

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

Апаршева Вера Викторовна



**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ  
ИЗДЕЛИЙ, ОБОГАЩЕННЫХ РЕГИОНАЛЬНЫМИ  
РАСТИТЕЛЬНЫМИ ИНГРЕДИЕНТАМИ**

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

Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Научный руководитель:  
доктор технических наук,  
доцент Дворецкий Д.С.

Тамбов - 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение</b> .....	6
<b>Цель и задачи исследований</b> .....	7
<b>Глава 1. Пищевые ингредиенты, используемые в хлебопечении для обогащения</b> .....	12
1.1 Актуальность разработки обогащенных хлебобулочных изделий.....	12
1.2 Анализ нетрадиционных пищевых ингредиентов, используемых в хлебопечении.....	17
1.3 Характеристика обогащающих растительных ингредиентов и их свойства.....	25
1.4 Использование плодов шиповника и рябины обыкновенной для обогащения хлебобулочных изделий.....	36
1.5 Использование масла подсолнечного в хлебопечении.....	42
<b>Глава 2. Объекты и методы исследования</b> .....	46
2.1 Сырье и материалы, применяемые в исследованиях.....	46
2.2 Схема экспериментальных исследований.....	46
2.3 Методы исследования.....	48
<b>Глава 3. Обоснование использования растительных ингредиентов</b> .....	55
3.1 Анализ потребительских предпочтений жителей г. Тамбова в отношении хлебобулочных изделий.....	55
3.2 Исследование органолептических показателей и химического состава растительных ингредиентов.....	57
3.3 Определение сроков хранения и показателей безопасности растительных ингредиентов.....	60
<b>Глава 4. Влияние растительных ингредиентов на свойства сырья и полуфабрикатов</b> .....	63
4.1 Исследование влияния растительных ингредиентов на хлебопекарные свойства муки пшеничной.....	63

4.2	Исследование влияния растительных ингредиентов и степени их измельчения на показатели качества хлебопекарных дрожжей.....	68
4.3	Исследование влияния растительных ингредиентов на реологические свойства теста.....	72
<b>Глава 5. Растительные ингредиенты в рецептуре хлебобулочных изделий.....</b>		<b>75</b>
5.1	Влияние способов приготовления теста, обогащенного растительными ингредиентами, на показатели качества хлеба из пшеничной муки.....	75
5.2	Исследование влияния способов внесения растительных ингредиентов на показатели качества хлеба из пшеничной муки.....	77
5.3	Системный анализ технологии производства хлебобулочного изделия, обогащенного растительными ингредиентами.....	81
5.4	Совершенствование технологии хлеба из пшеничной муки, обогащенного растительными ингредиентами.....	97
5.5	Разработка рецептуры хлеба из пшеничной муки, обогащенного растительными ингредиентами.....	103
5.6	Исследование влияния растительных ингредиентов на сохранение свежести хлеба из пшеничной муки.....	107
5.7	Показатели микробиологической и химической безопасности хлеба из пшеничной муки в процессе хранения.....	111
5.8	Химический состав хлеба из пшеничной муки, степень удовлетворения суточной потребности, экономическая эффективность.....	115
5.9	Совершенствование технологии булочки сдобной, обогащенной растительными ингредиентами.....	117
5.10	Разработка рецептуры булочки сдобной, обогащенной растительными ингредиентами.....	122
5.11	Химический состав булочки сдобной с растительными ингредиентами, экономическая эффективность.....	124
<b>Основные выводы и результаты работы .....</b>		<b>126</b>

<b>Список сокращений и условных обозначений</b> .....	128
<b>Список литературы</b> .....	129
<b>Приложение 1.</b> Акт внедрения результатов диссертационной работы.....	145
<b>Приложение 2.</b> Протокол заседания дегустационной комиссии по органолептической оценке качества хлеба из пшеничной муки, обогащенного растительными ингредиентами.....	146
<b>Приложение 3.</b> Акты производственных испытаний по изготовлению хлеба из пшеничной муки, обогащенного растительными ингредиентами.....	149
<b>Приложение 4.</b> Статистический анализ результатов эксперимента исследования зависимости пористости хлеба из пшеничной муки от рецептурных параметров.....	151
<b>Приложение 5.</b> Протокол испытания хлеба из пшеничной муки, обогащенного растительными ингредиентами.....	154
<b>Приложение 6.</b> Технические условия на хлеб «Тамбовская осень» из пшеничной муки.....	155
<b>Приложение 7.</b> Технологическая инструкция по производству хлеба «Тамбовская осень» из пшеничной муки.....	156
<b>Приложение 8.</b> Рецепттура на хлеб «Тамбовская осень» из пшеничной муки.....	157
<b>Приложение 9.</b> Акт внедрения технологии производства хлеба из пшеничной муки, обогащенного растительными ингредиентами.....	158
<b>Приложение 10.</b> Показатели эффективности инвестиционного проекта по совершенствованию технологии хлеба из пшеничной муки, обогащенного растительными ингредиентами.....	159
<b>Приложение 11.</b> Акт производственных испытаний по изготовлению булочек сдобных, обогащенных растительными ингредиентами.....	160
<b>Приложение 12.</b> Статистический анализ результатов эксперимента исследования зависимости пористости булочки сдобной от рецептурных параметров.....	161
<b>Приложение 13.</b> Протокол испытания булочки сдобной, обогащенной	

растительными ингредиентами.....	164
<b>Приложение 14.</b> Технические условия на булочку сдобную, обогащенную растительными ингредиентами.....	165
<b>Приложение 15.</b> Технологическая инструкция по производству булочки сдобной, обогащенной растительными ингредиентами.....	166
<b>Приложение 16.</b> Рецепт на булочку сдобную, обогащенную растительными ингредиентами.....	167
<b>Приложение 17.</b> Акт внедрения технологии производства булочки сдобной, обогащенной растительными ингредиентами.....	168
<b>Приложение 18.</b> Показатели эффективности инвестиционного проекта по совершенствованию технологии булочки сдобной, обогащенной растительными ингредиентами.....	169

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследования.** Значительная часть продовольственных товаров и сырья в нашей стране являются импортными. При этом в условиях нестабильных отношений России с отдельными государствами-поставщиками продовольствия на сегодняшний день крайне важно развивать собственное производство. Поэтому перспективным направлением дальнейшего развития пищевой промышленности является разработка новых высококачественных отечественных продуктов питания, которые отвечают физиологическим требованиям конкретных групп населения и обладают лечебно-профилактическим действием [24, 39, 42, 128].

В связи с тем, что хлебобулочные изделия в России являются доступными, традиционными, повседневными продуктами питания, повышение их качества и пищевой ценности, разработка изделий профилактической направленности, функциональных и обогащенных, способствуют реализации современной концепции здорового питания (Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013 - 2020 гг., разработанная в соответствии со статьей 8 Федерального закона от 29 декабря 2006 г. № 264-ФЗ; отраслевая целевая программа «О развитии сельского хозяйства»; отраслевая целевая программа «Развитие хлебопекарной промышленности РФ на 2014 - 2016 гг.», приказ Минсельхоз РФ от 19.03.14 г. № 83; «Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года», утвержденные распоряжением правительства РФ от 25 октября 2010 г, № 1873-р; «Доктрина продовольственной безопасности РФ» от 30.01.2010 г, № 120) и расширению ассортимента продуктов отечественной пищевой промышленности в целом.

Наиболее целесообразным и эффективным с физиологической, технологической и экономической точек зрения способом расширения ассортимента хлебобулочных изделий, повышения витаминной и минеральной

ценности, является обогащение их растительными ингредиентами, которые представляют собой натуральный, сбалансированный источник витаминов, пищевых волокон, макро- и микроэлементов.

В качестве обогащающих растительных ингредиентов перспективным является использование местных сырьевых ресурсов, обладающих доступностью, экологической чистотой и широким распространением в регионе. С этой точки зрения внимания заслуживают плоды шиповника и рябины, содержащие витамины, макро- и микроэлементы, пищевые волокна, органические кислоты и другие вещества.

### **Степень разработанности темы**

Совершенствование рецептур хлебобулочных изделий с использованием региональных растительных ингредиентов представляет большой теоретический и практический интерес и создает предпосылки к расширению ассортимента, повышению качества, пищевой и биологической ценности готового продукта.

Значительный вклад в разработку научных основ производства хлебобулочных изделий профилактического назначения внесли: Л.Я. Ауэрман, Н.М. Дерканосова, Г.О. Магомедов, Л.П. Пащенко, А.А. Покровский, Е.И. Пономарева, Т.Б. Цыганова, М. Velencia и др.

**Целью работы** является научное обоснование использования региональных растительных ингредиентов в хлебопечении, их влияния на свойства сырья, полуфабрикатов и готовых изделий.

Работа выполнялась в период 2009 - 2015 г. в Тамбовском государственном техническом университете на кафедре «Технологии и оборудование пищевых и химических производств». Тема диссертационной работы утверждена ученым советом ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет».

### **Задачи исследования:**

- проведение патентно-информационного поиска по применению нетрадиционного сырья в хлебопечении; обоснование выбора и использования обогащающих растительных ингредиентов;
- оценка физико-химических свойств обогащающих растительных

ингредиентов (порошки из плодов шиповника и рябины (ППШ+ППР)), исследование их влияния на свойства сырья и структурно-механические свойства теста;

- определение влияния способов приготовления теста из пшеничной муки и внесения растительных ингредиентов на показатели качества хлебобулочных изделий;

- системный анализ технологии производства хлебобулочных изделий, обогащенных растительными ингредиентами (порошки из плодов шиповника и рябины в смеси с маслом подсолнечным (ППШ+ППР+МП)),

- совершенствование технологий хлебобулочных изделий с использованием обогащающих растительных ингредиентов (ППШ+ППР+МП);

- подготовка проекта технической документации на хлебобулочные изделия, обогащенные растительными ингредиентами, промышленная апробация изделий, оценка экономической эффективности.

### **Научная новизна.**

Обосновано использование растительных ингредиентов в хлебопечении, определены их функционально-технологические свойства и влияние на свойства сырья и полуфабрикатов.

Установлены закономерности изменения показателей качества изделий в зависимости от способа внесения и приготовления теста с растительными ингредиентами.

Созданы предпосылки к разработке математической модели и управлению технологическим процессом производства хлебобулочного изделия, обогащенного растительными ингредиентами.

Доказана эффективность применения растительных ингредиентов (ППШ+ППР+МП) в рецептуре хлебобулочных изделий.

Новизна технических решений подтверждена патентом РФ № 2465772 «Способ производства хлебобулочного изделия».

### **Теоретическая и практическая значимость.**

Разработан способ производства хлебобулочных изделий,

предусматривающий внесение ППШ и ППР в смеси с растительным маслом и водой; сокращена продолжительность производственного цикла.

Разработаны проекты технической документации (ТУ, ТИ, РЦ) на хлеб «Тамбовская осень» из пшеничной муки и булочку сдобную, обогащенную растительными ингредиентами.

Результаты исследований прошли промышленную апробацию и внедрены на ОАО «Тамбовский хлебозавод», ТОГУП УПЦ «Комбинат школьного питания» (прибыль от реализации 1 т. обогащенного хлеба составляет 4062,8 руб.; 100 шт. булочки сдобной, обогащенной растительными ингредиентами – 1471 руб.).

Материалы диссертации используются в образовательном процессе кафедры «Технологии и оборудование пищевых и химических производств» ФГБОУ ВПО «ТГТУ» для студентов, обучающихся по направлению 19.03.02 - «Продукты питания из растительного сырья» и 19.03.01 – «Биотехнология» (приложение 1).

#### **Методология и методы исследования**

Методологической основой исследования является системный анализ технологии производства хлебобулочных изделий, обогащенных региональными растительными ингредиентами. В соответствии с выбранной методологией последовательно решаются следующие основные задачи: 1) выбор и обоснование способа внесения растительных ингредиентов в рецептуру хлебобулочных изделий; 2) совершенствование технологий хлебобулочных изделий с использованием региональных растительных ингредиентов.

Теоретическую основу исследования составляют: общенаучные и специальные методы исследования, методы системного анализа и планирования эксперимента.

#### **Научные положения, выносимые на защиту:**

– результаты экспериментальных исследований влияния растительных ингредиентов на показатели качества готового продукта, способ их внесения и технологические режимы производства хлебобулочных изделий;

- результаты системного анализа технологии хлебобулочных изделий,

обогащенных растительными ингредиентами;

–технологические решения по созданию хлебобулочных изделий, обогащенных растительными ингредиентами, позволяющие сократить продолжительность производственного цикла.

