                  |                     |                         |          |          |
|-------------|---------------------|------------------|---------------------|-------------------------|----------|----------|
|             | Общий белок, г/л    | Глюкоза, ммоль/л | Холестерин, ммоль/л | Щелочная фосфатаза, Е/л | АЛТ, Е/л | АСТ, Е/л |
| 1-ая группа | 52                  | 4,7              | 4,0                 | 5,8                     | 51       | 125      |
| 2-ая группа | 54                  | 5,2              | 3,2                 | 5,4                     | 52       | 120      |
| 3-я группа  | 50                  | 5,0              | 3,5                 | 5,5                     | 53       | 122      |
| 4-я группа  | 49                  | 5,6              | 3,7                 | 6,0                     | 50       | 120      |
| 5-я группа  | 54                  | 5,5              | 3,8                 | 5,9                     | 51       | 121      |
| 6-я группа  | 51                  | 5,0              | 3,4                 | 5,6                     | 49       | 123      |

**Погрешности измерений не превышают указанных в НД на методы испытаний.**

Протокол распространяется только на образцы подвергнутые испытаниям. Полная или частичная перепечатка протокола без разрешения центра не разрешается. Общее количество страниц 1.

**Заключение.**

Данные биохимических показателей крови животных всех групп соответствуют физиологическим нормам

Дата получения образца: 27.04.2015 г.

Дата проведения испытаний: 5 мая – 29 мая 2015 г.

Директор ИНИИЦ

Ответственные исполнители



Ковалева О.А.

Яркина М.В.

## Протоколы медико-биологических исследований

Орловский Государственный Аграрный Университет  
 Инновационный научно-исследовательский испытательный центр  
 302019, г. Орел, ул. Ген. Родина, 69.  
 Аттестат аккредитации  
 № РОСС.RU. 0001.21ПЦ26 от 6 июня 2011 г.

### Протокол исследований № 187 от 12 марта 2015 г.

1. Наименование заказчика: Березина Н.А.
2. Объекты исследований: аутбредные мыши чистопородного скрещивания (Линия/сток CD – 1) 10 особей, длительность кормления – 15 суток обычный рацион

#### Копрологические исследования животных 1-ой группы

| Показатель                       | Значение показателя   |                  |                  |
|----------------------------------|---|------------------|------------------|
|                                  | 1-ый день   | 7-ой день        | 15-ый день       |
| Общий вид кала                   | Плотная консистенция, коричневого цвета, без резкого запаха |                  |                  |
| Лактобактерии, КОЕ/г кала        | $1,2 \cdot 10^6$  | $1,2 \cdot 10^6$ | $0,8 \cdot 10^6$ |
| Кишечная палочка, КОЕ/г кала     | $1,4 \cdot 10^6$  | $1,5 \cdot 10^6$ | $1,8 \cdot 10^6$ |
| Дрожжеподобные грибы, КОЕ/г кала | $1,3 \cdot 10^2$  | $1,4 \cdot 10^2$ | $1,8 \cdot 10^2$ |

**Погрешности измерений не превышают указанных в НД на методы испытаний.**

Протокол распространяется только на образцы подвергнутые испытаниям. Полная или частичная перепечатка протокола без разрешения центра не разрешается. Общее количество страниц 1.

#### Заключение.

Копрограмма соответствует статусу здорового животного

Дата проведения испытаний: 10 декабря 2014 г – 11 марта 2015 г.

Директор ИНИИЦ



Ковалева О.А.

Ответственные исполнители

Яркина М.В.

Комарова Ю.В.

Орловский Государственный Аграрный Университет  
 Инновационный научно-исследовательский испытательный центр  
 302019, г. Орел, ул. Ген. Родина, 69.  
 Аттестат аккредитации  
 № РОСС.RU. 0001.21ПЦ26 от 6 июня 2011 г.

**Протокол исследований**  
**№ 188 от 12 марта 2015 г.**

1. Наименование образца – **Порошок пищевой свекловичный «Сахарные волокна» экструдированный. ТУ 9112-304-02069036**
2. Наименование заказчика: Березина Н.А.
3. Сведения по акту отбора: проба отобрана и доставлена заказчиком 10.12.2014 г.
4. Масса пробы: 2 кг.
5. Объекты исследований: аутбредные мыши чистопородного скрещивания (Линия/сток CD – 1) 10 особей, длительность кормления – 15 суток

Копрологические исследования животных 2-ой группы

| Показатель                       | Значение показателя   |                     |                     |
|----------------------------------|---|---------------------|---------------------|
|                                  | 1-ый день   | 7-ой день           | 15-ый день          |
| Общий вид кала                   | Плотная консистенция, коричневого цвета, без резкого запаха |                     |                     |
| Лактобактерии, КОЕ/г кала        | 1,3*10 <sup>6</sup>   | 1,4*10 <sup>6</sup> | 1,6*10 <sup>6</sup> |
| Кишечная палочка, КОЕ/г кала     | 1,2*10 <sup>6</sup>   | 1,4*10 <sup>6</sup> | 1,5*10 <sup>6</sup> |
| Дрожжеподобные грибы, КОЕ/г кала | 1,1*10 <sup>2</sup>   | 1,3*10 <sup>2</sup> | 1,4*10 <sup>2</sup> |

**Погрешности измерений не превышают указанных в НД на методы испытаний.**

Протокол распространяется только на образцы подвергнутые испытаниям. Полная или частичная перепечатка протокола без разрешения центра не разрешается. Общее количество страниц 1.

**Заключение.**

Копрограмма соответствует статусу здорового животного

Дата получения образца: 10 декабря 2014 г.

Дата проведения испытаний: 10 декабря 2014 г – 11 марта 2015 г.

Директор ИНИИЦ



Ковалева О.А.

Ответственные исполнители

Яркина М.В.

Комарова Ю.В.



Орловский Государственный Аграрный Университет  
 Инновационный научно-исследовательский испытательный центр  
 302019, г. Орел, ул. Ген. Родина, 69.  
 Аттестат аккредитации  
 № РОСС.RU. 0001.21ПЦ26 от 6 июня 2011 г.

**Протокол исследований  
 № 189 от 12 марта 2015 г.**

1. Наименование образца – **Отруби пшеничные. Технические условия по ГОСТ 7169-66.**
2. Наименование заказчика: Березина Н.А.
3. Сведения по акту отбора: проба отобрана и доставлена заказчиком 10.12.2014 г.
4. Масса пробы: 2 кг.
5. Объекты исследований: аутбредные мыши чистопородного скрещивания (Линия/сток CD – 1) 10 особей, длительность кормления – 15 суток

**Копрологические исследования животных 3-й группы**

| Показатель                       | Значение показателя   |                  |                  |
|----------------------------------|---|------------------|------------------|
|                                  | 1-ый день   | 7-ой день        | 15-ый день       |
| Общий вид кала                   | Плотная консистенция, коричневого цвета, без резкого запаха |                  |                  |
| Лактобактерии, КОЕ/г кала        | $1,4 \cdot 10^6$  | $1,3 \cdot 10^6$ | $1,6 \cdot 10^6$ |
| Кишечная палочка, КОЕ/г кала     | $1,5 \cdot 10^6$  | $1,7 \cdot 10^6$ | $1,8 \cdot 10^6$ |
| Дрожжеподобные грибы, КОЕ/г кала | $1,3 \cdot 10^2$  | $1,4 \cdot 10^2$ | $1,6 \cdot 10^2$ |

**Погрешности измерений не превышают указанных в НД на методы испытаний.**

Протокол распространяется только на образцы подвергнутые испытаниям. Полная или частичная перепечатка протокола без разрешения центра не разрешается. Общее количество страниц 1.

**Заключение.**

Копрограмма соответствует статусу здорового животного

Дата получения образца: 10 декабря 2014 г.

Дата проведения испытаний: 10 декабря 2014 г. – 11 марта 2015 г.

Директор ИНИИЦ

Ответственные исполнители



Ковалева О.А.

Яркина М.В.

Комарова Ю.В.

Орловский Государственный Аграрный Университет  
 Инновационный научно-исследовательский испытательный центр  
 302019, г. Орел, ул. Ген. Родина, 69.  
 Аттестат аккредитации  
 № РОСС.RU. 0001.21ПЦ26 от 6 июня 2011 г.

**Протокол исследований**  
**№ 186 от 12 марта 2015 г.**

1. Наименование заказчика: Березина Н.А.
2. Сведения по акту отбора: пробы отобраны и доставлены заказчиком 10.12.2014 г.
3. Масса пробы: по 2 кг.
4. Объекты исследований: аутбредные мыши чистопородного скрещивания (Линия/сток CD – 1) 10 особей, длительность кормления – 15 суток
  - 1-ая группа – контрольная;
  - 2-ая группа – опытная животным в рацион включали порошок пищевой свекловичный;
  - 3-я группа – опытная животным в рацион включали отруби пшеничные.
 Опытным группам животным в рацион пробы отобранные заказчиком в количестве  $32 \cdot 10^{-3}$  г на 1 г живого веса мыши.

Данные биохимического и гематологического анализа крови подопытных животных:

| № п/п       | Значение показателя |                  |                     |                 |     |
|-------------|---------------------|------------------|---------------------|-----------------|-----|
|             | Общий белок, г/л    | Глюкоза, ммоль/л | Холестерин, ммоль/л | Гемоглобин, г/л |     |
| 1-ая группа | 1                   | 51               | 4,8                 | 3,5             | 110 |
|             | 2                   | 53               | 4,8                 | 3,6             | 115 |
|             | 3                   | 55               | 5,1                 | 3,7             | 112 |
|             | 4                   | 54               | 4,9                 | 3,8             | 114 |
| 2-ая группа | 1                   | 53               | 5,2                 | 3,8             | 139 |
|             | 2                   | 54               | 5,0                 | 3,8             | 138 |
|             | 3                   | 56               | 4,9                 | 3,9             | 133 |
|             | 4                   | 57               | 5,4                 | 4,0             | 137 |
| 3-я группа  | 1                   | 50               | 4,8                 | 3,8             | 131 |
|             | 2                   | 54               | 4,7                 | 3,9             | 134 |
|             | 3                   | 56               | 4,9                 | 3,8             | 131 |
|             | 4                   | 55               | 5,3                 | 4,1             | 127 |

**Погрешности измерений не превышают указанных в НД на методы испытаний.**

Протокол распространяется только на образцы подвергнутые испытаниям. Полная или частичная перепечатка протокола без разрешения центра не разрешается. Общее количество страниц 1.

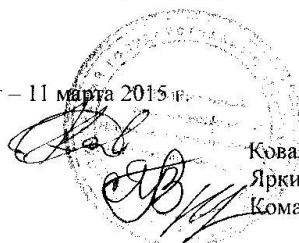
**Заключение.**

Данные биохимических и гематологических показателей крови животных 1,2 и 3 групп соответствуют физиологическим нормам

Дата получения образца: 10 декабря 2014 г.

Дата проведения испытаний: 10 декабря 2014 г – 11 марта 2015 г.

Директор ИНИИЦ  
 Ответственные исполнители



Ковалева О.А.  
 Яркина М.В.  
 Комарова Ю.В.



## ПРИЛОЖЕНИЕ 12

# Протоколы испытаний зольности, содержания кальция и фосфора в сырье

Орловский Государственный Аграрный Университет  
 Инновационный научно-исследовательский испытательный центр  
 302019, г. Орел, ул. Ген. Родина, 69  
 Аттестат аккредитации  
 № РОСС.RU.0001.21ПЦ26 от 6 июня 2011 г.

## ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ

№ 2019 от 29 мая 2015 г.

1. Наименование образца – порошок пищевой свекловичный «Сахарные волокна» **экструдированный**
2. Наименование заказчика: Мазалова Н.В.
3. Масса пробы : 2 кг.
4. Результаты испытаний:

| № | Наименование показателей, ед. измерения | НД на метод испытания  | Значение показателей |
|---|---|------------------------|----------------------|
| 1 | Кальций, мг/100г                        | ГОСТ 26570-95          | 47,5                 |
| 2 | Фосфор, мг/100г                         | ГОСТ Р 51420-99        | 26,25                |
| 3 | Магний, мг/100г                         | МУ к прибору iCar 6300 | 53,0                 |

**Погрешности измерений не превышают указанных в НД на методы испытаний.**

Условия проведения испытаний: испытания проведены при температуре 24°C и относительной влажности 43%.

Протокол распространяется только на образцы подвергнутые испытаниям. Полная или частичная перепечатка протокола без разрешения центра не разрешается. Общее количество страниц 1.

Дата получения образца: 30 апреля 2015 г.

Дата проведения испытаний: 30 апреля - 29 мая 2015 г.

Директор ИНИИЦ

Ответственные исполнители



Мазалова О.А.

Здрабова Е.М.

Яркина М.В.

Комарова Ю.В.

Литовченко Г. Н.





**ФГУ « Центр химизации и сельскохозяйственной радиологии  
« Орловский »**

302504, г. Орёл  
п / о Стрелецкое  
тел.: 40-38-82  
факс( 0862) 40-37-04

**Протокол испытаний продукции № 85**

от «7» декабря 2018 г.

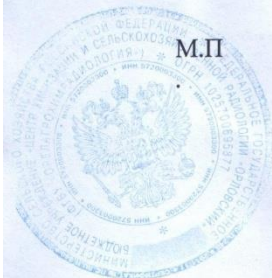
1. Предъявитель образцов (заказчик): Березина Наталья Александровна  
2. Результаты испытаний:

| Наименование образца                                       | Зола, % на<br>сух. вещ-во | Са, мг/на<br>100гр сух.<br>вещ-ва | Р, мг на<br>100гр на сух.<br>вещ-ва |
|--|---------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
|  | ГОСТ<br>32933-2014        | ГОСТ<br>32904-2014                | ГОСТ<br>26657-97                    |
| 1. Заварка из муки гречневой                               | 2,23                      | 21,0                              | 271,0                               |
| 2. Сахаросодержащий порошок из картофеля с ржаной мукой    | 1,61                      | 19,1                              | 217,0                               |
| 3. Заварка из муки ячменной                                | 1,66                      | 19,4                              | 219,0                               |
| 4. Заварка из муки пшениной                                | 1,47                      | 18,8                              | 232,0                               |
| 5. Сахаросодержащий порошок из картофеля                   | 2,78                      | 24,4                              | 225,0                               |
| 6. Сахаросодержащий порошок из картофеля с пшеничной мукой | 1,54                      | 22,5                              | 227,0                               |
| 7. Порошок пищевой свекловичный «Сахарные волокна»         | 2,22                      | 68,2                              | 78,0                                |
| 8. Соевая мука   | 6,11                      | 26,5                              | 645,0                               |
| 9. Сыворотка молочная сухая                                | 6,32                      | 39,0                              | 412                                 |
| 10. Заварка из муки рисовой                                | 1,01                      | 18,7                              | 131                                 |
| 11. Концентрат квасного суслу                              | 0,72                      | 24,7                              | 91,0                                |
| 12. Порошок клюквы   | 1,34                      | 25,9                              | 71,0                                |
| 13. Семена подсолнечника                                   | 3,37                      | 29,9                              | 600                                 |
| 14. Чечевичная мука  | 2,89                      | 27,5                              | 325                                 |
| 15. Молоко сухое обезжиренное                              | 7,75                      | 1313                              | 767                                 |
| 16. Кунжут   | 11,93                     | 1714                              | 683                                 |

*Протокол касается только образцов, подвергнутых испытанию.  
Частичная перепечатка протокола не допускается!*

Дата поступления образца : «28» ноября 2018 г.  
Дата проведения испытаний: « 6 » декабря 2018 г.

Ответственные исполнители: Мерцалова Л.И. Мерцалова Л.И.  
Гудкова Н.А. Гудкова Н.А.  
Ильиничева Т.Г. Ильиничева Т.Г.  
Руководитель ИЦ: Н.В. Кастирова Н.В. Кастирова



## ПРИЛОЖЕНИЕ 13

## Шкала балловой оценки качества хлебобулочных изделий

| Показатели качества хлеба                  | Коэффициент весомости | Уровень качества | Характеристика качества хлеба  |
|--|-----------------------|------------------|--|
| 1  | 2                     | 3                | 4  |
| Форма изделия, состояние поверхности корки | 2,0                   | 5                | Форма правильная с выпуклостью, без трещин и рубцов  |
|  |                       | 4                | Форма правильная с выпуклостью, едва заметные трещины  |
|  |                       | 3                | Заметно пузырчатая, крупные трещины, заметные рубцы, подрывы                                     |
|  |                       | 2                | Сильно пузырчатая, сильные подрывы   |
|  |                       | 1                | Разорванная корка с выплывом мякиша  |
| Окраска корок                              | 2,0                   | 5                | Окраска равномерная, коричневая или светло-коричневая  |
|  |                       | 4                | Достаточно равномерная, интенсивно-коричневая или золотистая                                     |
|  |                       | 3                | Светло-золотистая или тёмно-коричневая   |
|  |                       | 2                | Жёлтая   |
|  |                       | 1                | Подгорелая   |
| Структура пористости                       | 1,0                   | 5                | Поры мелкие, тонкостенные, безупречно равномерно распределены по всему пространству среза мякиша |
|  |                       | 4                | Поры мелкие и средние, тонкостенные, распределены достаточно равномерно                          |
|  |                       | 3                | Поры распределены неравномерно, разной величины и толщины  |
|  |                       | 2                | Поры очень мелкие, недоразвитые, толстостенные, с пустотами                                      |
|  |                       | 1                | Значительное количество плотных беспористых участков, значительные пустоты                       |
| Цвет мякиша                                | 1,0                   | 5                | Свойственный цвет данному виду, равномерный  |
|  |                       | 4                | Свойственный цвет данному виду, чуть темноватый  |
|  |                       | 3                | Желтоватый или сероватый   |
|  |                       | 2                | Неравномерно окрашен   |
|  |                       | 1                | Тёмный   |
| Эластичность мякиша                        | 1,0                   | 5                | Очень эластичный мякиш, слегка влажный на ощупь легко принимает первоначальную форму             |
|  |                       | 4                | Эластичный мякиш   |
|  |                       | 3                | Достаточно эластичный  |
|  |                       | 2                | Малоэластичный мякиш   |
|  |                       | 1                | Неэластичный, заминаемый   |
| Аромат (запах)                             | 3,5                   | 5                | Приятный аромат хлеба, ярко выраженный, свойственный данному виду, кисловатый                    |
|  |                       | 4                | Приятный аромат, менее выраженный, характерный хлебный   |
|  |                       | 3                | Слабо выраженный, характерный хлебный  |
|  |                       | 2                | Невыраженный, приемлемый   |
|  |                       | 1                | Сильно кислый, посторонний запах, неприятный   |
| Вкус                                       | 3,0                   | 5                | Свойственный, ярко выраженный  |
|  |                       | 4                | Выраженный, характерный хлебный  |
|  |                       | 3                | Слабо выраженный, характерный хлебный  |
|  |                       | 2                | Пресноватый, слегка кислый, слегка тестовой  |
|  |                       | 1                | Пресный, посторонний, неприятный   |
| Разжёвываемость                            | 3,0                   | 5                | Мякиш упругий хорошо разжёвывается   |
|  |                       | 4                | При разжёвывании достаточно приятное ощущение во рту   |
|  |                       | 3                | Комкуется, несколько грубый, суховатый   |
|  |                       | 2                | Заметно комкуется, грубый  |
|  |                       | 1                | Сильно комкуется, очень грубый   |

## ПРИЛОЖЕНИЕ 14

## Результаты органолептической оценки хлебобулочных изделий из мучных смесей с нетрадиционным и новым сырьем

| Наименование сырья, в составе мучной смеси для хлебобулочного изделия | Количество нового и нетрадиционного сырья взамен ржанопшеничной муки в смеси | Показатель качества изделия                |         |             |            |                     |               |          |                 | Сумма баллов с учетом коэффициентов весомости |
|---|--|--|---------|-------------|------------|---------------------|---------------|----------|-----------------|---|
|   |  | Форма изделия, состояние поверхности корки | Округа  | Цвет мякиша | Пористость | Эластичность мякиша | Аромат, запах | Вкус     | Разжевываемость |   |
|   |  | Коэффициенты весомости показателей         |         |             |            |                     |               |          |                 |   |
|   |  | 2  | 2       | 1           | 1          | 1                   | 3,5           | 3        | 3               |   |
| Мука ржанопшеничная   | -  | 9,5±0,5                                    | 9,5±0,5 | 4±0,5       | 4,0±0,5    | 4,5±0,5             | 14,0±0,5      | 12,0±0,5 | 12,0±0,5        | 69,5±0,5                                      |
| Мука ржанопшеничная + мука чечевичная                                 | 5 %  | 9,5±0,5                                    | 9,5±0,5 | 4±0,5       | 4,0±0,5    | 4,0±0,5             | 14,±0,50      | 12,0±0,5 | 12,0±0,5        | 69,0±0,5                                      |
|   | 10 %   | 9,5±0,5                                    | 9,5±0,5 | 4,5±0,5     | 3,0±0,5    | 3,0±0,5             | 10,5±0,5      | 9,0±0,5  | 9,0±0,5         | 58,0±0,5                                      |
|   | 15 %   | 8,0±0,5                                    | 8,0±0,5 | 4,0±0,5     | 3,0±0,5    | 3,0±0,5             | 7,0±0,5       | 6,0±0,5  | 6,0±0,5         | 45,0±0,5                                      |
| Мука ржанопшеничная + мука соевая                                     | 5 %  | 10,0±0,5                                   | 9,5±0,5 | 4,5±0,5     | 4,0±0,5    | 4,0±0,5             | 14,0±0,5      | 12,0±0,5 | 12,0±0,5        | 70,0±0,5                                      |
|   | 10 %   | 8,0±0,5                                    | 9,5±0,5 | 4,5±0,5     | 3,0±0,5    | 3,0±0,5             | 10,5±0,5      | 12,0±0,5 | 9,0±0,5         | 59,5±0,5                                      |
|   | 15 %   | 6,0±0,5                                    | 9,5±0,5 | 4,5±0,5     | 3,0±0,5    | 3,0±0,5             | 10,5±0,5      | 9,0±0,5  | 9,0±0,5         | 54,5±0,5                                      |
| Мука ржанопшеничная + молоко сухое                                    | 5 %  | 8,0±0,5                                    | 9,5±0,5 | 4,0±0,5     | 4,0±0,5    | 4,0±0,5             | 17,5±0,5      | 12,0±0,5 | 12,0±0,5        | 71,0±0,5                                      |
|   | 10 %   | 8,0±0,5                                    | 9,5±0,5 | 4,0±0,5     | 3,0±0,5    | 3,0±0,5             | 14,0±0,5      | 12,0±0,5 | 9,0±0,5         | 62,5±0,5                                      |
|   | 15 %   | 6,0±0,5                                    | 9,5±0,5 | 4,0±0,5     | 2,0±0,5    | 2,0±0,5             | 10,5±0,5      | 9,0±0,5  | 6,0±0,5         | 49,0±0,5                                      |
| Мука ржанопшеничная + сыворотка молочная сухая                        | 5 %  | 8,0±0,5                                    | 9,5±0,5 | 4,0±0,5     | 3,0±0,5    | 3,0±0,5             | 14,0±0,5      | 12,0±0,5 | 12,0±0,5        | 65,5±0,5                                      |
|   | 10 %   | 6,0±0,5                                    | 9,5±0,5 | 4,0±0,5     | 2,0±0,5    | 3,0±0,5             | 14,0±0,5      | 6,0±0,5  | 9,0±0,5         | 53,5±0,5                                      |
|   | 15 %   | 6,0±0,5                                    | 9,5±0,5 | 4,0±0,5     | 2,0±0,5    | 2,0±0,5             | 10,5±0,5      | 6,0±0,5  | 6,0±0,5         | 46,0±0,5                                      |
| Мука ржанопшеничная + сахаросодержащий порошок из картофеля (СПК)     | 5 %  | 9,5±0,5                                    | 9,5±0,5 | 4,5±0,5     | 4,0±0,5    | 4,0±0,5             | 14,0±0,5      | 12,0±0,5 | 12,0±0,5        | 69,5±0,5                                      |
|   | 10 %   | 9,5±0,5                                    | 9,5±0,5 | 4,5±0,5     | 5,0±0,5    | 5,0±0,5             | 17,5±0,5      | 15,0±0,5 | 15,0±0,5        | 81,0±0,5                                      |
|   | 15 %   | 9,5±0,5                                    | 9,5±0,5 | 4,5±0,5     | 5,0±0,5    | 5,0±0,5             | 17,5±0,5      | 15,0±0,5 | 15,0±0,5        | 81,0±0,5                                      |
| Мука ржанопшеничная + сахаросодержащий                                | 5 %  | 9,5±0,5                                    | 9,5±0,5 | 4,5±0,5     | 4,0±0,5    | 4,0±0,5             | 14,±0,5       | 12,0±0,5 | 12,0±0,5        | 69,5±0,5                                      |
|   | 10 %   | 9,5±0,5                                    | 9,5±0,5 | 4,5±0,5     | 4,5±0,5    | 4,5±0,5             | 17,5±0,5      | 15,0±0,5 | 15,0±0,5        | 80,0±0,5                                      |