**Степень достоверности.** Достоверность полученных в диссертации результатов подтверждается: 1) методологической обоснованностью теоретических положений; 2) использованием объективных законов природы и современных математических методов обработки информации в научных исследованиях; 3) воспроизводимостью и согласованностью теоретических результатов с экспериментальными данными, которые получены с использованием современных методов измерения и сертифицированных приборов (получены акты производственных испытаний на двух хлебопекарных предприятиях).

**Апробация результатов.** Основные положения диссертационной работы и результаты проведенных исследований были доложены и обсуждены на научных конференциях различных уровней: научных конференциях Тамбовского государственного технического университета (2010 - 2012гг.); XI международной конференции молодых ученых «Пищевые технологии и биотехнологии», г. Казань, 2010; II-ой международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Прогрессивные технологии и перспективы развития», г. Тамбов, 2010; IV и V международных научно-практических конференциях «Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания», г. Челябинск, 2010 - 2011; II международной научной конференции «Молодежная наука – пищевой промышленности», г. Ставрополь, 2011; XII Всероссийской научно-практической конференции «Современное хлебопекарное производство: перспективы развития», г. Екатеринбург, 2011; 4-ой Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием «Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности», г. Бийск, 2011; II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием

«Инновационные технологии в пищевой промышленности», г. Самара, 2011; II международной научно-практической конференции «Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI века», г. Краснодар, 2011; межрегиональной конференции «Актуальные вопросы хлебопекарной отрасли», г. Тамбов, 2011; конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Пищевые инновации и биотехнологии», г. Кемерово, 2013; III международной научно-технической конференции «Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений», г. Воронеж, 2013; межрегиональном научно-практическом семинаре «Актуальные вопросы развития сферы социального питания», г. Тамбов, 2014; международной научной конференции «Инновации в технологии продуктов здорового питания», г. Калининград, 2015.

**Соответствие диссертации паспорту научной специальности.** Диссертационное исследование соответствует п. 3, 4 и 6 паспорта специальности 05.18.01 «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства».

**Публикации результатов работы.** По материалам выполненных исследований опубликовано 23 научных работы, в том числе 6 статей в журналах рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, получен 1 патент РФ на изобретение.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, 5 основных глав, выводов, списка используемых источников и приложений. Работа изложена на 169 страницах машинописного текста и содержит 30 таблиц, 33 рисунка и 18 приложений. Список используемых источников включает 156 наименований российских и зарубежных авторов.

## **Глава 1. ПИЩЕВЫЕ ИНГРЕДИЕНТЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ХЛЕБОПЕЧЕНИИ ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ**

### **1.1 Актуальность разработки обогащенных хлебобулочных изделий**

Питание относится к важнейшему фактору, который воздействует на организм человека, определяя физическую и умственную работоспособность, здоровье и продолжительность жизни в целом. Нарушения питания в совокупности с неблагоприятной экологической обстановкой, вредными привычками, стрессом, физическими и эмоциональными нагрузками всегда приводит к отрицательным последствиям.

Массовые эпидемиологические и статистические исследования населения России свидетельствуют о негативных тенденциях состояния здоровья населения всех возрастных групп.

Результат исследований микронутриентного статуса взрослого и детского населения нашей страны (63 тыс. чел.) подтверждает существенный дефицит микронутриентов. Недостаток витамина С наблюдается у 40 ÷ 100 % обследуемых людей, витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub> и фолиевой кислоты – у 40 ÷ 80 %, у 20 ÷ 70 % выявлен недостаток β-каротина. Установлено, что присутствует дефицит пищевых волокон и полиненасыщенных жирных кислот, железа, кальция, натрия, калия, повсеместная нехватка йода, в ряде регионов - фтора и селена [74, 103, 114, 125, 137].

Недостаточное поступление микронутриентов с пищей и употребление продуктов, содержащих в своем составе большое количество искусственных добавок, способствовало распространению таких заболеваний как анемии, пищевые аллергии, остеопороз, болезней обмена веществ, щитовидной железы и других, сократилась средняя продолжительность жизни, снижается производительность трудоспособного населения [74, 125].

Таким образом, проблема предупреждения возникновения заболеваний и осуществления алиментарной коррекции патологических состояний является

приоритетной на сегодняшний момент. Ее решение возможно путем регулярного дополнительного приема витаминно-минеральных комплексов или биологически активных добавок, содержащих микронутриенты. Тем не менее, в действительности употребление витаминных препаратов является неприемлемым для большинства людей, считающих себя здоровыми. Этот факт подтверждают и социологические опросы: не более 10 % населения РФ восполняют недостаток в микронутриентах посредством приема витаминных таблеток или капсул [125]. К тому же поливитаминные препараты рекомендуется применять по предписанию врача при наличии грубого дефицита и как поддерживающую терапию при различных заболеваниях.

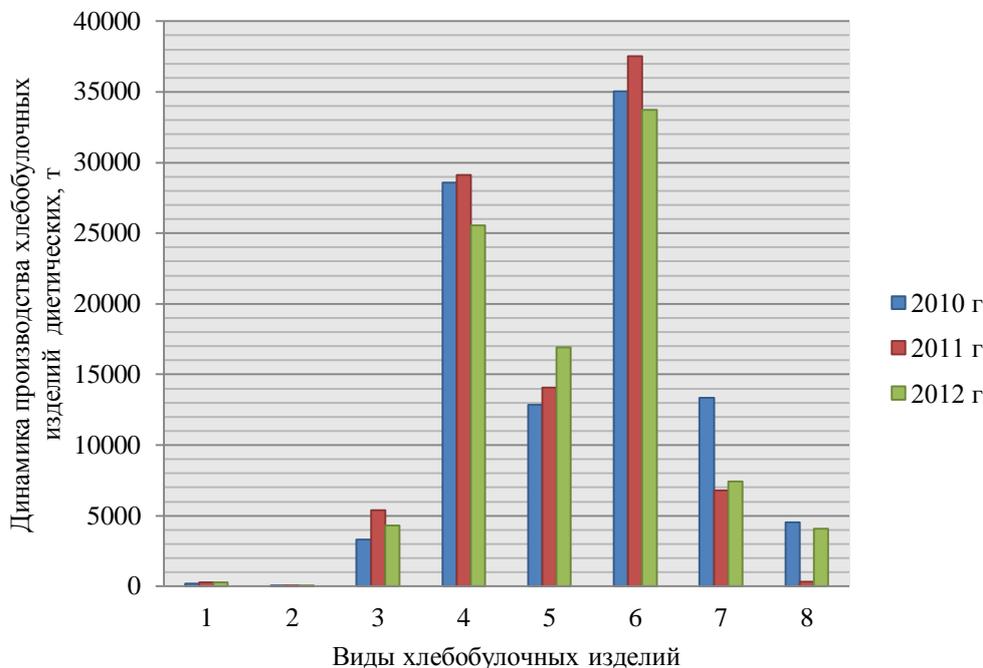
Существенная роль в профилактике недостаточной обеспеченности организма человека микронутриентами принадлежит обогащению рациона свежими овощами и фруктами. При этом основным минусом данного пути является их высокая стоимость в зимнее и весеннее время, а также необходимость потребления не меньше 5 ÷ 6 раз в день.

Несомненно, обогащенные продукты питания, в состав которых входят пищевые ингредиенты и БАВ, могут являться одним из путей решения проблемы профилактики заболеваний и поддержания витаминного статуса организма при невысоких материальных затратах [14, 30, 42, 64]. Пристального внимания в данном случае заслуживают именно продукты массового потребления, ведь их ежедневно используют в питании, в том числе и детском.

Среди выпускаемых в настоящее время лечебных, профилактических и функциональных продуктов ведущее место занимают хлебобулочные изделия – 76,8 %, на втором месте располагаются молочные продукты – 10,2 %, далее напитки - 5,9 %, прочие пищевые продукты составляют – 7,14 %. Тем не менее, объем производства (около 100 тыс. тонн в год) и ассортимент диетических хлебобулочных изделий на сегодняшний день не удовлетворяет потребности населения в достаточном объеме (600 ÷ 700 тыс. тонн в год) (рис. 1) [111].

В сложившихся условиях разработка, увеличение объемов производства, расширение ассортимента продуктов, обогащенных витаминами и минеральными

веществами с использованием региональных сырьевых ресурсов, является одним из наиболее эффективных путей биокоррекции рациона с целью повышения уровня здоровья нации, продолжительности жизни, снижения заболеваемости населения и обеспечения здоровья последующих поколений.



1 - изделия хлебобулочные бессолевые; 2 - изделия хлебобулочные с пониженной кислотностью; 3 - изделия хлебобулочные диабетические; 4- изделия хлебобулочные с повышенным содержанием йода; 5 - изделия хлебобулочные с повышенным содержанием пищевых волокон; 6 - изделия хлебобулочные, обогащенные витаминными и минеральными веществами; 7- изделия хлебобулочные функционального назначения; 8 - изделия хлебобулочные для детского питания

Рисунок 1 – Объем производства хлебобулочных изделий диетических

Хлебобулочные изделия являются одним из основных источников белка и углеводов в питании жителей России (обеспечивают соответственно до 40 и 53 % суточного их поступления) и занимают одно из первых мест по частоте потребления у всех групп населения, особенно у недостаточно обеспеченных (рис. 2).

Однако, большие потери витаминов при помоле муки и выпечке хлебобулочных изделий – не единственная причина снижения роли этого продукта в обеспечении современного человека витаминами. Не менее важную роль играют также изменения объемов и ассортимента их потребления, в

результате чего снизилось количество витаминов, получаемых с хлебом (табл. 1): большая часть мужского и женского населения ежедневно потребляют хлебобулочные изделия из пшеничной муки высшего и первого сортов, которые намного беднее витаминами, чем изделия из муки низших сортов (рис. 3) [111, 125].

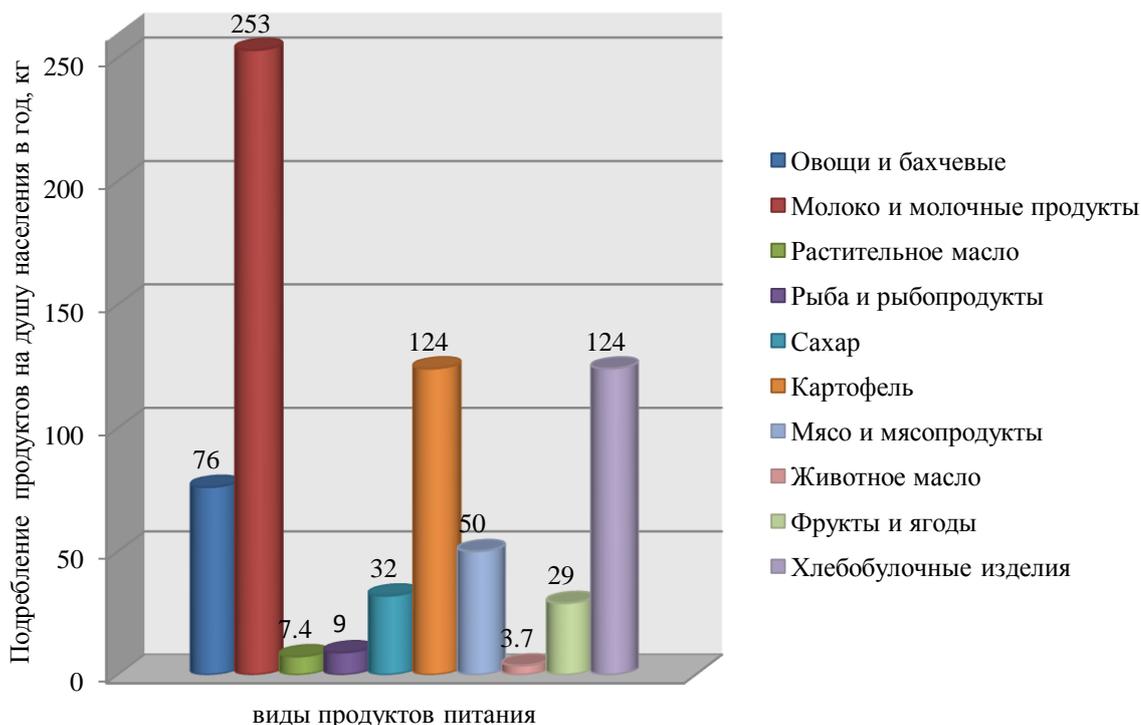


Рисунок 2 – Потребление продуктов на душу населения в год

Таблица 1 – Потребление хлебобулочных изделий в РФ

Виды хлебобулочных изделий	Хлеб из ржаной и смеси ржаной и пшеничной муки	Хлебобулочные изделия из пшеничной муки второго сорта	Хлебобулочные изделия из пшеничной муки высшего сорта
Удельный вес покупателей, %	45	60	80

Необходимо отметить, что существенное уменьшение поступления микронутриентов с хлебобулочными изделиями не компенсируется каким-либо увеличением их потребления за счет других источников. Это является одной из важных причин массового распространения недостаточной обеспеченности витаминами и минеральными веществами широких групп детского и взрослого населения России [12, 125].