|  |      |         |         |         |         |         |          |          |          |          |
|--|------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|
| порошок из картофеля с ржаной мукой (СПКрж)  | 15 % | 9,5±0,5 | 9,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,5±0,5 | 17,5±0,5 | 15,0±0,5 | 15,0±0,5 | 80,0±0,5 |
| Мука ржано-пшеничная + сахаросодержащий порошок из картофеля с пшеничной мукой (СПКпш) | 5 %  | 9,5±0,5 | 9,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,0±0,5 | 4,0±0,5 | 14,0±0,5 | 12,0±0,5 | 12,0±0,5 | 69,5±0,5 |
|  | 10 % | 9,5±0,5 | 9,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,5±0,5 | 17,5±0,5 | 15,0±0,5 | 15,0±0,5 | 80,0±0,5 |
|  | 15 % | 9,5±0,5 | 9,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,5±0,5 | 17,5±0,5 | 15,0±0,5 | 15,0±0,5 | 80,0±0,5 |
| Мука ржано-пшеничная + порошок пищевой свекловичный (ППС)                              | 5 %  | 9,5±0,5 | 9,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,5±0,5 | 14,0±0,5 | 12,0±0,5 | 12,0±0,5 | 70,5±0,5 |
|  | 10 % | 9,5±0,5 | 9,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,0±0,5 | 14,0±0,5 | 9,0±0,5  | 12,0±0,5 | 67,0±0,5 |
|  | 15 % | 8,0±0,5 | 8,0±0,5 | 4,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,0±0,5 | 10,5±0,5 | 9,0±0,5  | 9,0±0,5  | 57,5±0,5 |
| Мука ржано-пшеничная + порошок пищевой свекловичный экструдированный (ППСЭ)            | 5 %  | 9,5±0,5 | 9,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,5±0,5 | 14,0±0,5 | 12,0±0,5 | 15,0±0,5 | 73,5±0,5 |
|  | 10 % | 9,5±0,5 | 9,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,5±0,5 | 14,0±0,5 | 12,0±0,5 | 15,0±0,5 | 73,5±0,5 |
|  | 15 % | 9,5±0,5 | 9,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,5±0,5 | 14,0±0,5 | 12,0±0,5 | 15,0±0,5 | 73,5±0,5 |
| Мука ржано-пшеничная + заварка из муки ячменной  | 5 %  | 9,5±0,5 | 9,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,5±0,5 | 17,5±0,5 | 15,0±0,5 | 15,0±0,5 | 80,0±0,5 |
|  | 10 % | 9,5±0,5 | 9,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,5±0,5 | 14,0±0,5 | 12,0±0,5 | 12,0±0,5 | 70,5±0,5 |
|  | 15 % | 9,5±0,5 | 9,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,5±0,5 | 14,0±0,5 | 12,0±0,5 | 12,0±0,5 | 70,5±0,5 |
| Мука ржано-пшеничная + заварка из муки рисовой   | 5 %  | 9,5±0,5 | 9,5±0,5 | 4,5±0,5 | 3,0±0,5 | 3,0±0,5 | 17,5±0,5 | 15,0±0,5 | 15,0±0,5 | 77,0±0,5 |
|  | 10 % | 9,5±0,5 | 9,5±0,5 | 4,5±0,5 | 3,0±0,5 | 3,0±0,5 | 17,5±0,5 | 15,0±0,5 | 12,0±0,5 | 74,0±0,5 |
|  | 15 % | 9,5±0,5 | 9,5±0,5 | 4,5±0,5 | 2,0±0,5 | 2,0±0,5 | 17,5±0,5 | 15,0±0,5 | 12,0±0,5 | 72,0±0,5 |
| Мука ржано-пшеничная + заварка из муки гречневой                                       | 5 %  | 9,5±0,5 | 9,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,5±0,5 | 14,0±0,5 | 12,0±0,5 | 12,0±0,5 | 70,5±0,5 |
|  | 10 % | 9,5±0,5 | 9,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,5±0,5 | 17,5±0,5 | 15,0±0,5 | 12,0±0,5 | 77,0±0,5 |
|  | 15 % | 9,5±0,5 | 9,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,5±0,5 | 17,5±0,5 | 15,0±0,5 | 12,0±0,5 | 77,0±0,5 |
| Мука ржано-пшеничная +   | 5 %  | 9,5±0,5 | 9,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,5±0,5 | 14,0±0,5 | 12,0±0,5 | 12,0±0,5 | 70,5±0,5 |
|  | 10 % | 9,5±0,5 | 9,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,5±0,5 | 17,5±0,5 | 15,0±0,5 | 12,0±0,5 | 77,0±0,5 |

|  |      |         |         |         |         |         |          |          |          |          |
|--|------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|
| заварка из<br>муки<br>пшеничной                                  |      |         | 0,5     | ,5      | 0,5     | 5       | 0,5      | 0,5      | 0,5      |          |
|  | 15 % | 9,5±0,5 | 9,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,5±0,5 | 17,5±0,5 | 15,0±0,5 | 12,0±0,5 | 77,0±0,5 |
| Мука<br>ржано-<br>пшенична<br>я +<br>семена<br>кунжута           | 5 %  | 9,5±0,5 | 9,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,0±0,5 | 4,0±0,5 | 14,0±0,5 | 12,0±0,5 | 12,0±0,5 | 69,5±0,5 |
|  | 10 % | 9,5±0,5 | 9,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,0±0,5 | 4,0±0,5 | 14,0±0,5 | 15,0±0,5 | 12,0±0,5 | 72,5±0,5 |
|  | 15 % | 9,5±0,5 | 9,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,0±0,5 | 4,0±0,5 | 14,0±0,5 | 9,0±0,5  | 12,0±0,5 | 66,5±0,5 |
| Мука<br>ржано-<br>пшенична<br>я +<br>семена<br>подсолне<br>чника | 5 %  | 9,5±0,5 | 9,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,0±0,5 | 4,0±0,5 | 14,0±0,5 | 12,0±0,5 | 12,0±0,5 | 69,5±0,5 |
|  | 10 % | 9,5±0,5 | 9,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,0±0,5 | 4,0±0,5 | 14,0±0,5 | 15,0±0,5 | 15,0±0,5 | 75,5±0,5 |
|  | 15 % | 9,0±0,5 | 9,5±0,5 | 4,5±0,5 | 4,0±0,5 | 4,0±0,5 | 14,0±0,5 | 15,0±0,5 | 15,0±0,5 | 75,0±0,5 |

## ПРИЛОЖЕНИЕ 15

**План эксперимента и средние значения результатов эксперимента влияния числа падения ржаной муки, содержания клейковины в пшеничной муке, количества ржаной муки в ржано-пшеничной смеси, массовой доли влаги в тесте и его начальной кислотности на технологический процесс и качество хлебобулочной продукции из ржано-пшеничной муки**

| Номер опыта | Кодированные значения факторов |      |      |      |      |      |      |     |      |     | Рабочая матрица эксперимента |   |   |                                | Средние значения результатов эксперимента                  |   |  |                                     |
|-------------|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|-----|------|-----|------------------------------|---|---|--------------------------------|--|---|--|-------------------------------------|
|             | -1,0                           | -1,0 | -1,0 | -1,0 | 1,0  | 1,0  | 1,0  | 1,0 | 1,0  | 1,0 | число падения ржаной муки, с | содержание клейковины в пшеничной муке, % | количество ржаной муки в ржано-пшеничной смеси, % | массовая доля влаги в тесте, % | начальная кислотность теста из ржано-пшеничной смеси, град | Продолжительность брожения, мин, Y <sub>1</sub> | Продолжительность расстойки, мин, Y <sub>2</sub> | Пористость хлеба, %, Y <sub>3</sub> |
| 1           | -1,0                           | -1,0 | -1,0 | -1,0 | 1,0  | 1,0  | 1,0  | 1,0 | 1,0  | 1,0 | 100                          | 23  | 50  | 48                             | 9  | 0   | 90   | 59,3                                |
| 2           | -1,0                           | -1,0 | -1,0 | 1,0  | -1,0 | 1,0  | -1,0 | 1,0 | -1,0 | 1,0 | 100                          | 23  | 50  | 52                             | 5  | 250   | 33   | 65,2                                |
| 3           | -1,0                           | -1,0 | 1,0  | -1,0 | -1,0 | 1,0  | -1,0 | 1,0 | -1,0 | 1,0 | 100                          | 23  | 100   | 48                             | 5  | 253   | 45   | 52,5                                |
| 4           | -1,0                           | -1,0 | 1,0  | 1,0  | 1,0  | 1,0  | 1,0  | 1,0 | 1,0  | 1,0 | 100                          | 23  | 100   | 52                             | 9  | 0   | 73   | 52,4                                |
| 5           | -1,0                           | 1,0  | -1,0 | -1,0 | -1,0 | -1,0 | -1,0 | 1,0 | -1,0 | 1,0 | 100                          | 30  | 50  | 48                             | 5  | 240   | 43   | 71                                  |
| 6           | -1,0                           | 1,0  | -1,0 | 1,0  | 1,0  | 1,0  | 1,0  | 1,0 | 1,0  | 1,0 | 100                          | 30  | 50  | 52                             | 9  | 0   | 58   | 64                                  |
| 7           | -1,0                           | 1,0  | 1,0  | -1,0 | 1,0  | -1,0 | 1,0  | 1,0 | -1,0 | 1,0 | 100                          | 30  | 100   | 48                             | 9  | 0   | 100  | 42,6                                |
| 8           | -1,0                           | 1,0  | 1,0  | 1,0  | 1,0  | -1,0 | -1,0 | 1,0 | -1,0 | 1,0 | 100                          | 30  | 100   | 52                             | 5  | 248   | 36   | 34                                  |
| 9           | 1,0                            | -1,0 | -1,0 | -1,0 | -1,0 | -1,0 | -1,0 | 1,0 | -1,0 | 1,0 | 200                          | 23  | 50  | 48                             | 5  | 256   | 65   | 65,5                                |
| 10          | 1,0                            | -1,0 | -1,0 | 1,0  | 1,0  | 1,0  | 1,0  | 1,0 | 1,0  | 1,0 | 200                          | 23  | 50  | 52                             | 9  | 0   | 55   | 62,1                                |
| 11          | 1,0                            | -1,0 | 1,0  | -1,0 | 1,0  | -1,0 | 1,0  | 1,0 | -1,0 | 1,0 | 200                          | 23  | 100   | 48                             | 9  | 0   | 102  | 46,9                                |
| 12          | 1,0                            | -1,0 | 1,0  | 1,0  | 1,0  | 1,0  | -1,0 | 1,0 | -1,0 | 1,0 | 200                          | 23  | 100   | 52                             | 5  | 262   | 37   | 54,8                                |
| 13          | 1,0                            | 1,0  | -1,0 | -1,0 | 1,0  | -1,0 | 1,0  | 1,0 | 1,0  | 1,0 | 200                          | 30  | 50  | 48                             | 9  | 0   | 95   | 54                                  |
| 14          | 1,0                            | 1,0  | -1,0 | 1,0  | -1,0 | 1,0  | -1,0 | 1,0 | -1,0 | 1,0 | 200                          | 30  | 50  | 52                             | 5  | 280   | 52   | 64,4                                |
| 15          | 1,0                            | 1,0  | 1,0  | -1,0 | -1,0 | -1,0 | -1,0 | 1,0 | -1,0 | 1,0 | 200                          | 30  | 100   | 48                             | 5  | 283   | 50   | 56                                  |
| 16          | 1,0                            | 1,0  | 1,0  | 1,0  | 1,0  | 1,0  | 1,0  | 1,0 | 1,0  | 1,0 | 200                          | 30  | 100   | 52                             | 9  | 0   | 105  | 52,8                                |
| 17          | -2,0                           | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0 | 0,0  | 0,0 | 50                           | 26,5                                      | 75  | 50                             | 7  | 90  | 34   | 63,2                                |
| 18          | 2,0                            | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0 | 0,0  | 0,0 | 250                          | 26,5                                      | 75  | 50                             | 7  | 250   | 40   | 65                                  |
| 19          | 0,0                            | -2,0 | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0 | 0,0  | 0,0 | 150                          | 19,5                                      | 75  | 50                             | 7  | 90  | 28   | 62,7                                |
| 20          | 0,0                            | 2,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0 | 0,0  | 0,0 | 150                          | 33,5                                      | 75  | 50                             | 7  | 92  | 47   | 56,4                                |
| 21          | 0,0                            | 0,0  | -2,0 | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0 | 0,0  | 0,0 | 150                          | 26,5                                      | 25  | 50                             | 7  | 80  | 30   | 70,6                                |
| 22          | 0,0                            | 0,0  | 2,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0 | 0,0  | 0,0 | 150                          | 26,5                                      | 125   | 50                             | 7  | 93  | 40   | 53,7                                |
| 23          | 0,0                            | 0,0  | 0,0  | -2,0 | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0 | 0,0  | 0,0 | 150                          | 26,5                                      | 75  | 46                             | 7  | 83  | 85   | 47,6                                |
| 24          | 0,0                            | 0,0  | 0,0  | 2,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0 | 0,0  | 0,0 | 150                          | 26,5                                      | 75  | 54                             | 7  | 90  | 30   | 58,4                                |
| 25          | 0,0                            | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | -2,0 | 0,0 | 0,0  | 0,0 | 150                          | 26,5                                      | 75  | 50                             | 3  | 250   | 48   | 63,3                                |
| 26          | 0,0                            | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0 | 0,0  | 0,0 | 150                          | 26,5                                      | 75  | 50                             | 11   | 0   | 69   | 58,9                                |
| 27          | 0,0                            | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0 | 0,0  | 0,0 | 150                          | 26,5                                      | 75  | 50                             | 7  | 87  | 42   | 64,3                                |



## ПРИЛОЖЕНИЕ 16

**Экспериментальные данные для определения оптимальной дозировки  
прессованных дрожжей для ускоренного способа производства  
хлебобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки**

|                                    |                 |                 |                 |                 |                    |                    |                    |                    |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                    |                    |
|------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|
| Варианты                           | 1               | 2               | 3               | 4               | 5                  | 6                  | 7                  | 8                  | 9               | 10              | 11              | 12              | 13              | 14              | 15                 | 16                 |
|                                    | 50<br>:5<br>0   | 50<br>:5<br>0   | 10<br>0:<br>0   | 10<br>0:<br>0   | 50<br>:5<br>0      | 50<br>:5<br>0      | 10<br>0:<br>0      | 10<br>0:<br>0      | 50:<br>50<br>B= | 100<br>:0<br>B= | 75<br>:2<br>5   | 75<br>:2<br>5   | 75:<br>25<br>B= | 75<br>:2<br>5   | 75<br>:2<br>5      | 75<br>:2<br>5      |
| Показатели                         | V=              | V=              | V=              | V=              | V                  | V                  | V                  | V                  | 50              | 50              | B=              | B=              | 50              | B=              | B                  | B                  |
|                                    | 48<br>Д=<br>0,5 | 52<br>Д=<br>0,5 | 48<br>Д=<br>0,5 | 52<br>Д=<br>0,5 | =4<br>8<br>Д<br>=3 | =5<br>2<br>Д<br>=3 | =4<br>8<br>Д<br>=3 | =5<br>2<br>Д<br>=3 | Д=<br>1,7<br>5  | Д=<br>1,7<br>5  | 52<br>Д=<br>0,5 | 48<br>Д=<br>0,5 | Д=<br>1,7<br>5  | 50<br>Д=<br>0,5 | =5<br>0<br>Д<br>=3 | =5<br>2<br>Д<br>=3 |
| Продолжительность брожения, мин    | 0               | 91              | 71              | 103             | 69                 | 96                 | 110                | 111                | 99              | 133             | 168             | 128             | 127             | 67              | 65                 | 102                |
| Продолжительность расстойки, мин   | 81              | 49              | 61              | 53              | 27                 | 26                 | 37                 | 35                 | 37              | 45              | 43              | 53              | 62              | 65              | 26                 | 28                 |
| Пористость, %                      | 51,6            | 62,2            | 45,01           | 54,6            | 58,3               | 64,3               | 49,1               | 56,1               | 60,1            | 52,5            | 60,3            | 50,6            | 49,2            | 51,3            | 55,3               | 57,8               |
| Удельный объем, см <sup>3</sup> /г | 1,54            | 2,01            | 1,46            | 1,76            | 1,94               | 2,05               | 1,66               | 1,90               | 1,95            | 1,66            | 1,94            | 1,72            | 1,68            | 1,78            | 1,82               | 1,84               |

Примечание. В – влажность теста, %; К – дозировка лимонной кислоты, %; Д – дозировка прессованных дрожжей, %

Балловая оценка хлебобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки для определения оптимальной дозировки прессованных дрожжей для ускоренного способа производства хлебобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки

| Варианты | Показатель качества изделия                |          |             |            |                     |               |          |                 | Сумма баллов с учетом коэффициентов весомости |
|----------|--|----------|-------------|------------|---------------------|---------------|----------|-----------------|---|
|          | Форма изделия, состояние поверхности корки | Окраска  | Цвет мякиша | Пористость | Эластичность мякиша | Аромат, запах | Вкус     | Разжевываемость |   |
|          | Коэффициенты весомости показателей         |          |             |            |                     |               |          |                 |   |
|          | 2  | 2        | 1           | 1          | 1                   | 3,5           | 3        | 3               |   |
| 1        | 6,0±0,5                                    | 8,0±0,5  | 4,0±0,5     | 4,0±0,5    | 5,0±0,5             | 14,0±0,5      | 12,0±0,5 | 15,0±0,5        | 68  |
| 2        | 10,0±0,5                                   | 16,0±0,5 | 4,0±0,5     | 5,0±0,5    | 5,0±0,5             | 14,0±0,5      | 12,0±0,5 | 15,0±0,5        | 81  |
| 3        | 9,0±0,5                                    | 16,0     | 4,0±        | 4,0±0,5    | 5,0±0,5             | 14,0          | 12,0     | 15,0±0,5        | 79  |

|    |         |              |             |         |         |              |              |          |    |
|----|---------|--------------|-------------|---------|---------|--------------|--------------|----------|----|
|    |         | ±0,5         | 0,5         |         |         | ±0,5         | ±0,5         |          |    |
| 4  | 8,0±0,5 | 16,0<br>±0,5 | 4,0±<br>0,5 | 4,0±0,5 | 5,0±0,5 | 14,0<br>±0,5 | 12,0<br>±0,5 | 15,0±0,5 | 78 |
| 5  | 6,0±0,5 | 16,0<br>±0,5 | 4,0±<br>0,5 | 4,0±0,5 | 5,0±0,5 | 14,0<br>±0,5 | 12,0<br>±0,5 | 12,0±0,5 | 73 |
| 6  | 6,0±0,5 | 16,0<br>±0,5 | 4,0±<br>0,5 | 4,0±0,5 | 5,0±0,5 | 14,0<br>±0,5 | 12,0<br>±0,5 | 12,0±0,5 | 73 |
| 7  | 6,0±0,5 | 16,0<br>±0,5 | 4,0±<br>0,5 | 4,0±0,5 | 5,0±0,5 | 14,0<br>±0,5 | 12,0<br>±0,5 | 12,0±0,5 | 73 |
| 8  | 6,0±0,5 | 16,0<br>±0,5 | 4,0±<br>0,5 | 4,0±0,5 | 5,0±0,5 | 14,0<br>±0,5 | 12,0<br>±0,5 | 12,0±0,5 | 73 |
| 9  | 7,0±0,5 | 16,0<br>±0,5 | 4,0±<br>0,5 | 4,0±0,5 | 5,0±0,5 | 14,0<br>±0,5 | 12,0<br>±0,5 | 12,0±0,5 | 74 |
| 10 | 7,0±0,5 | 16,0<br>±0,5 | 4,0±<br>0,5 | 4,0±0,5 | 5,0±0,5 | 14,0<br>±0,5 | 12,0<br>±0,5 | 12,0±0,5 | 74 |
| 11 | 7,0±0,5 | 16,0<br>±0,5 | 4,0±<br>0,5 | 4,0±0,5 | 5,0±0,5 | 14,0<br>±0,5 | 12,0<br>±0,5 | 12,0±0,5 | 74 |
| 12 | 8,0±0,5 | 16,0<br>±0,5 | 4,0±<br>0,5 | 4,0±0,5 | 5,0±0,5 | 14,0<br>±0,5 | 12,0<br>±0,5 | 12,0±0,5 | 75 |
| 13 | 7,0±0,5 | 16,0<br>±0,5 | 4,0±<br>0,5 | 4,0±0,5 | 5,0±0,5 | 14,0<br>±0,5 | 12,0<br>±0,5 | 12,0±0,5 | 74 |
| 14 | 9,0±0,5 | 16,0<br>±0,5 | 4,0±<br>0,5 | 5,0±0,5 | 5,0±0,5 | 14,0<br>±0,5 | 12,0<br>±0,5 | 12,0±0,5 | 77 |
| 15 | 8,0±0,5 | 16,0<br>±0,5 | 4,0±<br>0,5 | 4,0±0,5 | 5,0±0,5 | 14,0<br>±0,5 | 12,0<br>±0,5 | 12,0±0,5 | 75 |
| 16 | 6,0±0,5 | 16,0<br>±0,5 | 4,0±<br>0,5 | 4,0±0,5 | 5,0±0,5 | 14,0<br>±0,5 | 12,0<br>±0,5 | 12,0±0,5 | 73 |

## ПРИЛОЖЕНИЕ 17

### Уравнения регрессии для зависимостей свойств теста и качества хлебобулочных изделий, приготовленных ускоренным способом и их статистический анализ

#### *Для жидкого подкислителя*

$Y_1$  (предельное напряжение сдвига теста после замеса)

$$190X_1 + 140X_2 + 160X_3 - 157,5X_1X_2 + 225X_1X_3 - 292,5X_2X_3 + (-112,5)X_1X_2(X_1 - X_2) + (-405)X_1X_3(X_1 - X_3) + (-157,5)X_2X_3(X_2 - X_3) + (-495)X_1X_2X_3$$

$Y_2$  (предельное напряжение сдвига теста в конце брожения)

$$160X_1 + 140X_2 + 140X_3 - 135X_1X_2 + 202,5X_2X_3 + (-180)X_1X_2(X_1 - X_2) + (-315)X_1X_3(X_1 - X_3) + (-67,5)X_2X_3(X_2 - X_3) + (-382,5)X_1X_2X_3$$

$$Y_3 \text{ (удельный объем хлеба)} = 2,28X_1 + 2,45X_2 + 2,24X_3 + 0,09X_1X_2 - 0,495X_1X_3 - 0,855X_2X_3 + 0,045X_1X_2(X_1 - X_2) - 1,17X_1X_3(X_1 - X_3) - 2,16X_2X_3(X_2 - X_3) - 0,36X_1X_2X_3$$

$$Y_4 \text{ (пористость)} = 67,5X_1 + 66,9X_2 + 68,2X_3 + 9,225X_1X_2 - 7,425X_1X_3 + 3,15X_2X_3 - 33,075X_1X_2(X_1 - X_2) - 17,325X_1X_3(X_1 - X_3) - 5,85X_2X_3(X_2 - X_3) + 38,25X_1X_2X_3$$

$$Y_5 \text{ (органолептические показатели)} = 73X_1 + 96X_2 + 71X_3 - 12,375X_1X_2 + 32,625X_1X_3 - 56,25X_2X_3 - 79,875X_1X_2(X_1 - X_2) + 59,625X_1X_3(X_1 - X_3) - 56,25X_2X_3(X_2 - X_3) + 472,5X_1X_2X_3$$

Соответствующие расчеты дали следующие расчетные значения критерия Кохрена для смесей нативной молочной сыворотки, органических кислот и концентрата квасного сула:  $G_{\text{ПРЕДЕЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ СДВИГА ТЕСТА ПОСЛЕ ЗАМЕСА}} = 0,4217$ ,  $G_{\text{ПРЕДЕЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ СДВИГА ТЕСТА В КОНЦЕ БРОЖЕНИЯ}} = 0,3742$ ,  $G_{\text{УДЕЛЬНЫЙ ОБЪЕМ}} = 0,4318$ ,  $G_{\text{ПОРИСТОСТЬ}} = 0,5790$ ,  $G_{\text{ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ}} = 0,3679$ .