Таким образом, анализ объемов производства хлебобулочных изделий (согласно статистическим данным с 2008 г объем их производства в РФ падает в среднем на 1 - 4 % ежегодно [111]), изменений структуры ассортимента вырабатываемых изделий и их пищевой ценности (превалирование хлебобулочных изделий из пшеничной муки высших сортов) свидетельствует о снижении поступления витаминов, макро- и микроэлементов с одним из основных продуктов питания.

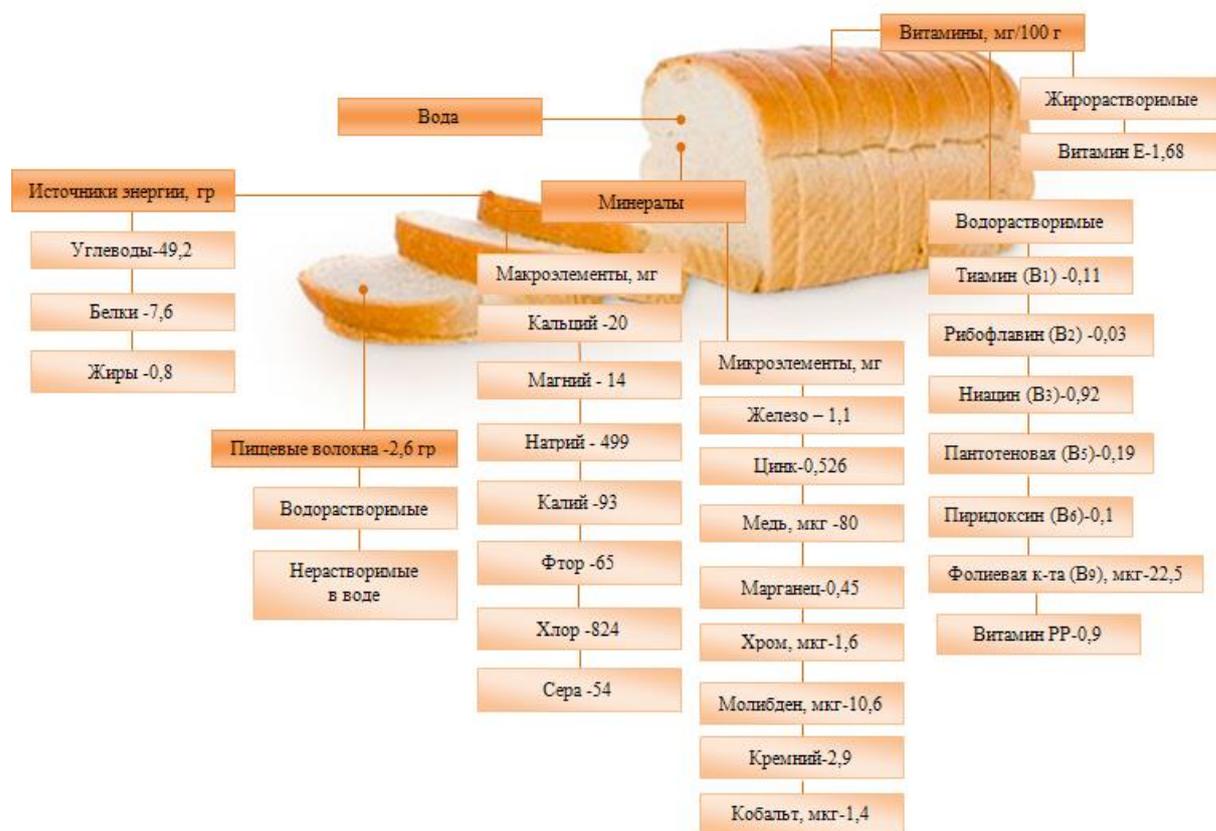


Рисунок 3 – Химический состав хлеба из пшеничной муки

Все это свидетельствует о необходимости корректировки химического состава хлебобулочных изделий в сторону увеличения витаминов, каротиноидов, пищевых волокон, биофлавоноидов, макро- и микроэлементов [111]. Одним из путей решения данной проблемы может стать использование в рецептурах хлебобулочных изделий региональных растительных ингредиентов, что позволит донести микронутриенты до большей части населения нашей страны, в том числе до особенно нуждающихся в повышении пищевого статуса и здоровья.

## **1.2 Анализ нетрадиционных пищевых ингредиентов, используемых в хлебопечении**

Современная хлебопекарная отрасль представляет собой динамично развивающуюся систему, ассортимент которой, несмотря на его разнообразие и широту, непрерывно изменяется согласно всевозрастающим требованиям потребителей. Широкое применение в хлебопечении в настоящее время находят различные обогащающие пищевые ингредиенты, необходимость использования которых обусловлена:

1. нестабильными хлебопекарными свойствами муки;
2. ухудшением реологических свойств полуфабрикатов, связанным с использованием интенсивного механического воздействия на тесто;
3. расширением ассортимента хлебобулочных изделий, за счет разработки и модернизации технологий, повышением их пищевой и биологической ценности, увеличением сроков сохранения свежести и пр.

В зависимости от источника получения, обогащающие пищевые ингредиенты, используемые в хлебопечении в настоящее время, можно разделить на следующие группы: растительного, животного, микробиологического происхождения и препараты биологически активных веществ (рис. 4) [62, 116, 140].

Для обогащения хлебобулочных изделий витаминами, незаменимыми аминокислотами, минеральными и другими веществами широкое распространение получили продукты переработки молока и яиц. В настоящее время с целью повышения пищевой и биологической ценности хлебобулочных изделий используют айран, кефир, пахту, творог, сыворотку, цельное и сухое молоко, сухое обезжиренное молоко, искусственный кумыс [58, 82, 96]. Разработаны технологии хлебобулочных изделий с использованием куриного яйца как в нативном, так и высушенном виде, а также яичной скорлупы [140].

В качестве функциональных пищевых ингредиентов также применяются продукты переработки вторичного сырья мясной промышленности, в частности

коллаген и кератинсодержащее сырье, сухой белковый полуфабрикат из кости и костного остатка крупного рогатого скота и свиней, пищевой желатин, сухую белковую смесь, приготовленную из крови, говяжью мездру [140].

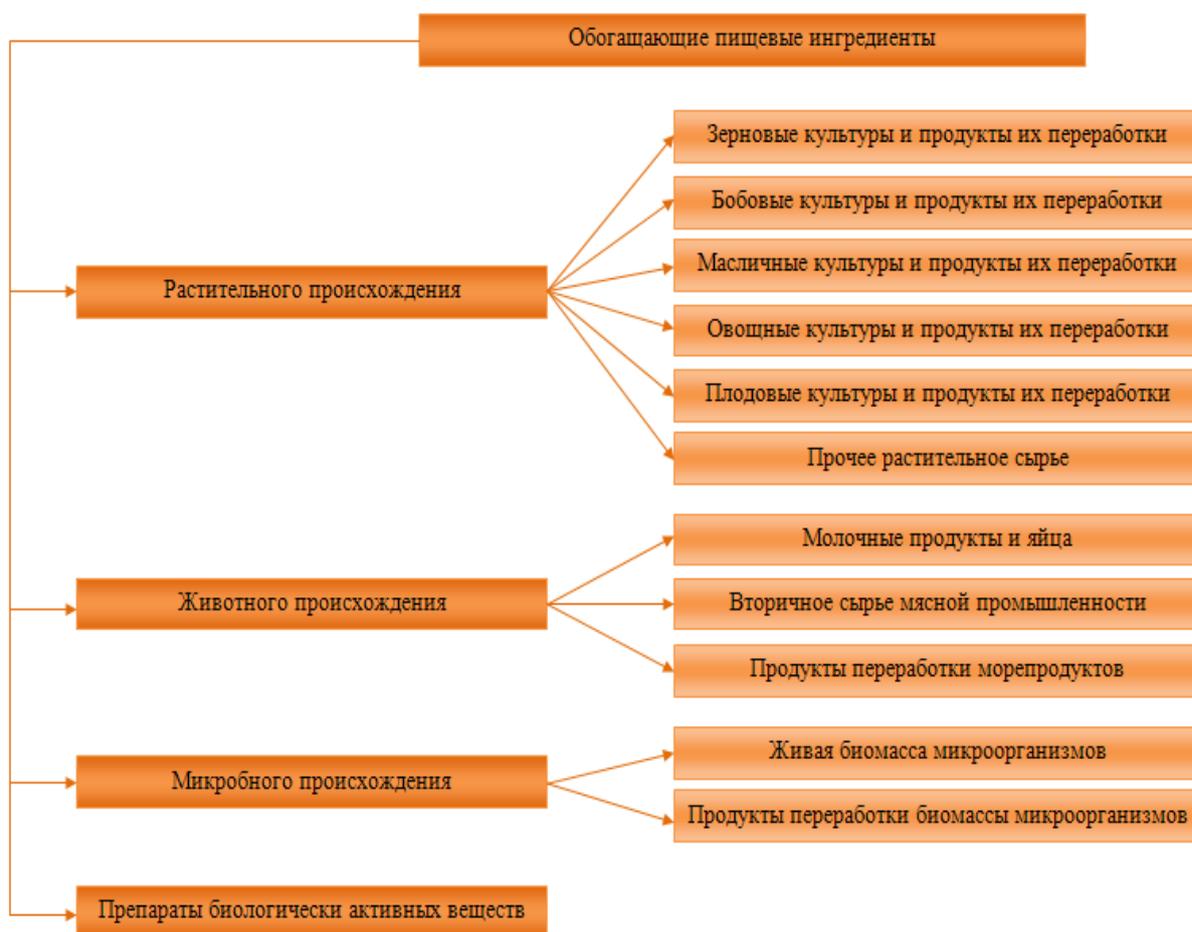


Рисунок 4 – Классификация обогащающих пищевых ингредиентов, используемых в хлебопекарном производстве

Одним из направлений использования в рецептурах хлебобулочных изделий пищевых ингредиентов животного происхождения является применение продуктов переработки морепродуктов: рыбная мука, молоки лососевых рыб, хитин и др. [140]. Однако обогащение хлебобулочных изделий пищевыми ингредиентами животного происхождения в настоящее время ограничивается современным состоянием животноводства в России. Как мясное, так и молочное скотоводство в нашей стране страдает от отсутствия достаточной технологической базы, что в свою очередь отражается на производственных

затратах, количестве и качестве самой продукции. Использование в рецептурах хлебобулочных изделий продуктов переработки морепродуктов напрямую зависит от допустимых норм улова и стоимости сырья.

С целью повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий в России и за рубежом используют различные пищевые ингредиенты микробиологического происхождения, такие как дрожжи, кефирное зерно или кефирно-грибковая закваска, обогащают хлебобулочные изделия сверхпродуцирующими аминокислотами дрожжей, Se-содержащими дрожжами, йодированными дрожжами, гибридными штаммами хлебопекарных дрожжей с повышенным количеством АТФ, эргостериновыми и витаминсодержащими заквасками, выведенными с помощью чистых культур лакто-, бифидобактерий и дрожжей-сахаромицетов [31, 71, 142, 153].

Широкое распространение в настоящее время получила группа препаратов биологически активных веществ, что объясняется их широким ассортиментом и высокой технологичностью использования.

В состав хлебобулочных изделий вводят пектиновые вещества, инулин, микрокристаллическую целлюлозу, арабиногалактан, глюкоманнан, резистентные и ферментостойчивые крахмалы, гидроколлоиды, пектиновые смеси, состоящие из пектина, пищевых волокон и ферментных препаратов. В качестве пребиотика рекомендовано использовать лактулозу, энтеросорбентов – карбоксиметилцеллюлозу, хитозан, кудюрит, гумивит, гумат Na [140].

Многие исследования посвящены насыщению хлеба микроэлементами – кальцием и йодом [36, 126, 155]. В последнее время находят также применение готовые витаминно-минеральные премиксы - гомогенные смеси витаминов, минеральных веществ в наборе и соотношениях, согласующихся с задачами обогащения и физиологическими потребностями организма человека, с учетом принципов питания и обеспеченности этими веществами населения РФ [140].

Внесение премиксов в хлебобулочные изделия способствует повышению их пищевой ценности, в то время как потребительские свойства, микробиологические показатели и сроки сохранения свежести изделий в

основной массе остаются неизменными. В настоящее время для хлебобулочных изделий выпускают витаминно-минеральные премиксы «Валетек», «Колосок», «Флагман», «Фортамин» [140].

Наибольшее число исследований посвящено обогащению хлебобулочных изделий пищевыми ингредиентами растительного происхождения. Перспективы развития данного направления практически не ограничены. Из всего многообразия растений современная пищевая промышленность использует лишь незначительную часть. Все это связано с несколькими причинами:

1. недостаточная изученность свойств растительного сырья при использовании его в рецептурах продуктов питания;
2. сложность разработки способов внесения растительного сырья в рецептуры хлебобулочных изделий по сравнению с синтетическими витаминно-минеральными комплексами;
3. нестабильность содержания витаминов, макро- и микроэлементов, обусловленная условиями произрастания, временем года, условиями хранения и подготовки [37].

В качестве функциональных растительных ингредиентов в составе хлебобулочных изделий используются продукты переработки зерновых, бобовых, масличных, плодово-ягодных культур и прочего растительного сырья в виде пюре, соков, порошков, эссенций, настоев, хлопьев и масел [2, 5, 6, 20, 21, 23, 25, 26, 28, 29, 32 - 35, 38, 43, 44, 46, 47, 54, 57, 65, 63, 67, 73, 76 - 81, 115, 122, 132, 135, 144, 146, 148, 156]. Растительные ингредиенты способствуют повышению пищевой и энергетической ценности хлебобулочных изделий, оказывают положительное влияние на технологический процесс производства и качество готового продукта [9, 13, 48, 53, 83 - 93, 98, 99, 101, 102, 104, 108, 109, 113, 118, 119, 121, 129, 131, 133, 138, 145, 149, 151, 154]. Вследствие особенностей физико-химического состава, представленного в таблице 2, различаются способы внесения функциональных растительных ингредиентов в рецептуры хлебобулочных изделий [134].

Таблица 2 – Сравнительная характеристика растительных ингредиентов, используемых в составе хлебобулочных изделий

Растительные пищевые ингредиенты		Содержание, %						Назначение растительных ингредиентов		
Группа растительных пищевых ингредиентов	Вид растительных пищевых ингредиентов	СВ	Белки	Жиры	Углево-ды	Пищевые волокна	Органи-ческие кисло-ты			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Пюре	Овощные и плодовые культуры	картофель	21,00	2,00	0,40	16,30	1,40	0,20	улучшение текстуры и вкуса готовых изделий, снижение содержания жира в песочных изделиях;	
		репа	7,50	3,17	0,49	0,15	2,70			
		томат	12,00	1,65	0,21	7,10	1,90			улучшение текстуры и вкуса хлебобулочных изделий;
		кабачок	8,00	0,60	0,13	4,00	2,30	0,10		
		чеснок	41,00	6,36	0,50	31,0	2,10			
		лук репчатый	14,00	1,40	0,20	8,20	3,00	0,20		
		морковь	12,00		0,20	9,20	3,20		повышение пищевой ценности хлебобулочных изделий, стабилизация структуры теста, увеличение его вязкости, улучшение пористости и формоудерживающей способности хлеба;	
		свекла	14,00	1,50	0,10	8,80	2,50	0,10		
		капуста белокочанная	9,60	1,80	0,10	4,70	2,00	0,30		
		тыква	14,00		0,120	12,00	0,96	0,10		
		сахарная свекла	23,00 ÷ 27,00							повышение органолептических и физико-химических показателей бисквита, увеличение выхода хлеба, замена сахара-песка, повышение пищевой ценности;
		облепиха	17,00	1,20	5,40	5,70	2,00	2,00	улучшение структуры дрожжевого теста и ускорение его созревания;	
калина						1,00 ÷ 3,30				
рябина	18,90	1,40	0,20	8,90	5,40	2,20				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		яблоко	13,70	0,40	0,40	9,80	1,80	0,80	обогащение хлебобулочных изделий БАВ, улучшение качества и увеличение выхода бисквита;
Соки	Овощные и плодовые культуры	арония черно-плодная	14,00	0,10	0,10		1,00	1,20	повышение удельного объема и пористости хлебобулочных изделий, сокращение длительности производства и обогащение витаминами и минеральными веществами,
		яблоко		0,40	0,40	9,80	0,20		обогащение хлебобулочных изделий БАВ;
		томат		1,10	0,20	3,80	0,70		
Порошки	Зерновые культуры	тритикале	90,00	13,18	1,81	58,54	14,60		повышение пищевой ценности хлебобулочных изделий;
		гречиха	91,00	13,60	1,20	71,90	2,80		
		ячмень	86,00	10,00	1,60	56,10	1,50		
		кукуруза	86,00	7,20	1,50	72,10	4,40		
		овес	91,00	13,00	6,80	64,90	4,50		
		рис	91,00	7,40	0,60	80,20	2,30		
		амарант	91,00	8,81	3,72	59,80			
	Бобовые культуры	соя	91,00	36,50	18,60	17,90	13,30		улучшение биологической ценности хлебобулочных изделий за счет белковых веществ;
		чечевица		28,00	1,00	56,00			
		нут		10,90	2,90	66,00			
		фасоль							
		люпин							
	Овощные и плодовые культуры	тыква	88,00				14,10		обогащение хлебобулочных изделий БАВ;
		морковь	93,00	7,80	0,60	49,20			
		свекла							
		топинамбур		7,00	0,70				
		дайкон							
чеснок		94,00	16,80	0,76	62,80	9,90			
яблоко		93,00	3,80	5,60	59,00	14,90	2,30		
рябина		89,70	5,96			60,00			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		боярышник				18,90			активация действия дрожжей и улучшение процессов брожения теста; обогащение хлебобулочных изделий БАВ;  повышение качества готовых изделий, увеличение сроков их хранения и обогащение БАВ;	
		ягоды и семена ежевики		10,20 ÷ 15,70	5,00 ÷ 7,80			6,60 ÷ 8,00		
		шиповник	88,00	3,80	2,84	21,90	50,0 0			
	Прочее растительное сырье	листья крапивы двудомной	91,30							8,30
		мята	88,70	19,93	6,03	52,04	29,80			
		чабрец								
		листья одуванчика								
створки зеленого гороха		15,20	0,61							
листья облепихи										
Масла	Масличные культуры	подсолнечное	99,90		99,90				обогащение хлебобулочных изделий эссенциальными полиненасыщенными жирными кислотами;	
		соевое	99,90		99,90					
		льняное	99,80		99,80					
		рыжиковое								
		рапсовое	99,90		99,90					
		конопляное	99,90		99,90					
		пальмовое	99,90		99,90					
Экстракты, настои	Овощные и плодовые культуры	чеснок							обогащение хлебобулочных изделий БАВ;	
		шиповник	2,50	0,30	0,10	4,40	2,30	0,50		
	Прочее растительное сырье								повышение содержание БАВ и органолептических показателей хлебобулочных изделий; биоактивация хлебопекарных	
		хмель	2,00							
		зеленый чай								

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
									дрожжей;
		солодковый корень							
		черемша	2,00						интенсификация кислотонакопления и газообразования, увеличение количества среднеполярных и неполярных ароматических веществ;
Хлопья	Зерновые культуры	рис		7,00	1,00	74,00			снижение доли свободной влаги в тесте, повышение пищевой ценности хлебобулочных изделий;
		овес		13,20	5,90	59,00			
		гречиха		8,80	1,80	69,00			
		ячмень		11,30	2,50	65,00			
		рожь		7,80	1,60	71,00			
		пшеница		12,20	1,80	65,00			
	Бобовые культуры	горох		22,00	2,10	65,00			повышение биологической ценности хлебобулочных изделий;
		фасоль		22,10	2,00	52,50			
		чечевица		29,60	1,00	51,80			

Необходимо также отметить, что обогащение хлебобулочных изделий зерновыми, бобовыми и масличными культурами зачастую требует дополнительного использования в рецептурах изделий улучшителей: аскорбиновой кислоты, эмульгаторов, аминокислот, ферментов, ацетата кальция и др. При этом отношение потребителей к таким химическим улучшителям нельзя признать полностью негативным, тем не менее, многие отказываются от покупки такого продукта. В свою очередь пищевые ингредиенты из продуктов переработки плодов и ягод содержат целый спектр натуральных природных БАВ, которые могут выполнять роль улучшителей.

Популяризация здорового образа жизни и ухудшение экологической ситуации в значительной степени стимулирует общество к потреблению лечебных и профилактических продуктов. А сложившаяся в настоящий момент внешнеполитическая ситуация, а также государственные программы по обеспечению продовольственной безопасности РФ и развитию хлебопекарной промышленности Российской Федерации на 2014 - 2016 гг. создают предпосылки к проведению исследований способов внесения и дозирования различных обогащающих пищевых ингредиентов при создании хлебобулочных изделий с использованием отечественного сырья.

### **1.3 Характеристика обогащающих растительных ингредиентов и их свойства**

Растительное сырье является источником разнообразных пищевых веществ, особенно витаминов, макро- и микроэлементов, содержащихся в форме, которая хорошо усваивается человеческим организмом.

Вместе с пищей в организм поступают белки – высокомолекулярные природные полимеры, молекулы которых построены из остатков аминокислот, являются основным пластическим материалом, участвующем в построении органов и тканей. В растительных белках, как правило, одна или

несколько аминокислот отсутствуют, в связи с чем, они считаются менее ценными, по сравнению с животными. Однако, в рационе питания должен присутствовать белок из различных групп пищевых продуктов.

Недостаточное поступление белков с пищей, в том числе и растительных, приводит к ухудшению аппетита и нарушению кислотно-щелочного равновесия организма. У детей замедляется рост, нарушается формирование скелета и мышц, зубы поражаются кариесом. К этому нередко присоединяются анемия и нарушение обмена веществ.

Жиры являются источником энергии в покое и при малоинтенсивной работе, участвуют в обменных процессах, без них не возможна выработка общего и специфического иммунитета. Растительное сырье является непревзойденным источником полиненасыщенных жирных кислот и витамина Е. ПНЖК не синтезируются организмом человека и поэтому должны поступать с пищей. ПНЖК оказывают благоприятное действие на рост и развитие детского организма, способствуют его сопротивляемости инфекциям, нормализуют и повышают эластичность стенок кровеносных сосудов, участвуют в обмене веществ. При недостатке ПНЖК у детей появляются кожные поражения в виде дерматитов, экзем. Недостаточное поступление жиров с пищей ведет к снижению иммунных свойств организма и уменьшению массы тела. Избыточное потребление ПНЖК также вызывает неблагоприятные изменения в организме: ухудшается перевариваемость других компонентов пищи, происходит торможение желудочной секреции, затрудняется пищеварение и усвоение белков, снижаются функции кроветворения, инсулярного аппарата, щитовидной железы, способствует тромбообразованию, вызывает расстройство деятельности нервной системы и обмена веществ.

Для более полноценного применения жира в пище должны присутствовать углеводы, т.к. недостаточное их количество приводит к неполному окислению жиров и в крови накапливаются кислые продукты обмена.

Овощи, фрукты и ягоды являются хорошим источником углеводов, причем преимущество растительной пищи заключается в том, что в ней содержатся как простые углеводы – сахара, так и высокомолекулярные полисахариды – крахмал и пищевые волокна.

Углеводы, поступающие в организм, превращаются в глюкозу. Этот простой сахарид является важнейшим источником энергии для человеческого организма. Когда количество глюкозы превышает необходимый для получения энергии уровень, она превращается в гликоген – углеводный резерв организма, который по мере необходимости расходуется для питания работающих мышц, органов и систем.