Табличное значение критерия Кохрена  $G_{(0,05;10;1)} = 0,6020$ , т.к. расчетные значения меньше табличного, выполненная проверка показала, что процесс воспроизводим. Известно, что в этом случае наилучшей оценкой дисперсии  $S_Y^2$  является средняя арифметическая из дисперсий в точках.

Ошибка воспроизводимости  $S_Y^2$  при числе степеней свободы  $f=10$  для предельного напряжения сдвига теста после замеса 36,7, предельного напряжения сдвига теста в конце брожения – 36,55, удельного объема хлеба – 0,0238, пористости – 0,8, органолептической оценки – 2,0054.

Адекватность уравнений проверялась по критерию Стьюдента. Ошибка предсказания выходной переменной в зависимости от расположения контрольной точки на симплексе  $\xi$  определялась по контурным картам изолиний для симплекс-решетчатых планов третьего порядка. Для проверки адекватности уравнений была использована точка 10 ( $X_1=X_2=X_3=1/3$ ). В таблице 1 сведены результаты проверки адекватности полученных уравнений.

Для всех контрольных точек откликов значения t-критерия для уровня значимости  $p=0,05$  меньше табличного, следовательно, полученные уравнения можно считать адекватными.

Таблица 1 – Статистический анализ полученных уравнений регрессии

| Обозначение отклика | $U_{CP}$ | $\hat{Y}_{PACЧ}$ | $\Delta y$ | $\xi$ | Критерий Стьюдента расчетный $t_p$ | Критерий Стьюдента табличный $t_{0,05;10}$ |
|---------------------|----------|------------------|------------|-------|------------------------------------|--|
| $Y_1$               | 230      | 238              | 8,0        | 0,7   | 2,17                               | 2,23                                       |
| $Y_2$               | 190      | 188,2            | 1,8        | 0,7   | 2,41                               | 2,23                                       |
| $Y_3$               | 2,28     | 1,82             | 0,46       | 0,7   | 0,18                               | 2,23                                       |
| $Y_4$               | 68,9     | 57,1             | 11,8       | 0,7   | 2,15                               | 2,23                                       |

|       |      |      |     |     |      |      |
|-------|------|------|-----|-----|------|------|
| $y_5$ | 71,0 | 72,2 | 1,2 | 0,7 | 0,16 | 2,23 |
|-------|------|------|-----|-----|------|------|

**Для порошкообразного подкислителя (порошок брусники, сухая молочная сыворотка, лимонная кислота)**

$$Y_1 \text{ (предельное напряжение сдвига теста после замеса)} = 150X_1 + 160X_2 + 130X_3 - 180X_1X_2 + 22,5X_1X_3 - 22,5X_2X_3 + 225X_1X_2(X_1 - X_2) + 22,5X_1X_3(X_1 - X_3) - 67,5X_2X_3(X_2 - X_3) + 360X_1X_2X_3$$

$$Y_2 \text{ (предельное напряжение сдвига теста в конце брожения)} = 140X_1 + 140X_2 + 120X_3 - 157,5X_1X_2 - 45X_2X_3 + 337X_1X_2(X_1 - X_2) + 90X_1X_3(X_1 - X_3) - 180X_2X_3(X_2 - X_3) + 247,5X_1X_2X_3$$

$$Y_3 \text{ (удельный объем хлеба)} = 2,27X_1 + 2,27X_2 + 2,05X_3 + 0,135X_1X_2 + 1,35X_1X_3 + 1,78X_2X_3 + 0,81X_1X_2(X_1 - X_2) - 1,31X_1X_3(X_1 - X_3) + 0,52X_2X_3(X_2 - X_3) - 2,14X_1X_2X_3$$

$$Y_4 \text{ (пористость)} = 65,5X_1 + 65,5X_2 + 64,3X_3 + 0,9X_1X_2 + 10,8X_1X_3 + 16,43X_2X_3 + 6,75X_1X_2(X_1 - X_2) - 10,8X_1X_3(X_1 - X_3) + 11,48X_2X_3(X_2 - X_3) - 16,87X_1X_2X_3$$

$$Y_5 \text{ (органолептические показатели)} = 76X_1 + 94X_2 + 62X_3 + 64,13X_1X_2 + 19,13X_1X_3 + 50,63X_2X_3 + 30,38X_1X_2(X_1 - X_2) - 25,88X_1X_3(X_1 - X_3) - 28,13X_2X_3(X_2 - X_3) - 410,63X_1X_2X_3$$

Соответствующие расчеты дали следующие расчетные значения критерия Кохрена для смесей порошка брусники, сухой молочной сыворотки и лимонной кислоты:  $G_{\text{ПРЕДЕЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ СДВИГА ТЕСТА ПОСЛЕ ЗАМЕСА}} = 0,3227$ ,  $G_{\text{ПРЕДЕЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ СДВИГА ТЕСТА В КОНЦЕ БРОЖЕНИЯ}} = 0,3972$ ,  $G_{\text{УДЕЛЬНЫЙ ОБЪЕМ}} = 0,5316$ ,  $G_{\text{ПОРИСТОСТЬ}} = 0,5720$ ,  $G_{\text{ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ}} = 0,5679$ .

Табличное значение критерия Кохрена  $G_{(0,05;10;1)} = 0,6020$ , т.к. расчетные значения меньше табличного, выполненная проверка показала, что процесс воспроизводим. Известно, что в этом случае наилучшей оценкой дисперсии  $S_Y^2$  является средняя арифметическая из дисперсий в точках.

Ошибка воспроизводимости  $S_Y^2$  при числе степеней свободы  $f=10$  для предельного напряжения сдвига теста после замеса 26,7, предельного напряжения сдвига теста в конце брожения – 36,2, удельного объема хлеба – 0,032, пористости – 0,73, органолептической оценки – 2,2.

Адекватность уравнений проверялась по критерию Стьюдента. Ошибка предсказания выходной переменной в зависимости от расположения контрольной точки на симплексе  $\xi$  определялась по контурным картам изолиний для симплекс-решетчатых планов третьего порядка. Для проверки адекватности уравнений была использована точка 10 ( $X_1=X_2=X_3=1/3$ ). В таблице 1 сведены результаты проверки адекватности полученных уравнений.

Для всех контрольных точек откликов значения  $t$ -критерия для уровня значимости  $p=0,05$  меньше табличного, следовательно, полученные уравнения можно считать адекватными.

Таблица 1 – Статистический анализ полученных уравнений регрессии

| Обозначение отклика | $U_{CP}$ | $\hat{Y}_{PACЧ}$ | $\Delta y$ | $\xi$ | Критерий Стьюдента расчетный $t_p$ | Критерий Стьюдента табличный $t_{(0,05;10)}$ |
|---------------------|----------|------------------|------------|-------|------------------------------------|--|
| $y_1$               | 140      | 134              | 6          | 0,7   | 1,76                               | 2,23   |
| $y_2$               | 130      | 124              | 6          | 0,7   | 1,6                                | 2,23   |
| $y_3$               | 2,48     | 2,2              | 0,28       | 0,7   | 0,9                                | 2,23   |
| $y_4$               | 67,5     | 65,4             | 2,1        | 0,7   | 2,1                                | 2,23   |
| $y_5$               | 86       | 83,2             | 2,8        | 0,7   | 2,3                                | 2,23   |

**Для порошкообразного подкислителя (порошок яблок, клюквы, рябины и калины) и их статистический анализ**

$$Y_1 \text{ (предельное напряжение сдвига теста после замеса)} = 140X_1 + 205X_2 + 200X_3 + 165X_4 + 11,25X_1X_2 + 11,25X_1X_3 - 11,25X_1X_4 - 33,75X_2X_4 - 22,5X_3X_4 + 78,75X_1X_2(X_1 - X_2) + 168,75X_1X_3(X_1 - X_3) + 58,25X_1X_4(X_1 - X_4) - 45X_2X_3(X_2 - X_3) + 11,25X_2X_4(X_2 - X_4) - 45X_3X_4(X_3 - X_4) - 112,5X_1X_2X_3 + 236,25X_1X_2X_4 + 112,5X_1X_3X_4 + 168,75X_2X_3X_4$$

$$Y_2 \text{ (предельное напряжение сдвига теста в конце брожения)} = 180X_1 + 260X_2 + 260X_3 + 200X_4 + 45X_1X_2(X_1 - X_2) + 45X_1X_3(X_1 - X_3) + 45X_1X_4(X_1 - X_4) - 90X_1X_2X_3 - 90X_1X_2X_4 - 90X_1X_3X_4$$

$$Y_3 \text{ (удельный объем хлеба)} = 1,77X_1 + 1,67X_2 + 1,96X_3 + 1,94X_4 + 0,02X_1X_2 + 0,05X_1X_4 + 0,29X_2X_4 + 0,33X_2X_4 + 0,11X_3X_4 - 0,02X_1X_2(X_1 - X_2) - 0,045X_1X_3(X_1 - X_3) - 0,23X_1X_4(X_1 - X_4) + 0,92X_2X_3(X_2 - X_3) + 0,87X_2X_4(X_2 - X_4) - 0,11X_3X_4(X_3 - X_4) - 0,95X_1X_2X_3 - 1,3X_1X_2X_4 - 0,74X_1X_3X_4 - 1,86X_2X_3X_4$$

$$Y_4 \text{ (пористость)} = 52,8X_1 + 58,6X_2 + 54X_3 + 59,2X_4 - 0,68X_1X_2 + 0,9X_1X_3 + 0,68X_1X_4 + 0,23X_2X_4 - 0,9X_2X_4 - 1,13X_3X_4 + 0,23X_1X_2(X_1 - X_2) - 4,05X_1X_3(X_1 - X_3) - 1,25X_1X_4(X_1 - X_4) - 0,23X_2X_3(X_2 - X_3) + 2,7X_2X_4(X_2 - X_4) - 1,58X_3X_4(X_3 - X_4) + 3,15X_1X_2X_3 - 27,456X_1X_2X_4 + 9,9X_1X_3X_4 + 0,9X_2X_3X_4$$

$$Y_5 \text{ (содержание бисульфитсвязывающих соединений)} = 1,3X_1 + 1,8X_2 + 1X_3 + 1,8X_4 + 0,45X_1X_2(X_1 - X_2) - 0,45X_1X_4(X_1 - X_4) - 0,45X_2X_3(X_2 - X_3) + 0,45X_3X_4(X_3 - X_4) + 0,9X_1X_2X_3 + 0,9X_1X_2X_4 + 1,8X_1X_3X_4 + 0,9X_2X_3X_4$$

Соответствующие расчеты дали следующие расчетные значения критерия Кохрена для смесей порошка яблок, клюквы, рябины и калины и лимонной кислоты:  $G_{\text{ПРЕДЕЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ СДВИГА ТЕСТА ПОСЛЕ ЗАМЕСА}} = 0,2382$ ,  $G_{\text{ПРЕДЕЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ СДВИГА ТЕСТА В КОНЦЕ БРОЖЕНИЯ}} = 0,4962$ ,  $G_{\text{УДЕЛЬНЫЙ ОБЪЕМ}} = 0,5511$ ,  $G_{\text{ПОРИСТОСТЬ}} = 0,3712$ ,  $G_{\text{БИСУЛЬФИТСВЯЗЫВАЮЩИЕ СОЕДИНЕНИЯ}} = 0,4669$ .