Значение углеводов в организме человека не исчерпывается только их ролью как источника энергии. Они входят в состав цитоплазмы и нуклеиновых кислот, играют существенную роль в обмене веществ в центральной нервной системе. В детском организме углеводы играют важную пластическую роль при формировании клеточных оболочек, вещества соединительной ткани. Углеводы принимают активное участие в окислении кислых продуктов обмена белков и жиров, способствуя тем самым поддержанию кислотно-щелочного равновесия в организме человека.

С растительной пищей в организм поступают также клетчатка и пектиновые вещества – сложный комплекс коллоидных полисахаридов, которые способствуют улучшению секреции пищеварительных желез и перевариваемости пищи, а также ритмичности опорожнения кишечника. Растительное сырье является основным и единственным источником пищевых волокон – сложных углеводов, полимеров моносахаридов и их производных, которые не перевариваются в кишечнике человека. Пищевые волокна усиливают ощущение сытости, способствуют перистальтике кишечника, а также снижают уровень холестерина и глюкозы в крови. Их дефицит в пище может являться фактором развития функциональных расстройств толстой кишки, злокачественной эпителиальной опухоли толстой кишки, варикозного расширения и тромбоза нижних конечностей,

аппендицита, грыжи пищевого отверстия диафрагмы, ожирения, сахарного диабета, атеросклероза и др. [148].

Под влиянием пищевых волокон в организме человека нормализуется состав микрофлоры кишечника, возрастает доля полезных лактобацилл и стрептококков, уменьшаются гнилостные процессы, в частности происходит подавление роста вредных коли-форм и снижение газообразования, что особенно важно для пожилых людей. Потребление пищевых волокон усиливает внутримышечный синтез витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, РР и фолиевой кислоты. Пищевые волокна связывают и выводят из организма значительные количества желчных кислот, токсичные элементы и органические чужеродные вещества, обладающие канцерогенным эффектом [55].

Ежедневный рацион питания человека должен включать около 25 ÷ 30 г пищевых волокон, в лечебных целях – до 40 г, но не превышать 60 г, т.к. их избыточное потребление может нарушить минеральный баланс в организме.

Однако перенасыщение организма углеводами, особенно простыми сахарами, вредно. Избыток их в организме приводит к централизации излишнего жира, снижению иммунитета.

Почти во всех растениях содержатся дубильные вещества – полиоксифенольные соединения, молекулярная масса которых составляет от 500 до 3000 а. е. м. Эти растворимые в воде соединения способны образовывать прочные связи с белками и алкалоидами, имеют вяжущий вкус, классифицируются на гидролизуемые и конденсированные. Гидролизуемые (танины) - соединения фенолкарболовых кислот и глюкозы, конденсированные – производные катехина. Дубильные вещества оказывают противовоспалительное, дезинфицирующее и частично сосудосужающее действие на слизистую оболочку кишечника, сокращают отделение желудочного сока. Растительное сырье, богатое дубильными веществами, оказывает благоприятное действие при диареях, радиоактивном поражении, применяется для профилактики токсического влияния солей тяжелых

металлов на организм человека [10].

Роль минеральных веществ в организме человека тесно связана с явлением возбудимости и проводимости в центральной нервной системе. Макро- и микроэлементы обеспечивают рост и развитие костей, зубов, мышц, нервных элементов, способствуют нормализации деятельности сердца и нервной системы, определяют реакцию крови, принимают участие в образовании гемоглобина, регулируют кислотно-щелочное состояние организма, поддерживают определенное осмотическое давление. В связи с минеральным составом растительной пищи ее применяют при недостаточности кровообращения, нарушении функции почек и печени, при тяжелых формах сахарного диабета, мочекаменной болезни, используют для профилактики близорукости у детей и других заболеваниях [49, 152].

Свойства и физиологические функции минеральных элементов, поступающих с растительной пищей в организм, представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Физиологические функции минеральных веществ [69]

Наименование минерального вещества	Роль минерального вещества в организме человека	Последствия недостаточного поступления в организм минерального вещества	Последствия избыточного поступления в организм минерального вещества
1	2	3	4
Кальций	формирование костей и зубов, проведение нервного импульса, мышечное сокращение, свертывание крови;	рахит, особенно при одновременном дефиците белка и витамина D, ломкость костей, плохо образуется костная мозоль после переломов, снижение иммунной защиты организма, при резком понижении в организме появляются судороги;	не выявлено;
Фтор	синтез биологически активных веществ, входит в состав костной, мышечной и нервной тканей, зубов;	не выявлено;	судороги у новорожденных;
Магний	развитие скелета, нервной системы и мышц,	слабость,	при поступлении

1	2	3	4
	соли магния активизируют ферменты, участвующие в химических превращениях соединений фосфора, обладает противосудорожными и сосудорасширяющими свойствами, а также свойствами стимулировать перистальтику кишечника, повышает выведение;	нарушение функции сердца;	с пищей не выявлено;
Калий	регуляция водно-солевого обмена и кислотно-щелочного равновесия, входит в состав клетки;	общая слабость, повышенная возбудимость мышц, угнетение работы кишечника, нарушение ритма сердца;	при поступлении с пищей не выявлено;
Железо	образование гемоглобина, перенос кислорода;	анемия, утомляемость и бледность;	может привести к смерти;
Цинк		замедление роста детей и подростков, изменения кожи;	тошнота, рвота, изменение состава крови;-
Медь	принимает участие в ключевых окислительно-восстановительных процессах, обладает способность связывать микробные токсины и усиливать действие антибиотиков, способствует выработке иммунитета;	замедление превращения аминокислот в белки, изменение состава крови, поражение скелета и сердца;	токсичен;
Кобальт	в комплексе с железом и медью стимулирует кроветворение, участвует в процессах образования кости, входит в состав витамина В <sub>12</sub> и является исходным материалом для синтеза кишечной микрофлорой этого витамина;	развитие малокровия, потеря аппетита и общая слабость, нарушение кроветворения и развитие бесплодия;	токсичен;

1	2	3	4
Селен	способствует укреплению иммунитета и стимулирует образование белковых молекул, обладающих защитными свойствами;	поражение сердца (болезнь Кешана);	токсичен;
Марганец	участвует в формировании костной ткани и процессах роста, оказывает стимулирующее действие на содержание гемоглобина в крови, соединения марганца необходимы для функционирования гормонов, ферментов и обмена некоторых витаминов;	задержка роста, нарушение процессов окостенения;	изменения в костной ткани, сходные с рахитом;
Цинк	входит в состав эритроцитов крови, ряда гормонов, в том числе инсулина, является важным компонентом многих ферментов;	замедление роста у детей, позднее половое созревание, плохое заживление ран, раздражительность и потеря памяти, очаговое выпадение волос, потеря аппетита, вкусовых ощущений и обоняния, ломкость ногтей, частые инфекции, нарушение усвоения витаминов А, С и Е;	тошнота, рвота, дыхательная недостаточность, эрозии слизистой желудка, снижение функции иммунной системы;
Йод	входит в состав гормона щитовидной железы;	развитие эндемического зоба, у детей недостаток йода сопровождается резкими изменениями всей структуры тела: ребенок перестает расти, задерживается умственное развитие;	при поступлении с пищей не выявлено;
Фтор	рост и сохранение зубов и костей;	кариес зубов;	заболевание зубов – флюороз;

Таким образом, растительное сырье позволяет обеспечить организм человека большинством макро- и микроэлементом, что в свою очередь способствует профилактике многих тяжелых болезней.

Витамины представляют собой низкомолекулярные органические соединения различных классов, имеющие большое значение для нормального обмена веществ и жизнедеятельности организма. Большинство витаминов не синтезируются в организме человека, поэтому необходимо поступление их извне. Хорошим источником витаминов являются овощи, ягоды и фрукты. Достаточное их поступление в организм человека способствует повышению физической и умственной работоспособности, усиливает сопротивляемость организма к различным заболеваниям и негативным факторам окружающей среды.

Физиологические функции витаминов, поступающих с растительной пищей, представлены в таблице 4 [69].

Таблица 4 – Физиологические функции витаминов

Наименование витамина	Роль витаминов в организме человека	Последствия недостаточного поступления витаминов в организм	Последствия избыточного поступления витаминов в организм
1	2	3	4
С (аскорбиновая кислота)	участвует в окислительно-восстановительных процессах, участвует в образовании и поддержании нормального состояния межклеточного вещества, укрепляющего стенки капилляров, хрящевую и костную ткани, способствует заживлению ран, улучшает всасывание железа, уменьшает уровень холестерина в крови и предупреждает развитие атеросклероза, -повышает иммунитет и обеспечивает	снижается использование белка в организме, общая слабость и быстрая утомляемость, кровоточивость десен, расшатывание и выпадение зубов, кровоизлияния в кожу и синяки, снижение аппетита, сухость кожи, слабое заживление ран и царапин, возможно развитие цинги;	диарея, образование почечных камней, раздражение мочевых путей, рассасывание костной ткани;

1	2	3	4
	обезвреживание чужеродных веществ;		
Р (биофлавоноиды)	оказывает влияние на проницаемость сосудистых стенок, способствует усвоению витамина С и накоплению его в организме;	общая слабость и быстрая утомляемостью; боль в ногах при ходьбе и в плечах, кожные кровоизлияния в виде точечных высыпаний, кровоточивость дёсен, острый дефицит может привести к отеку мозга и мозговым кровотечениям;	не выявлено;
В <sub>1</sub> (тиамин)	участвует в обмене углеводов и получении из них энергии для обеспечения нервной и мышечной системы, в том числе сердца, оказывает регулирующее влияние на функции нервной системы и желудочно-кишечного тракта;	-нарушение нормальной деятельности нервной системы, появление полиневрита, раздражительность, нарушения сна, быстрая утомляемость, судороги мышц, мышечная слабость; падение массы тела, потеря аппетита, тошнота, при остром дефиците развивается болезнь бери-бери с поражением сердечной мышцы и нервной системы;	дефицит других витаминов;
В <sub>2</sub> (рибофлавин)	участвует в обмене жиров и обеспечении организма энергией из основных пищевых веществ, принимает участие в образовании гемоглобина, необходим для осуществления цветового зрения;	нарушение тканевого дыхания и обмена веществ в целом, остановка роста у детей, выпадение волос, заболевание слизистых оболочек в виде незаживающих длительное время трещин и язвочек в углах рта, возникновение экземы на лице и на гибательных поверхностях конечностей, может развиваться	не выявлены;

1	2	3	4
		анемия, нарушение зрения и светобоязнь;	
В <sub>5</sub> (пантотеновая кислота)	принимает участие в регуляции функций нервной системы, влияет на процессы обмена веществ, ускоряя синтез белков, жиров, а также гормонов коры надпочечников, ускоряет образование здоровой ткани при ожогах, язвах, катаральных и язвенных стоматитах, принимает участие в нормализации микробной флоры толстой кишки, в частности стимулирует рост бифидобактерий;	жжение в стопах, упадок сил и усталость, поседение и выпадение волос;	диарея и отеки;
Н (биотин)	участвует в обмене углеводов и жиров и получении энергии;	шелушение кожи, выпадение волос, боли в мышцах, тошнота, депрессия, повышение уровня холестерина в крови и снижение количества гемоглобина;	не выявлены;
В <sub>6</sub> (пиридоксин)	участвует в обмене белков и углеводов, связан с обменом полиненасыщенных жирных кислот и оказывает нормализующее действие на жировой обмен, кроветворение, кислотообразующую функцию желудка, необходим для нормальной функции нервной системы, кроветворения;	нарушения функций центральной нервной системы, угнетенное настроение, раздражительность, потеря аппетита и веса, заболевания кожи (дерматиты), гладкий красный язык; малокровие, склеротические изменения сосудов;	нарушение нервной чувствительности;
РР (никотиновая кислота)	получение энергии из пищи, способствует нормальному росту, снижает уровень холестерина в крови, оказывает влияние на тонус кровеносных сосудов;	диарея, нарушение функции мозга, раздражительность и нервозность, быстрая утомляемость, образование язв на слизистой рта, у детей возникает апатия, головная боль, плохой сон, ослабление памяти, зрения,	поражение печени, повышение в крови концентрации сахара и мочевой кислоты;

1	2	3	4
		снижение успеваемости, при остром дефиците развивается пеллагра;	
В <sub>9</sub> (фолиевая кислота)	участвует в биосинтезе нуклеиновых кислот, необходим для кроветворения, роста и развития всех органов и тканей, развития плода, активизирует использование организмом витамина В <sub>12</sub> ;	нарушение образования эритроцитов и анемия, расстройство пищеварения, потеря массы тела, -изменение слизистой оболочки полости рта, воспаление десен, воспаление слизистой оболочки языка;	может нарушать всасывание цинка;
β-каротин	входит в состав зрительного пигмента родопсина и обеспечивает восприятие цвета глазом, необходим для роста тела и нормального развития клеток слизистых оболочек, кожи, репродуктивных органов, поддерживает иммунную систему, снижает риск развития рака легкого и других онкологических заболеваний;	снижение остроты зрения, особенно в сумерках, сухость кожи и слизистых глаза, поражение роговицы глаза, задержка роста у детей; снижение иммунитета и повышенная чувствительность к инфекциям;	не выявлены;
Е (токоферол)	предохраняет от переокисления и разрушения липиды, входящие в структуру клеток организма, активизирует превращение каротина и витамина А, способствует всасыванию, усвоению и отложению его в печени, предотвращает физический и эмоциональный стрессы; необходим для нормального развития мышц и эритроцитов;	при длительном дефиците развиваются дистрофические процессы, уменьшается содержание миозина, минеральных веществ, накапливается холестерин, уменьшается масса мышц;	не выявлены;
К (антигеморрагический)	участвует в процессах свертывания крови и образования костной ткани;	плохая свертываемость крови, склонность к кровотечениям, образованию кровоподтеков и синяков;	не выявлены;

Таким образом, растительное сырье позволяет обеспечить организм человека большинством макро- и микроэлементов, что в свою очередь способствует профилактике многих тяжелых болезней.

#### **1.4 Использование плодов шиповника и рябины обыкновенной для обогащения хлебобулочных изделий**

Природно-сырьевые ресурсы нашей страны насчитывают тысячи различных видов плодово-ягодных растений, таких как ежевика, брусника, черника, малина, калина, клюква и др. Являясь ценным источником БАВ, они могут применяться с целью повышения пищевой ценности продуктов питания, придания им лечебного, профилактического и функционального назначения, обеспечения хороших потребительских свойств. С этой точки зрения большой интерес представляют плоды шиповника и рябины, достаточно неприхотливые, эти культуры обладают хорошими пищевыми качествами, способны ингибировать процессы окисления, являются ценным поливитаминным и лекарственным сырьем.



Рисунок 5 – Рябина обыкновенная

Рябина обыкновенная (рис. 5) *Sorbus aucuparia* L., из семейства розоцветных - листопадное дерево, растущее почти всюду в лесной зоне.

Цветет в мае-июне, соцветие – щиток, расположенный на концах укороченных побегов. Плоды 2 - 5-гнездные, яблокообразные, шаровидные или грушевидные, преимущественно красно-желтые. Семена продолговатые, трехгранные, заостренные. Диаметр плодов 1,5 см. Созревают плоды в сентябре [52, 66].

Перед сушкой у плодов отрывают плодоножки. Наружная поверхность плодов блестящая, сильно морщинистая. Внутри плода находятся от 2 до 7 красновато-бурых семян, имеющих слегка

серповидноизогнутую, продолговатую форму. Цвет может быть от желтовато-оранжевого до буровато-красного. В сухих плодах рябины должны отсутствовать плесень и посторонние запахи. Вкус – кисло-горький.

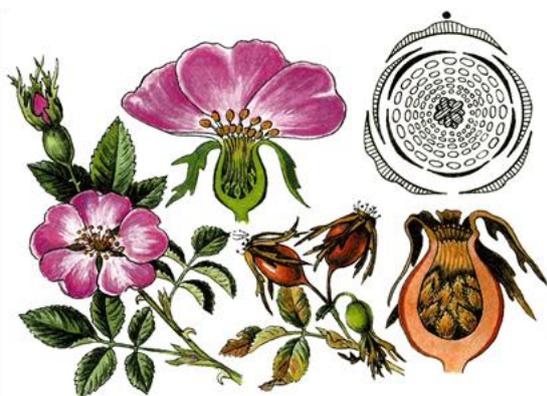


Рисунок 6 – Шиповник

Шиповник (рис. 6) - *Rosa L.*, дикорастущий вид розы, распространенный по всей территории России, кроме Крайнего Севера. Чаще всего растет отдельными кустами, иногда образуя сплошные заросли. Цветки

шиповника крупные, белые, розовые или бледно-пурпурные. Плоды, точнее, гипантин шиповника – разросшееся цветоложе, в полости которых заключены многочисленные плодики – орешки [94].

Высушенные плоды имеют твердые, хрупкие стенки, наружная поверхность должна быть блестящей или матовой, более или менее морщинистой. Внутри плоды имеют длинные, жесткие щетинистые волоски и мелкие орешки продолговатой формы, со слабо выраженными гранями. Цвет плодов шиповника может варьироваться от оранжево-красного до буровато-красного. Запах должен быть свойственным данному виду сырья, без посторонних запахов. Плоды имеют кисловато-сладкий, слегка вяжущий вкус.

БАВ плодов рябины и шиповника представлены комплексом витаминов, минеральных веществ, гликозидов (табл. 5).

Белки рябины представлены водо- и солерастворимыми белками, в минимальном количестве присутствуют проламины. Ягоды рябины содержат от 87 до 282 мг/100 г аминокислот: цистин, цистеин, лизин, аргинин, аспарагиновая кислота, глицин, аланин, тирозин и др. В плодах содержится от 0,036 до 0,745 % дубильных веществ, в семенах присутствует 22 % жирного масла и немного гликозида амигдалина, оказывающего

психотропное и противоопухолевое действие. Из катехинов присутствуют эпикатехин и эпигаллокатехин, содержатся галловая и протокатеховая кислоты. В дикорастущей рябине присутствует много горьких гликозидов, из них флавоноловые представлены: спиреозидом, гиперозидом, рутинном, кемпферол-3-софорозидом, кверцетин-3-софорозидом, кверцитрином, изокверцитрином, астрагалином и мератином [10].

Таблица 5- Химический состав плодово-ягодного сырья [134]

Наименование показателя	Значение показателя	
	плоды шиповника	плоды рябины
Калорийность, ккал	96,70	40,80
Вода, г	60,00	81,10
Белки, г	1,60	1,40
Жиры, г	0,70	0,20
Углеводы, г	22,40	8,90
Моно- и дисахариды, г	19,40	8,50
Крахмал, г	3,00	0,40
Пищевые волокна, г	10,80	5,40
Органические кислоты, г	2,30	2,20
Зола, г	2,20	0,80
Провитамин А, мг	2,60	8,80
Витамин В1, мг	0,05	0,05
Витамин В2, мг	0,33	0,02
Витамин С, мг	650,00	68,50
Витамин Е, мг	1,71	1,40
Витамин РР, мг	0,60	0,50
Рутин Р, мг	0,60	2,60
Железо, мг	11,50	0,60
Калий, мг	23,00	141,00
Кальций, мг	28,00	42,00
Магний, мг	8,00	33,00
Натрий, мг	5,00	0,80
Фосфор, мг	8,00	4,20
Марганец, мг	19,00	0,70
Медь, мг	37,00	0,07
Цинк, мг	1,10	0,07

Плоды шиповника содержат 17 аминокислот: треонин, валин, метионин, лейцин, изолейцин, фенилаланин и др. Изучение состава плодов шиповника показало наличие дубильных и красящих веществ (каротин, ликопин, рубиксантин, ксантофилл), эфирного масла, флавоновых гликозид (изокверцитрин, 3-гликозид кемпферола и кверцетина, криптоксантин, тапаксантин) идентифицированы катехины: эпигаллокатехин, галлокатехин,

эпигаллокатехингаллат и эпикатехингаллат. Содержащийся в плодах каротиноид – ликопин обладает способностью подавлять рост опухолевых клеток эндометрия, молочной железы и легких, снижать риск развития рака предстательной железы [10].

Шиповник содержит незначительное количество липидов, которые сосредоточены преимущественно в семенах и состоят главным образом из триацилглицеринов.

Содержание легкоусвояемых сахаров в плодах рябины достигает 9,2 %, из них на долю фруктозы приходится 4,8 %, глюкозы - 3,8 %, сахарозы - 0,6 %. В плодах шиповника найдено 23,9 % сахаров, из них инвертного сахара 18,5 %.

Рябина и шиповник богаты пектиновыми веществами, оказывающими гипогликемическое действие, однако их содержание в плодах колеблется и зависит от района произрастания.

В плодах рябины довольно много органических кислот (до 3,6 %): яблочная, винная, янтарная, сорбиновая и другие кислоты. В плодах шиповника найдены яблочная и лимонная кислоты. Они придают плодам своеобразный вкус и способствуют образованию пищеварительного сока, который, создавая кислую среду, помогает лучшему усвоению пищи. Содержащиеся в рябине сорбиновая и парасорбиновая кислоты, известные своим бактерицидным действием на плесени, фитопатогенные грибы и дрожжи, способствуют устойчивости плодов к болезням и хранению.

Витамины, содержащиеся в плодах рябины и шиповника (табл. 5), имеют большое значение для нормального обмена веществ и жизнедеятельности организма.

Плоды рябины и шиповника являются естественными источниками витаминов С, Р, В<sub>2</sub>, РР, Е и др. [18, 19, 134, 143]. Аскорбиновая и дегидроаскорбиновая кислоты, содержащиеся в плодах, активизируют ряд ферментных систем и гормонов, участвуют в окислительном дезаминировании ароматических веществ, повышают устойчивость

организма к вредным воздействиям внешней среды, обезвреживают многие токсичные продукты (продукты, образующиеся при гидролизе белков и др.).

Сравнительно много в плодах шиповника и рябины каротина, который контролирует обменные процессы в коже, влияет на энергетический обмен в тканях, регулирует процессы в пищеварительном тракте, улучшает иммунитет, активизирует функции половых, потовых, сальных и щитовидной желез, стимулирует зрение и память человека.

Витамин Е, содержащийся в плодах, участвует в процессах метаболизма, оказывает профилактическое действие при лечении бесплодия, предохраняет липиды от избыточного окисления, которое приводит к образованию токсичных для клетки перекисей липидов и свободных радикалов, имеющих очень высокую агрессивную активность, стимулирует мышечную систему.

Фолиевая кислота участвует в процессах синтеза аминокислот и нуклеиновых кислот, пуриновых и пиримидиновых оснований, холина, способствует лучшему кроветворению и усвоению витаминами В<sub>12</sub>, присутствующему в хлебобулочных изделиях.

В плодах шиповника и рябины содержится также рутин – гликозид, состоящий из рамнозы, глюкозы и кверцетина. При его биологическом взаимодействии с витамином С проявляет эффект синергизма.

Минеральные вещества рябины представлены: калием; фосфором; кальцием; магнием; железом; марганцем; цинком; медью, а также никелем, кобальтом, молибденом, барием, ванадием, хромом, йодом (табл. 5). В плодах шиповника найдены соли калия, натрия, кальция, магния, фосфора, железа и др. (табл. 5). Шиповник содержит также селен, который обладает антиоксидантной активностью, улучшает работу сердечно-сосудистой системы и способствует повышению иммунитета.

Таким образом, содержащийся в плодах шиповника и рябины комплекс таких БАВ как флавоноиды, дубильные вещества, токоферолы, каротиноиды, аскорбиновая кислота, гидроксикислоты и минеральные вещества, придают

им статус антиоксидантов, способных обеспечить защиту человека от свободных радикалов, провоцирующих рак, инсульт, инфаркт и другие заболевания организма [15]. А совместное использование плодов шиповника и рябины, усиливает их лечебное действие.

Благодаря своим пищевым, ароматическим, биохимическим и целебными свойствами, а также доступности и распространенности в Центральном Черноземье, продукты переработки шиповника и рябины находят широкое применение в пищевой, фармацевтической и косметической отраслях промышленности (табл. 6). Следует отметить, что применение плодов рябины обыкновенной противопоказано при склонности к тромбообразованию, повышенной кислотности пищеварительного сока и некоторых заболеваниях сердечно-сосудистой системы.