Табличное значение критерия Кохрена  $G_{(0,05;10;1)} = 0,6020$ , т.к. расчетные значения меньше табличного, выполненная проверка показала, что процесс воспроизводим. Известно, что в этом случае наилучшей оценкой дисперсии  $S_Y^2$  является средняя арифметическая из дисперсий в точках.

Ошибка воспроизводимости  $S_Y^2$  при числе степеней свободы  $f=10$  для предельного напряжения сдвига теста после замеса 26,7, предельного напряжения сдвига теста в конце брожения – 26,3, удельного объема хлеба – 0,42, пористости – 0,06, содержания бисульфитсвязывающих соединений – 1,2.

Адекватность уравнений проверялась по критерию Стьюдента. Ошибка предсказания выходной переменной в зависимости от расположения контрольной точки на симплексе  $\xi$  определялась по контурным картам изолиний для симплекс-решетчатых планов третьего порядка. Для проверки адекватности уравнений была использована точка 10 ( $X_1=X_2=X_3=1/3$ ). В таблице 1 сведены результаты проверки адекватности полученных уравнений.

Для всех контрольных точек откликов значения t-критерия для уровня значимости  $p=0,05$  меньше табличного, следовательно, полученные уравнения можно считать адекватными.

Таблица 1 – Статистический анализ полученных уравнений регрессии

| Обозначение отклика | $Y_{CP}$ | $\hat{Y}_{PAC}$ | $\Delta y$ | $\xi$ | Критерий Стьюдента расчетный $t_p$ | Критерий Стьюдента табличный $t_{(0,05;10)}$ |
|---------------------|----------|-----------------|------------|-------|------------------------------------|--|
| $y_1$               | 180      | 174             | 6          | 0,7   | 1,6                                | 2,23   |
| $y_2$               | 230      | 224             | 6          | 0,7   | 1,6                                | 2,23   |
| $y_3$               | 1,8      | 2,2             | -0,4       | 0,7   | 1,3                                | 2,23   |
| $y_4$               | 55,3     | 55,4            | -0,1       | 0,7   | 1,9                                | 2,23   |
| $y_5$               | 1,4      | 1,7             | -0,3       | 0,7   | 2,1                                | 2,23   |

## ПРИЛОЖЕНИЕ 18

**Протоколы испытаний сыворотки крови белых мышей после внесения в их рацион ржано-пшеничных хлебобучочных изделий из поликомпонентных смесей**

Российская Федерация  
Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору  
(РОССЕЛЬХОЗНАДЗОР)  
Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ВЕТЕРИНАРНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ»  
(ФГБУ ЦНМВЛ)  
Юридический адрес: 111622, г. Москва, ул. Оранжевая, 23, тел./факс (495) 700-01-37  
Фактический адрес: 302016, г. Орёл, Карачевское шоссе, д. 69, 8(4862)70-18-25, orelvetlab2009@yandex.ru  
E-mail: [cnmvl@cnmvl.ru](mailto:cnmvl@cnmvl.ru); сайт: <http://cnmvl.pf>  
ОРЛОВСКАЯ ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

**Протокол испытаний № ДП 397-19 ОВ от 15.03.2019**

При исследовании образца: сыворотка крови белых мышей.  
заказчик: Березина Н.А., Российская Федерация, Орловская обл., г. Орёл, Новосильский пер., д. 2 а, кв.6  
основание для проведения лабораторных исследований: обращение заказчика.  
место отбора проб: Российская Федерация, Орловская обл., г. Орёл, пер. Новосильский, д. 2 а, кв.6  
дата и время отбора проб: 28.02.2019  
сопроводительный документ: заявка на испытания от 28.02.2019 г.  
количество проб: 14 проб  
дата поступления: 28.02.2019  
даты проведения испытаний: 28.02.2019 - 15.03.2019  
получен следующий результат:

Образец: 1 - б/н, группа № 1

| № п/п                             | Наименование показателя | Ед. изм. | Результат испытаний | Погрешность (неопределенность) | Норматив | ИД на метод испытаний  |
|-----------------------------------|-------------------------|----------|---------------------|--------------------------------|----------|--|
| <b>Биохимический анализ крови</b> |                         |          |                     |                                |          |  |
| 1                                 | Глюкоза                 | ммоль/л  | 1,1                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации глюкозы в цельной крови, сыворотке, плазме и моче |
| 2                                 | Калий                   | ммоль/л  | 9,0                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации калия в сыворотке и плазме крови                  |
| 3                                 | Магний                  | ммоль/л  | 0,7                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации магния в сыворотке крови и моче                   |
| 4                                 | Неорганический фосфор   | ммоль/л  | 1,1                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации неорганического фосфора в сыворотке крови         |

Образец: 2 - б/н, группа № 1

| № п/п                             | Наименование показателя | Ед. изм. | Результат испытаний | Погрешность (неопределенность) | Норматив | ИД на метод испытаний  |
|-----------------------------------|-------------------------|----------|---------------------|--------------------------------|----------|--|
| <b>Биохимический анализ крови</b> |                         |          |                     |                                |          |  |
| 1                                 | Глюкоза                 | ммоль/л  | 2,3                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации глюкозы в цельной крови, сыворотке, плазме и моче |
| 2                                 | Калий                   | ммоль/л  | 8,9                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации калия в сыворотке и плазме крови                  |
| 3                                 | Неорганический фосфор   | ммоль/л  | 0,8                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации неорганического фосфора в сыворотке крови         |

Образец: 3 - б/н, группа № 1

| № п/п                             | Наименование показателя        | Ед. изм. | Результат испытаний | Погрешность (неопределенность) | Норматив | ИД на метод испытаний   |
|-----------------------------------|--------------------------------|----------|---------------------|--------------------------------|----------|---|
| <b>Биохимический анализ крови</b> |                                |          |                     |                                |          |   |
| 1                                 | Аланинаминотрансфераза (АЛТ)   | ммоль/л  | 2,9                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения активности аланинаминотрансферазы в сыворотке или плазме крови оптимизированным энзиматическим кинетическим методом   |
| 2                                 | Аспаратамино трансфераза (АСТ) | ммоль/л  | 9,6                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения активности аспаратамино трансферазы в сыворотке или плазме крови оптимизированным энзиматическим кинетическим методом |
| 3                                 | Глюкоза                        | ммоль/л  | 1,6                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации глюкозы в цельной крови, сыворотке, плазме и моче  |

Протокол № ДП 397-19 ОВ от 15.03.2019

Сгенерировано автоматизированной системой «Веста». Идентификатор документа: FD9588E9-3940-40E1-8C3C-8DE17AB9F610

Стр. 1 из 5



|   |                       |         |     |   |   |  |
|---|-----------------------|---------|-----|---|---|--|
| 4 | Калий                 | ммоль/л | 9,1 | - | - | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации калия в сыворотке и плазме крови          |
| 5 | Магний                | ммоль/л | 0,4 | - | - | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации магния в сыворотке крови и моче           |
| 6 | Неорганический фосфор | ммоль/л | 1,0 | - | - | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации неорганического фосфора в сыворотке крови |

Образец: 4 - б/н, группа № 2

| № п/п                             | Наименование показателя | Ед. изм. | Результат испытаний | Погрешность (неопределенность) | Норматив | ИД на метод испытаний  |
|-----------------------------------|-------------------------|----------|---------------------|--------------------------------|----------|--|
| <b>Биохимический анализ крови</b> |                         |          |                     |                                |          |  |
| 1                                 | Глюкоза                 | ммоль/л  | 0,5                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации глюкозы в цельной крови, сыворотке, плазме и моче |
| 2                                 | Калий                   | ммоль/л  | 8,9                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации калия в сыворотке и плазме крови                  |
| 3                                 | Магний                  | ммоль/л  | 0,2                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации магния в сыворотке крови и моче                   |

Образец: 5 - б/н, группа № 2

| № п/п                             | Наименование показателя | Ед. изм. | Результат испытаний | Погрешность (неопределенность) | Норматив | ИД на метод испытаний  |
|-----------------------------------|-------------------------|----------|---------------------|--------------------------------|----------|--|
| <b>Биохимический анализ крови</b> |                         |          |                     |                                |          |  |
| 1                                 | Глюкоза                 | ммоль/л  | 1,4                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации глюкозы в цельной крови, сыворотке, плазме и моче |
| 2                                 | Калий                   | ммоль/л  | 9,0                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации калия в сыворотке и плазме крови                  |
| 3                                 | Магний                  | ммоль/л  | 0,7                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации магния в сыворотке крови и моче                   |
| 4                                 | Неорганический фосфор   | ммоль/л  | 0,9                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации неорганического фосфора в сыворотке крови         |

Образец: 6 - б/н, группа № 2

| № п/п                             | Наименование показателя       | Ед. изм. | Результат испытаний | Погрешность (неопределенность) | Норматив | ИД на метод испытаний  |
|-----------------------------------|-------------------------------|----------|---------------------|--------------------------------|----------|--|
| <b>Биохимический анализ крови</b> |                               |          |                     |                                |          |  |
| 1                                 | Аланинаминотрансфераза (АЛТ)  | ммоль/л  | 3,5                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения активности аланинаминотрансферазы в сыворотке или плазме крови оптимизированным энзиматическим кинетическим методом  |
| 2                                 | Аспаратаминотрансфераза (АСТ) | ммоль/л  | 8,0                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения активности аспаратаминотрансферазы в сыворотке или плазме крови оптимизированным энзиматическим кинетическим методом |
| 3                                 | Глюкоза                       | ммоль/л  | 1,1                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации глюкозы в цельной крови, сыворотке, плазме и моче   |
| 4                                 | Калий                         | ммоль/л  | 9,0                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации калия в сыворотке и плазме крови  |
| 5                                 | Магний                        | ммоль/л  | 0,2                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации магния в сыворотке крови и моче   |
| 6                                 | Неорганический фосфор         | ммоль/л  | 1,4                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации неорганического фосфора в сыворотке крови   |

Образец: 7 - б/н, группа № 3

| № п/п                             | Наименование показателя | Ед. изм. | Результат испытаний | Погрешность (неопределенность) | Норматив | ИД на метод испытаний  |
|-----------------------------------|-------------------------|----------|---------------------|--------------------------------|----------|--|
| <b>Биохимический анализ крови</b> |                         |          |                     |                                |          |  |
| 1                                 | Глюкоза                 | ммоль/л  | 0,7                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации глюкозы в цельной крови, сыворотке, плазме и моче |
| 2                                 | Калий                   | ммоль/л  | 8,8                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации калия в сыворотке и плазме крови                  |



|   |                       |         |     |   |   |  |
|---|-----------------------|---------|-----|---|---|--|
| 3 | Магний                | ммоль/л | 0,3 | - | - | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации магния в сыворотке крови и моче           |
| 4 | Неорганический фосфор | ммоль/л | 3,0 | - | - | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации неорганического фосфора в сыворотке крови |