Таблица 6 – Применение плодово-ягодного сырья в промышленности [7, 22, 51, 65, 110, 127, 143]

Отрасль промышленности	Использование плодов рябины в промышленности	Использование плодов шиповника в промышленности
1	2	3
Пищевая	применяют для повышения пищевой ценности хлебобулочных и кондитерских изделий, плодово-ягодные порошкообразные смеси используют в приготовлении безалкогольных напитков;	
	используют при изготовлении вин, настоек, ликеров, пастилы, мармелада, соусов, уксуса и др., зрелые плоды могут быть использованы для получения каротина, а зеленые являются ценным сырьем для получения яблочной кислоты, выжимки из плодов применяют в качестве пищевых красителей;	отвар добавляют в консервы, соки, витаминизируют консервированные фрукты, Используют при изготовлении повидла, варенья, джема, цукатов, компотов, киселей, конфет, пастилы, чая и др, плоды шиповника добавляют в овощные блюда для витаминизации, в Швеции из них делают специальные суповые и пудинговые порошки, концентраты для некоторых видов мороженого;
Фармацевтическая	входит в ряд витаминных и лечебных сборов;	
	применяют в случаях, вызванных повышенным уровнем радиации, при истощении, малокровии, гиповитаминозах, для	применяют при гипо- и авитаминозе витамина С, для профилактики и лечения, как вспомогательное средство при геморрагических диатезах, гемофилии, кровотечениях, при лучевой

1	2	3
	<p>снижения липидов в печени и холестерина в крови, кровеносных сосудов, сок рекомендуется людям с пониженной кислотностью желудочного сока, в Болгарии применяют как слабительное, мочегонное, кровоостанавливающее средство, при ревматизмах, камнях в почках и мочевом пузыре и как высоковитаминное средство, в Польше - при диабете, заболевании почек, печени, мочевого пузыря и авитаминозе, в Венгрии - при лечении дизентерии, а в Норвегии – для лечения водянки, используют наружно в виде припарок для лечения открытых ран и переломов;</p>	<p>болезни, сопровождающейся кровоизлияниями, при инфекционных заболеваниях, заболеваниях печени, болезни Аддисона, длительно незаживающих язвах и ранах, при переломах костей, интоксикации промышленными ядами, в комплексном лечении больных сахарным диабетом и атеросклерозом в пожилом и старческом возрасте, как дополнительный источник железа применяют при железодефицитных и других анемиях, при хронических и острых инфекциях, нефритах, при сосудистых заболеваниях головного мозга, при травмах, хронических и острых пневмониях, применяют в качестве желчегонного средства при холециститах, гепатитах, рекомендуют больным с тромбозами, гипертонической болезнью, нарушениями солевого обмена;</p>
Косметическая	масло, полученное из семян, используется как лечебный компонент;	

Представленный анализ свидетельствует о перспективности совместного использования плодов рябины и шиповника для создания новых хлебобулочных изделий. Данный вид плодово-ягодного сырья отвечает экологическим и диетическим требованиям, что особенно важно в связи с широким использованием в пищевой промышленности искусственных ингредиентов (красители, ароматизаторы, консерванты и т.д.).

Комплексное использование композиции плодов рябины и шиповника позволит расширить ассортимент отечественных продуктов питания, повысить биологическую и пищевую ценность хлебобулочных изделий и обеспечит хорошие потребительские свойства.

### **1.5 Использование масла подсолнечного в хлебопечении**

Основным сырьем для производства МП служит масличная культура – подсолнечник. Это растение относится к семейству сложноцветных. Содержание масла в семенах подсолнечника составляет более 50 %, а в

чистом ядре – 70 %.

В состав МП, полученного из семян, входят триглицериды, свободные жирные кислоты, фосфолипиды, стеарины, а также каротиноиды и витамины [106].

МП является важнейшим источником витамина Е. Оно содержит до 60 мг % токоферолов, которые представлены Е-витаминной формой.

Основным структурным компонентом липидов являются жирные кислоты. Из ненасыщенных жирных кислот в составе масла преобладает линолевая кислота 48,3 ÷ 77,0 %, к сумме жирных кислот, которая организмом не синтезируется и должна поступать с пищей. Линолевая кислота играет важную роль в развитии нервной системы и сетчатки глаза, особенно у новорожденных детей.

Жирно-кислотный состав МП представлен также следующими жирными кислотами, %, к сумме жирных кислот: олеиновой 14,0 ÷ 39,4; миристиновой до 0,2; пальмитиновой 5,0 ÷ 7,6; пальмитолеиновой до 0,3; стеариновой 2,7 ÷ 6,5; линоленовой до 0,3; арахидиновой до 0,5; гондоиновой до 0,3; бегеновой 0,3 ÷ 1,5 и лигноцериновой до 0,5.

Триглицериды, входящие в состав МП, являются бесцветными веществами, без запаха и вкуса. Характерные цвет и вкус маслу придают сложные липиды, а также токоферолы, витамины и др.

Фосфолипиды являются эфирами жирных кислот и глицерина, но в отличие от них имеют в своем составе остаток фосфорной кислоты и азотистое основание. Фосфолипидам принадлежит важная роль в обмене веществ, они регулируют проницаемость клеток, влияют на работу сердца, предотвращают появление атеросклероза и др. заболеваний. В рафинированном масле фосфолипиды отсутствуют, т.к. они теряются при очистке.

В соответствии с действующей нормативной документацией МП должно соответствовать требованиям премиум, высшего и первого сортов (табл. 7).

Внесение в тесто МП будет способствовать улучшению качества хлебобулочных изделий и продлению периода их свежести. Это связано с наличием в составе растительного масла ПНЖК и фосфолипидов, которые будут способствовать образованию устойчивых комплексов с белками и углеводами муки. Благодаря вступлению углеводородных цепей мононенасыщенных жирных кислот в спиральную структуру амилозы и амилопектина крахмала, происходит образование комплексных соединений, что приводит к предотвращению рекристаллизации крахмала и замедлению процесса ретроградации. МП также способствует повышению эластичности мякиша, что связано с процессом смягчения соединений зерен крахмала с каркасом клейковины [3].

Таблица 7 – Органолептические и физико-химические показатели МП

Наименование показателя	Значение показателя				
	Рафинированное масло		Нерафинированное масло		
	дезодарированное			высшего сорт	первого сорт
	премиум	высшего сорта	первого сорта		
Прозрачность	прозрачное без осадка;			допускается легкое помутнение или «сетка»;	допускается осадок и легкое помутнение или «сетка над осадком»;
Запах и вкус	без запаха, обезличенный вкус;			свойственные подсолнечному маслу, без посторонних запахов и привкуса;	
Цветное число, мг йода, не более	6	10	15	25	
Кислотное число, мг КОН/г, не более	0,3	0,4	1,5	4,0	
Массовая доля влаги и летучих веществ, %, не более	0,10			0,15	0,20

Таким образом, доказано, что МП, содержащее ПНЖК и токоферолы, целесообразно применять в рецептурах хлебобулочных изделий с целью повышения их качества и биологической ценности.

### Заключение по разделу

Анализ научно-технических источников свидетельствует о том, что в нашей стране имеются значительные ресурсы растительного сырья, изучение которых ведется достаточно интенсивно. Тем не менее плодово-ягодное сырье все еще не находит широкого применения в хлебопечении из-за недостаточной изученности технологических свойств, отсутствия научно-обоснованных рекомендаций его рационального использования.

Обобщая полученные данные можно сделать вывод о необходимости проведения исследований, направленных на разработку хлебобулочных изделий с использованием местного плодово-ягодного сырья и масел, с учетом их медико-биологических и технологических свойств.

## **Глава 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **2.1 Сырье и материалы, применяемые в исследованиях**

Работа выполнена в научно-исследовательской лаборатории кафедры «Технологии и оборудование пищевых и химических производств» ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», производственной лаборатории ОАО «Тамбовский хлебозавод» г. Тамбов, лаборатории ТОГУП УПЦ «Комбинат школьного питания» г. Тамбов и аккредитованном испытательном лабораторном центре «Биотест» Московского государственного университета прикладной биотехнологии.

Для производства хлеба использовались следующие виды сырья:

- мука пшеничная высшего сорта по ГОСТ Р 52189-03;
- соль поваренная пищевая по ГОСТ 51574-00;
- дрожжи хлебопекарные прессованные по ГОСТ Р 54731-11;
- масло подсолнечное по ГОСТ 1129-13;
- вода по СанПиН 2.1.4.1074-01;

-порошки различной дисперсности, изготовленные из высушенного сырья плодов рябины и шиповника (ТУ 9164-004-29604380 и ТУ 9164-113-11235137), в лабораторных условиях.

Порошки готовили измельчением высушенных плодов на аналитической мельнице с порционной загрузкой А 11 BASIC (КА, Германия). После чего методом ситового анализа частицы порошков сортировали по размерам:  $20 \div 100$  мкм,  $100 \div 180$  мкм и  $180 \div 360$  мкм.

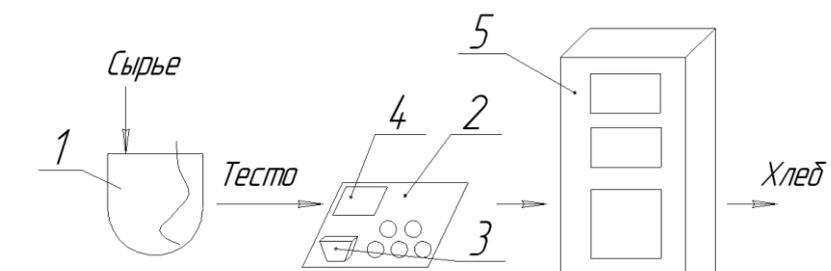
### **2.2 Схема экспериментальных исследований**

Общая схема организации работ представлена на рисунке 7.

Выработку опытных образцов полуфабрикатов и хлеба осуществляли в лабораторных условиях по схеме, представленной на рисунке 8.



Рисунок 7 – Схема экспериментальных исследований



1 – тестомесильная машина; 2 – стол; 3 – форма хлебопекарная; 4 – весы; 5 – расстойно-печной мини агрегат

Рисунок 8 – Лабораторная установка для производства хлеба

### 2.3 Методы исследования

Для оценки сырья, полуфабрикатов и готовых изделий применялись современные методы анализа, позволяющие определить химический состав, пищевую и биологическую ценность, физико-химические и органолептические показатели исследуемых образцов.

Отбор и подготовку проб для проведения анализа проводили согласно ГОСТ 26313-84, ГОСТ 5667-65, ГОСТ 18321-73.

#### 1. Методы исследования порошков из плодов шиповника и рябины

1.1. ППШ и ППР анализировали по органолептическим показателям: цвет, запах, вкус.

1.2. Массовую долю влаги - по ГОСТ 28561-90. Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения сухих веществ и влаги. Сущность метода состоит в высушивании навески изделия при повышенной температуре и атмосферном давлении. Относительная погрешность метода составляет 0,5 % при доверительной вероятности  $P=0,95$ .

1.3. Размер частиц порошков определяли методом рассеивания на наборе сит.

1.4. Титруемую кислотность - по ГОСТ 25555.0-82 пересчетом на яблочную кислоту. Продукты переработки плодов и овощей. Методы

определения титруемой кислотности. Метод основан на потенциометрическом титровании исследуемого раствора до рН 8.1 раствором гидроксида натрия. Относительная погрешность метода составляет 3 % при доверительной вероятности  $P=0,95$ .

1.5. Содержание моно- и дисахаридов – по методу Бертрана, основанном на способности редуцирующих сахаров восстанавливать в щелочной среде двухвалентную медь, которую окисляют железоммонийными квасцами с последующим титрованием восстановленного двухвалентного железа раствором калия марганцовокислого. Погрешность метода 1,1 %, при доверительной вероятности  $P=0,95$  [27].

1.6. Содержание белка – по методу Кьельдаля, основанном на минерализации пробы продукта концентрированной серной кислотой в присутствии окислителя, инертной соли - сульфата калия и катализатора – сульфата меди. При этом аминокислоты белка превращаются в сульфат аммония, растворенный в серной кислоте. Погрешность метода 0,6 %, при доверительной вероятности  $P=0,95$  [27, 117].

1.7. Зольность – согласно ГОСТ 25555.4-91 Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения золы и щелочности общей и водорастворимой золы. Сущность метода основана на озолении пробы продукта при температуре  $(525 \pm 25) ^\circ\text{C}$  и определении массы золы.

1.8. Аскорбиновую кислоту – по ГОСТ 24556-89 Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения витамина С. Сущность метода основана на экстрагировании витамина С раствором кислоты с последующим титрованием визуально раствором 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия до установления светло-розовой окраски.

1.9. Содержание  $\beta$ -каротина – колориметрическим методом по Мурри, основанном на фотометрическом определении массовой концентрации каротина в растворе, полученном после экстрагирования каротина из продуктов органическим растворителем и очищенном от

сопутствующих красящих веществ с помощью колоночной хроматографии [27, 70].