Образец: 8 - б/н, группа № 3

| № п/п                             | Наименование показателя       | Ед. изм. | Результат испытаний | Погрешность (неопределенность) | Норматив | ИД на метод испытаний  |
|-----------------------------------|-------------------------------|----------|---------------------|--------------------------------|----------|--|
| <b>Биохимический анализ крови</b> |                               |          |                     |                                |          |  |
| 1                                 | Аланинаминотрансфераза (АЛТ)  | ммоль/л  | 3,0                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения активности аланинаминотрансферазы в сыворотке или плазме крови оптимизированным энзиматическим кинетическим методом  |
| 2                                 | Аспаратаминотрансфераза (АСТ) | ммоль/л  | 11,1                | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения активности аспаратаминотрансферазы в сыворотке или плазме крови оптимизированным энзиматическим кинетическим методом |
| 3                                 | Глюкоза                       | ммоль/л  | 0,9                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации глюкозы в цельной крови, сыворотке, плазме и моче   |
| 4                                 | Калий                         | ммоль/л  | 8,9                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации калия в сыворотке и плазме крови  |
| 5                                 | Магний                        | ммоль/л  | 0,4                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации магния в сыворотке крови и моче   |
| 6                                 | Неорганический фосфор         | ммоль/л  | 1,8                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации неорганического фосфора в сыворотке крови   |

Образец: 9 - б/н, группа № 4

| № п/п                             | Наименование показателя | Ед. изм. | Результат испытаний | Погрешность (неопределенность) | Норматив | ИД на метод испытаний  |
|-----------------------------------|-------------------------|----------|---------------------|--------------------------------|----------|--|
| <b>Биохимический анализ крови</b> |                         |          |                     |                                |          |  |
| 1                                 | Глюкоза                 | ммоль/л  | 1,2                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации глюкозы в цельной крови, сыворотке, плазме и моче |
| 2                                 | Калий                   | ммоль/л  | 8,7                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации калия в сыворотке и плазме крови                  |
| 3                                 | Магний                  | ммоль/л  | 0,4                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации магния в сыворотке крови и моче                   |
| 4                                 | Неорганический фосфор   | ммоль/л  | 2,9                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации неорганического фосфора в сыворотке крови         |

Образец: 10 - б/н, группа № 4

| № п/п                             | Наименование показателя | Ед. изм. | Результат испытаний | Погрешность (неопределенность) | Норматив | ИД на метод испытаний  |
|-----------------------------------|-------------------------|----------|---------------------|--------------------------------|----------|--|
| <b>Биохимический анализ крови</b> |                         |          |                     |                                |          |  |
| 1                                 | Калий                   | ммоль/л  | 8,8                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации калия в сыворотке и плазме крови          |
| 2                                 | Магний                  | ммоль/л  | 0,4                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации магния в сыворотке крови и моче           |
| 3                                 | Неорганический фосфор   | ммоль/л  | 1,5                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации неорганического фосфора в сыворотке крови |

Образец: 11 - б/н, группа № 4

| № п/п                             | Наименование показателя       | Ед. изм. | Результат испытаний | Погрешность (неопределенность) | Норматив | ИД на метод испытаний  |
|-----------------------------------|-------------------------------|----------|---------------------|--------------------------------|----------|--|
| <b>Биохимический анализ крови</b> |                               |          |                     |                                |          |  |
| 1                                 | Аланинаминотрансфераза (АЛТ)  | ммоль/л  | 3,0                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения активности аланинаминотрансферазы в сыворотке или плазме крови оптимизированным энзиматическим кинетическим методом  |
| 2                                 | Аспаратаминотрансфераза (АСТ) | ммоль/л  | 11,3                | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения активности аспаратаминотрансферазы в сыворотке или плазме крови оптимизированным энзиматическим кинетическим методом |
| 3                                 | Глюкоза                       | ммоль/л  | 2,0                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации глюкозы в цельной крови, сыворотке, плазме и моче   |



|   |                       |         |     |   |   |  |
|---|-----------------------|---------|-----|---|---|--|
| 4 | Калий                 | ммоль/л | 9,1 | - | - | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации калия в сыворотке и плазме крови          |
| 5 | Магний                | ммоль/л | 0,5 | - | - | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации магния в сыворотке крови и моче           |
| 6 | Неорганический фосфор | ммоль/л | 0,9 | - | - | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации неорганического фосфора в сыворотке крови |

Образец: 12 - б/н, группа № 5

| № п/п                             | Наименование показателя | Ед. изм. | Результат испытаний | Погрешность (неопределенность) | Норматив | ИД на метод испытаний  |
|-----------------------------------|-------------------------|----------|---------------------|--------------------------------|----------|--|
| <b>Биохимический анализ крови</b> |                         |          |                     |                                |          |  |
| 1                                 | Глюкоза                 | ммоль/л  | 1,0                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации глюкозы в цельной крови, сыворотке, плазме и моче |
| 2                                 | Калий                   | ммоль/л  | 8,8                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации калия в сыворотке и плазме крови                  |
| 3                                 | Магний                  | ммоль/л  | 0,4                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации магния в сыворотке крови и моче                   |
| 4                                 | Неорганический фосфор   | ммоль/л  | 1,9                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации неорганического фосфора в сыворотке крови         |

Образец: 13 - б/н, группа № 5

| № п/п                             | Наименование показателя | Ед. изм. | Результат испытаний | Погрешность (неопределенность) | Норматив | ИД на метод испытаний  |
|-----------------------------------|-------------------------|----------|---------------------|--------------------------------|----------|--|
| <b>Биохимический анализ крови</b> |                         |          |                     |                                |          |  |
| 1                                 | Глюкоза                 | ммоль/л  | 1,8                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации глюкозы в цельной крови, сыворотке, плазме и моче |
| 2                                 | Калий                   | ммоль/л  | 8,6                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации калия в сыворотке и плазме крови                  |
| 3                                 | Магний                  | ммоль/л  | 0,4                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации магния в сыворотке крови и моче                   |

Образец: 14 - б/н, группа № 5

| № п/п                             | Наименование показателя       | Ед. изм. | Результат испытаний | Погрешность (неопределенность) | Норматив | ИД на метод испытаний  |
|-----------------------------------|-------------------------------|----------|---------------------|--------------------------------|----------|--|
| <b>Биохимический анализ крови</b> |                               |          |                     |                                |          |  |
| 1                                 | Аланинаминотрансфераза (АЛТ)  | ммоль/л  | 2,2                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения активности аланинаминотрансферазы в сыворотке или плазме крови оптимизированным энзиматическим кинетическим методом  |
| 2                                 | Аспаратаминотрансфераза (АСТ) | ммоль/л  | 11,1                | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения активности аспаратаминотрансферазы в сыворотке или плазме крови оптимизированным энзиматическим кинетическим методом |
| 3                                 | Глюкоза                       | ммоль/л  | 0,4                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации глюкозы в цельной крови, сыворотке, плазме и моче   |
| 4                                 | Калий                         | ммоль/л  | 9,1                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации калия в сыворотке и плазме крови  |
| 5                                 | Магний                        | ммоль/л  | 0,5                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации магния в сыворотке крови и моче   |
| 6                                 | Неорганический фосфор         | ммоль/л  | 1,8                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации неорганического фосфора в сыворотке крови   |

Применяемое оборудование:

| № п/п | Наименование оборудования  | Дата проверки/аттестации |
|-------|--|--------------------------|
| 1     | Дозатор пипеточный одноканальный переменного объема 2-20 мкл       | 10.09.2018               |
| 2     | Дозатор пипеточный одноканальный переменного объема от 100-1000мкл | 10.09.2018               |
| 3     | Дозатор пипеточный одноканальный переменного объема от 20-200мкл   | 10.09.2018               |
| 4     | Термостат суховоздушный лабораторный ТСвЛ-80                       | 15.11.2018               |
| 5     | Фотометр медицинский РМ 2111 ROKI                                  | 22.03.2018               |

Примечание:

Результаты испытаний касаются только образцов (проб), подвергнутым испытаниям.

Протокол № ДП 397-19 ОВ от 15.03.2019

Сгенерировано автоматизированной системой «Веста» Идентификатор документа: FD9588E9-3940-40E1-8C3C-8DE17AB9F610

Стр. 4 из 5



Протокол испытаний не может быть частично воспроизведён без письменного разрешения ОИЛ ФГБУ ЦНМВЛ.  
Испытательная лаборатория не несёт ответственности за отбор проб.

Заместитель руководителя испытательной лаборатории

15.03.2019



А. В. Степанов

Ответственный за оформление протокола: Андросова О.А.



Российская Федерация  
 Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору  
 (РОССЕЛЬХОЗНАДЗОР)  
 Федеральное государственное бюджетное учреждение  
 «ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ВЕТЕРИНАРНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ»  
 (ФГБУ ЦНМВЛ)

Юридический адрес: 111622, г. Москва, ул. Оранжерейная, 23, тел./факс (495) 700-01-37  
 Фактический адрес: 302016, г. Орёл, Карачевское шоссе, д. 69, 8(4862)70-18-25, orelvetlab2009@yandex.ru

E-mail: [cnmyvl@cnmyvl.ru](mailto:cnmyvl@cnmyvl.ru); сайт: <http://цнмвл.рф>  
 ОРЛОВСКАЯ ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

**Протокол испытаний № ДП 847-19 ОВ от 09.04.2019**

При исследовании образца: сыворотка крови белых мышей.  
 заказчик: Березина Н.А., Российская Федерация, Орловская обл., г. Орёл, Новосильский пер., д. 2 а, кв.6  
 основание для проведения лабораторных исследований: обращение заказчика.  
 место отбора проб: Российская Федерация, Орловская обл., г. Орёл, пер. Новосильский, д. 2 а, кв.6  
 дата и время отбора проб: 08.04.2019  
 сопроводительный документ: заявка на испытания от 08.04.2019 г.  
 количество проб: 5 проб  
 дата поступления: 08.04.2019  
 даты проведения испытаний: 08.04.2019 - 09.04.2019  
 получен следующий результат:

Образец: 1 - б/н, группа № 1

| № п/п                      | Наименование показателя | Ед. изм. | Результат испытаний | Погрешность (неопределенность) | Норматив | НД на метод испытаний   |
|----------------------------|-------------------------|----------|---------------------|--------------------------------|----------|---|
| Биохимический анализ крови |                         |          |                     |                                |          |   |
| 1                          | Кальций                 | ммоль/л  | 1,9                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации кальция в сыворотке, плазме крови и моче |

Образец: 2 - б/н, группа № 2

| № п/п                      | Наименование показателя | Ед. изм. | Результат испытаний | Погрешность (неопределенность) | Норматив | НД на метод испытаний   |
|----------------------------|-------------------------|----------|---------------------|--------------------------------|----------|---|
| Биохимический анализ крови |                         |          |                     |                                |          |   |
| 1                          | Кальций                 | ммоль/л  | 0,9                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации кальция в сыворотке, плазме крови и моче |

Образец: 3 - б/н, группа № 3

| № п/п                      | Наименование показателя | Ед. изм. | Результат испытаний | Погрешность (неопределенность) | Норматив | НД на метод испытаний   |
|----------------------------|-------------------------|----------|---------------------|--------------------------------|----------|---|
| Биохимический анализ крови |                         |          |                     |                                |          |   |
| 1                          | Кальций                 | ммоль/л  | 3,2                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации кальция в сыворотке, плазме крови и моче |

Образец: 4 - б/н, группа № 4

| № п/п                      | Наименование показателя | Ед. изм. | Результат испытаний | Погрешность (неопределенность) | Норматив | НД на метод испытаний   |
|----------------------------|-------------------------|----------|---------------------|--------------------------------|----------|---|
| Биохимический анализ крови |                         |          |                     |                                |          |   |
| 1                          | Кальций                 | ммоль/л  | 2,2                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации кальция в сыворотке, плазме крови и моче |

Образец: 5 - б/н, группа № 5

| № п/п                      | Наименование показателя | Ед. изм. | Результат испытаний | Погрешность (неопределенность) | Норматив | НД на метод испытаний   |
|----------------------------|-------------------------|----------|---------------------|--------------------------------|----------|---|
| Биохимический анализ крови |                         |          |                     |                                |          |   |
| 1                          | Кальций                 | ммоль/л  | 2,0                 | -                              | -        | Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации кальция в сыворотке, плазме крови и моче |

Применяемое оборудование:

| № п/п | Наименование оборудования  | Дата поверки/аттестации |
|-------|--|-------------------------|
| 1     | Дозатор пипеточный одноканальный переменного объема 2-20 мкл       | 10.09.2018              |
| 2     | Дозатор пипеточный одноканальный переменного объема от 100-1000мкл | 10.09.2018              |

Протокол № ДП 847-19 ОВ от 09.04.2019

Сгенерировано автоматизированной системой «Веста». Идентификатор документа: 1B0BC195-6D86-460D-A6F1-8684A93EC1FD

Стр. 1 из 2



|   |                            |            |
|---|----------------------------|------------|
| 3 | Спектрофотометр ПЭ-5300 ВИ | 07.09.2018 |
|---|----------------------------|------------|

Примечание:

Результаты испытаний касаются только образцов (проб), подвергнутым испытаниям.

Протокол испытаний не может быть частично воспроизведён без письменного разрешения ОИЛ ФГБУ ЦНМВЛ.

Испытательная лаборатория не несёт ответственности за отбор проб.

Заместитель руководителя испытательной лаборатории

09.04.2019



А. В. Степанов

Ответственный за оформление протокола: Андросова О.А.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 19

### Влияние нового вида хлеба на физиологическое состояние добровольцев-волонтеров

Характеристика показателей и интерпретация результатов с использованием программы-опросника SF-36

| Наименование показателей                                      | Характеристика и интерпретация результатов  |
|---|---|
| Общее состояние здоровья (GH)                                 | Оценка респондента своего здоровья в настоящее время. Чем ниже балл, тем ниже оценка состояния здоровья.  |
| Физическое функционирование (PF)                              | Показывает способность респондента выполнять физическую нагрузку в течение дня (перенос тяжестей, ходьба, самообслуживание и др.) Чем ниже балл, тем ниже физическая активность.  |
| Ролевое функционирование вызванное физическим состоянием (RP) | Оценка физического состояния в плане влияния на выполнение повседневной работы (время затраченное на работу, ее объем, качество). Низкий балл показывает ограничения вызванные ухудшением физического состояния   |
| Ролевое эмоциональное функционирование (RE)                   | Оценка физического состояния в плане помех в выполнении повседневной рабочей деятельности (затраты времени на работу, выполнение ее объема, качества и др.). Низкий балл интерпретируется, как ограничение в выполнении работы, вызванное ухудшением эмоционального состояния |
| Социальное функционирование (SF)                              | Оценка эмоциональной и физической способности к общению с людьми. Низкий балл свидетельствует об ограничении социальных контактов в связи с плохим физическим и эмоциональным состоянием.   |
| Физические ощущения (BP)                                      | Показывает на появление неприятных физических ощущений при повседневных занятиях. Низкий балл показывает ограничения в деятельности респондента, вызванные неприятными физическими ощущениями.  |
| Жизненная активность (VT)                                     | Показывает ощущение респондента полным сил и энергии или обессиленным. Низкие баллы свидетельствуют об утомляемости, снижении жизненной активности.   |
| Психическое здоровье (MH)                                     | Оценивает настроение, наличие депрессии, тревоги. Низкий балл свидетельствует о тревожных переживаниях.   |

Оценка респондентами своего состояния предполагает балловую оценку от 1 до 100 баллов.



**Договор  
возмездного оказания услуг № 68**

г. Орел

«15» 01 2019 года

Бюджетное учреждение здравоохранения Орловской области «Детская поликлиника №1» (БУЗ Орловской области «Детская поликлиника № 1»), именуемое в дальнейшем Исполнитель, лицензия на право осуществления медицинской деятельности ЛО-57-01-001348, выдана 04.03.2019 года Департаментом здравоохранения Орловской области (адрес г Орел, ул. Ленина, д. I, тел. 4862 47-53-47), в лице главного врача Крестовой Светланы Николаевны, действующего на основании Устава, с одной стороны, и

Гражданка Березина Наталья Александровна, именуемая в дальнейшем Заказчик, действующая на основании паспорта гражданина Российской Федерации, с другой стороны, при совместном упоминании именуемые Стороны, заключили настоящий договор о нижеследующем.

**1. Предмет договора.**

1.1. По условиям настоящего договора Исполнитель обязуется проводить диагностические исследования в соответствии с согласованными Сторонами тарифами, указанными в Спецификации (Приложение № 1), являющейся неотъемлемой частью к настоящему Договору, (далее - медицинские Услуги), а Заказчик принимает на себя обязательство добровольно оплачивать оказанные медицинские Услуги в порядке и на условиях, предусмотренных настоящим Договором.

1.2. Место оказания Услуг: 302001, г. Орел, ул. Карачевская, д.41А.

1.3. Срок оказания Услуг: с даты заключения до 31 марта 2019 года.

**2. Права и обязанности сторон.**

2.1. Исполнитель обязуется:

- оказать медицинские Услуги в соответствии с требованиями, инструкциями и приказами Министерства здравоохранения РФ;

- предоставить полную и достоверную информацию об оказываемой медицинской Услуге;

- приступить к исполнению настоящего договора с момента его подписания;

- производить учет объема медицинской Услуги и её стоимости, предоставить Заказчику сведения об объеме этих Услуг.

- соблюдать конфиденциальность в отношении информации, полученной при оказании медицинской Услуги.

2.2. Заказчик обязуется:

- принять Услуги в порядке и сроки, предусмотренные настоящим Договором;

- произвести своевременную оплату за Услуги в соответствии с пунктом 3 настоящего договора.

2.3. Исполнитель имеет право:

- требовать своевременной оплаты оказанных медицинских Услуг;

- требовать соблюдения условий настоящего Договора;

- в случае несвоевременной оплаты за оказанные Услуги Исполнитель вправе прекратить оказание Услуг до момента ликвидации задолженности.

- привлечь к исполнению своих обязательств других лиц (соисполнителей).

2.4. Заказчик имеет право:

- на предоставление медицинской Услуги надлежащего качества;

- на предоставление информации о медицинской Услуге.

**3. Стоимость услуг и порядок расчетов, порядок приемки оказанных услуг**

3.1. Услуги, оказанные Исполнителем, оплачиваются Заказчиком по согласованным тарифам - Спецификациям, являющимся неотъемлемой частью настоящего Договора. При изменении тарифов Исполнитель в 10-дневный срок уведомляет Заказчика. Согласование новых



тарифов оформляется дополнительным соглашением к настоящему договору. Оплата Услуг осуществляется по тарифам, действующим у Исполнителя на момент оказания Услуг.

3.2. Стоимость настоящего Договора определяется из фактически сложившегося количества медицинских Услуг.

3.3. Оплату за услуги Заказчик осуществляет в течение 10 дней с даты подписания акта оказанных услуг по безналичному расчету платежными поручениями, путем перечисления денежных средств на расчетный счет Исполнителя, на основании подписанного Сторонами акта оказанных услуг и выставленного счета, по факту оказанных Услуг.

3.4. Датой оплаты считается день поступления денежных средств на расчетный счет Исполнителя.

3.3. Заказчик принимает оказанные медицинские Услуги в течение 3 рабочих дней с даты получения от Исполнителя надлежаще оформленного акта приёмки оказанных Услуг и бухгалтерских документов.

3.4. В случае отказа от приёмки оказанных медицинских Услуг Заказчик оформляет мотивированное заключение и направляет его Исполнителю по адресу, указанному в разделе «Реквизиты и подписи Сторон».

#### 4. Ответственность сторон.

4.1. Стороны несут взаимную ответственность за неисполнение условий настоящего договора в соответствии с действующим законодательством РФ.

4.2. В случае просрочки исполнения Заказчиком обязательств, предусмотренных Договором, а также в иных случаях неисполнения или ненадлежащего исполнения Заказчиком обязательств, предусмотренных Договором, Исполнитель направляет Заказчику требование об уплате неустоек (штрафов, пеней).

4.3. В случае просрочки исполнения Исполнителем обязательств, предусмотренных Договором, а также в иных случаях неисполнения или ненадлежащего исполнения Исполнителем обязательств, предусмотренных Договором, Заказчик вправе направить Исполнителю требование об уплате неустоек (штрафов, пеней).

4.4. Пени начисляется за каждый день просрочки исполнения Заказчиком обязательства, предусмотренного Договором, в размере одной трехсотой действующей на дату уплаты пени ключевой ставки Центрального банка Российской Федерации от цены Договора, уменьшенной на сумму, пропорциональную объему обязательств, предусмотренных Договором и фактически исполненных Заказчиком.

4.5. Стороны не несут ответственности за недостатки выполнения своих обязательств по настоящему Договору, если данные недостатки возникли в следствии действия обстоятельств, которые Стороны не могли предвидеть или предотвратить во время заключения и исполнения настоящего договора (обстоятельства чрезвычайного характера).

#### 5. Срок действия договора.

5.1. Настоящий договор вступает в силу с момента его подписания и действует до полного исполнения Сторонами принятых на себя обязательств, но не позднее 30.04.2019 года.

5.2. Все изменения и дополнения в настоящий договор вносятся по соглашению сторон путем заключения дополнительного соглашения в письменном виде.

5.3. Настоящий Договор может быть расторгнут по соглашению Сторон или по решению суда по основаниям, предусмотренным действующим законодательством Российской Федерации, а так же в одностороннем порядке в соответствии с нормами Гражданского кодекса.

5.4. Расторжение Договора по соглашению Сторон совершается в письменной форме и возможно в случае наступления условий, при которых для одной из Сторон или обеих Сторон дальнейшее исполнение обязательств по Договору невозможно либо возникает нецелесообразность исполнения Договора.

5.5. В случае расторжения Договора по соглашению сторон Заказчик оплачивает расходы (издержки) исполнителя за фактически исполненные обязательства по Договору.



5.6. Требование о расторжении Договора может быть заявлено Стороной в суд только после получения отказа другой Стороны на предложение расторгнуть Договор либо неполучения ответа в течение 10 (десяти) дней с даты получения предложения о расторжении Договора.

5.7. Каждая Сторона обязуется незамедлительно информировать другую Сторону об изменении своей организационно-правовой формы, адресной информации и банковских реквизитов.

#### 6. Заключительное положение

6.1. Настоящий договор составлен в 2-х экземплярах для каждой из Стороны.

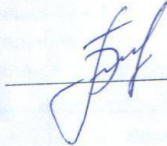
6.2. Разногласия, возникшие между сторонами, решаются путем переговоров, а при недостижении согласия - в Арбитражном суде Орловской области в порядке, установленном действующим законодательством.

6.3. Во всем остальном, что не оговорено настоящим договором, стороны руководствуются действующим законодательством РФ.

#### 7. Реквизиты и подписи сторон:

##### Заказчик:

Березина Наталья Александровна  
Паспорт 54 99 № 037970, выдан Железнодорожным РОВД г. Орла,  
09.02.2000,  
Адрес регистрации: г. Орёл, пер. Новосильский, д. 2а, кв. 6



Н. А. Березина

##### Исполнитель:

БУЗ Орловской области «Детская поликлиника № 1»  
302001, г. Орел, ул. Карачевская, д.41а, лит. А, А1, А2, А3  
р/с 40601810645251000029  
УФК по Орловской области (БУЗ Орловской области «Детская поликлиника № 1»  
л/с 20546У80220)  
Отделение Орёл  
БИК 045402001  
ИНН 5752009680 КПП 575201001  
КБК 000 000 000 000 00 00 130  
ОГРН 1025700785912



 С. Н. Крестова



Приложение № 1  
к договору оказания услуг № \_\_\_\_\_  
от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

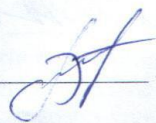
### Спецификация

| № п/п | Наименование медицинской Услуги                    | Стоимость, руб. |
|-------|--|-----------------|
| 1     | Исследование уровня триглицерина в крови           | 119,85          |
| 2     | Исследование уровня холестерина в крови            | 99,57           |
| 3     | Исследование уровня глюкозы в крови                | 81,17           |
| 4     | Исследование уровня кальция в крови                | 105,81          |
| 5     | Общий анализ крови                                 | 152,94          |
| 6     | Холестерол – Липопротеины высокой плотности (ЛПВП) | 120,00          |
| 7     | Холестерол - Липопротеины низкой плотности (ЛПНП)  | 120,00          |
| 8     | Калий в сыворотке                                  | 84,00           |
| 9     | Фосфор в сыворотке                                 | 96,00           |

Главный врач



С. Н. Крестова

 Н. А. Березина