1.9 Содержание токоферола – фотоэлектроколориметрическим методом [27, 117].

1.11 Содержание пищевых волокон – ферментативным методом, сущность которого заключается в гидролизе и удалении белковых и крахмалистых веществ ферментами, аналогичными ферментам пищеварительного тракта человека из пробы [117].

1.12 Содержание кальция – по методу, основанному на распылении раствора минерализата испытуемой пробы в воздушно-ацетиленовом пламени. Металлы, находящиеся в растворе минерализата, попадая в пламя, переходят в атомное состояние. Величина адсорбции света с длиной волны соответствующей резонансной линии, пропорциональна значению концентрации металла в испытуемой пробе [117].

2. Методы исследования муки, дрожжей хлебопекарных прессованных и теста

Анализ муки пшеничной проводили согласно ГОСТ Р 52189-03. Дрожжи прессованные характеризовали по органолептическим показателям, влажности и подъемной силе в соответствии с ГОСТ 54731-11.

2.1 Органолептические показатели муки пшеничной высшего сорта определяли согласно ГОСТ 27558-87 Мука и отруби. Методы определения цвета, запаха, вкуса и хруста.

2.2 Массовую долю влаги муки - по ГОСТ 9404-88 Мука и отруби. Метод определения влажности. Сущность метода заключается в обезвоживании муки в воздушно-тепловом шкафу при фиксированных параметрах температуры и продолжительности сушки.

2.3 Водопоглонительную способность муки определяли по количеству мл воды, необходимой для замешивания теста из 50 г муки [24, 97].

2.4 Массовую долю клейковины муки – по ГОСТ 27839-88 Мука пшеничная. Методы определения количества и качества клейковины.

Сущность метода заключается в отмывании клейковины из теста вручную и последующем ее взвешивании.

2.5 Упруго-эластичные свойства клейковины оценивали по показателям прибора ИДК-3М. Испытания проводились в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора.

2.6 Растяжимость клейковины – по линейке [30].

2.7 Силу муки определяли методом расплываемости шарика теста [97].

2.8 Титруемую кислотность теста – по методике, представленной в «Практикум по технологии хлеба, кондитерских и макаронных изделий (технология хлебобулочных изделий)», методом титрования [97].

2.9 Газообразующую способность определяли по количеству диоксида углерода, выделившегося из 100 г теста в течение 5 часов на приборе Яго-Островского [97].

2.10 Динамическую вязкость теста определяли на ротационном вискозиметре РВ-8М, в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора.

2.11 Адгезионную прочность теста определяли методом нормального отрыва на текстурном анализаторе СТЗ Texture Analyzer (Brookfield engineering laboratories, inc., США). Испытания проводят в соответствии с инструкцией по эксплуатации текстурного анализатора .

2.12 Подъемную силу дрожжей определяли методом всплывания шарика теста [97].

2.13 Жизнеспособность дрожжевых клеток определяли микроскопированием окрашенных препаратов. Применяли микроскоп БИОМЕД 2 в соответствии с инструкцией к прибору.

### 3. Методы определения качества хлебобулочных изделий

Выпечку исследуемых изделий проводили в лабораторных и производственных условиях. Хлеб анализировали через 16 - 18 часов после выпечки по органолептическим и физико-химическим показателям.

3.1 Органолептические показатели качества оценивали с

использованием 20-балловой шкалы с учетом коэффициента весомости, разработанной на базе, рекомендованной ФГБНУ НИИХП. Органолептическую оценку полученных образцов проводила дегустационная комиссия, в составе которой были представители ТГТУ, заместитель директора по производству ОАО «Тамбовский хлебозавод», технолог ТОГУП УПЦ «Комбинат школьного питания», мастера ТОГАОУ СПО МК им. И.Т. Карасева, в количестве 6 человек. На основании выставленных дегустаторами оценок вычисляли среднее значение каждого показателя. Для установления уровня качества хлебобулочных изделий результаты проведенных органолептических исследований качества умножались на коэффициент весомости.

3.2 Удельный объем хлеба оценивали по методике Л.И. Пучковой [112].

3.3 Формоустойчивость определяли как отношение высоты изделия к его диаметру, согласно методике Л.И. Пучковой [112].

3.4 Кислотность – по ГОСТ 5670-96 Хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности. Метод основан на нейтрализации кислоты, содержащейся в навеске, гидроокисью натрия (гидроокисью калия) в присутствии фенолфталеина до появления розовой окраски.

3.5 Пористость – по ГОСТ 5669-96 Хлебобулочные изделия. Метод определения пористости.

3.6 Крошковатость мякиша – по методике, приведенной в «Практикум по технологии хлеба, кондитерских и макаронных изделий (технология хлебобулочных изделий)» [97].

3.7 Структурно-механические свойства мякиша определяли на АП – 4/2, согласно инструкции по эксплуатации пенетрометра.

3.8 Степень свежести – черствости хлеба оценивали с использованием дифференцированной балльной шкалы оценки свежести-черствости хлеба. По каждому образцу хлеба дегустатором в дегустационном листке записывалась даваемая им балльная оценка следующих показателей качества хлеба: вкуса,

аромата (запаха), твердости (мягкости), эластичности и крошковатости мякиша. По каждому из перечисленных показателей качества хлеба дегустатор выставял балл, исходя из того, что балл 5 соответствовал очень свежему хлебу, 4 – свежему хлебу, 3 – умеренно черствому хлебу, 2 – черствому и 1 – очень черствому. По дегустационным листкам для каждого образца хлеба по каждому признаку качества вычислялось среднее значение балла [3].

3.9 Массовую долю белка – по методу Къельдаля [27, 117].

3.10 Массовую долю сахара – по ГОСТ 5672-68 Хлеб и хлебобулочные изделия. Методы определения массовой доли сахара. Сущность метода заключается в способности редуцирующих сахаров восстанавливать в щелочном растворе окисную медь в закисную.

3.11 Содержание крахмала определяли с помощью поляриметрического метода путем его гидролиза раствором соляной кислоты, согласно методике, представленной в Р. 4.1.1672-03 [117].

3.12 Массовую долю жира – по ГОСТ 5668-68. Хлеб и хлебобулочные изделия. Методы определения массовой доли жира. Метод основан на извлечении жира из предварительно гидролизованной навески изделия растворителем и определении количества жира взвешиванием после удаления растворителя из определенного объема полученного раствора.

3.13 Содержание пищевых волокон – ферментативным методом [117, 123].

3.14 Содержание витамина С – по ГОСТ 24556-89 Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения витамина С.

3.15 Содержание витамина Е и  $\beta$ -каротина – методом высокоэффективной жидкостной хроматографии [117].

3.16 Массовую долю минеральных веществ – методом атомно-адсорбционной спектроскопии [117].

4. Безопасность сырья и готовых продуктов

Определяли по содержанию потенциально опасных химических

веществ и микробиологическим показателям СанПин 2.3.2.1078-01:

4.1 Хлорорганические пестициды – по ГОСТ 30349-96 Плоды, овощи и продукты их переработки. Методы определения остаточных количеств хлорорганических пестицидов.

4.2 Содержание токсичных элементов определяли согласно ГОСТ 26933-86 (кадмий), ГОСТ 26927-86 (ртуть), ГОСТ 26930-86 (мышьяк), ГОСТ 26932-86 (свинец).

4.2 Определение картофельной болезни хлеба проводили двумя методами:

- а) технологический метод (метод пробных лабораторных выпечек);
- б) бактериологический метод - по ГОСТ 10444.15-94 Продукты пищевые. Методы определения качества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. Метод основан на высеве продукта на агаризованные среды; инкубировании посевов, подсчете всех выросших видимых колоний.

4.5 БГКП – по ГОСТ Р 52816-07 Продукты пищевые. Методы определения и выявления количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий).

4.6 Патогенные микроорганизмы, в т.ч. бактерии рода сальмонеллы – по ГОСТ Р 52814-07.

4.7 Плесени – по ГОСТ 10444.12-13. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов.

Испытания проводили совместно с сотрудниками центра «Биотест» Московского государственного университета прикладной биотехнологии.

Достоверность экспериментальных данных оценивали методами математической статистики. Вероятность различий средних показателей в группах определяли с использованием критерия Стьюдента. Различия считали достоверными при уровне значимости  $P < 0,05$ .

### **Глава 3. ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ**

#### **3.1 Анализ потребительских предпочтений жителей г. Тамбова в отношении хлебобулочных изделий**

Хлебобулочные изделия являются незаменимым продуктом, который входит в ежедневный рацион питания большинства жителей нашей страны. С целью выявления фактических предпочтений потребителей в группе хлебобулочных изделий был проведен опрос 318 жителей г. Тамбова по разработанным анкетам. Возраст респондентов распределился следующим образом: до 20 лет - 11,6 %, от 21 до 30 лет - 29,1 %, от 31 до 45 лет - 34,8 %, старше 45 лет - 24,5 %. Из них мужчин было 41 %, а женщин 59 %. Большая часть опрошиваемых (68,1%) проживает с семьей, которая состоит из 3 ÷ 4 человек. По уровню душевого дохода в месяц респонденты разделились следующим образом, руб/мес: менее 4000 – 8,5 %; от 4000 до 10 000 – 47,9 %; от 10 001 до 15 000 – 26,7 %; более 15 000 – 16,9 %.

Около половины респондентов указали, что расходуют на питание от 40 до 65 % семейного бюджета, а 15,8 % даже более 65 %. При этом 83 % опрошенных указали, что хлеб и хлебобулочные изделия являются продуктом ежедневного потребления. Касательно наиболее употребляемых видов хлебобулочных изделий предпочтение респонденты отдали хлебобулочным изделиям из пшеничной муки, а так же хлебу из смеси ржаной и пшеничной муки (рис. 9).

Среди опрошенных жителей г. Тамбова 79 % употребляет хлебобулочные изделия 3 и более раз в день, 19 % - 1 ÷ 2 раза в день, 2 % - употребляют хлебобулочные изделия редко.

Абсолютное большинство респондентов оценили качество потребляемых хлебобулочных изделий как удовлетворительное (53%), 11 % -

довольны качеством изделий, 29 % - считают его хорошим, а 7 % - неудовлетворительным.

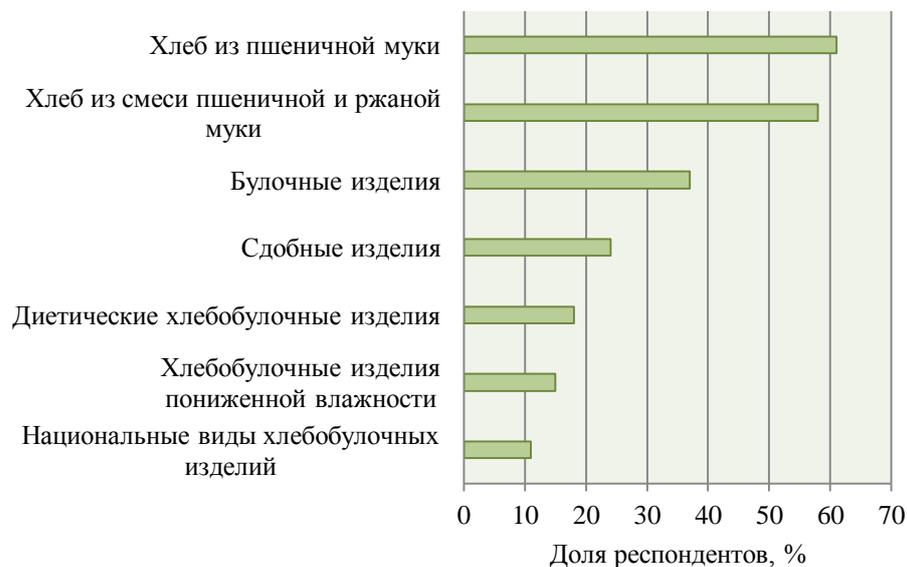


Рисунок 9 – Употребляемые виды хлебобулочных изделий

В качестве основных потребительских характеристик хлебобулочных изделий респонденты отметили такие показатели готового продукта как: свежесть, внешний вид, вкус и аромат, цвет мякиша и пищевую ценность (рис. 10). При этом такой показатель как пищевая ценность, по мнению респондентов, имеет наименьшее значение. Несмотря на это 76,4 % опрошенных считают, что производство продукции лечебного и профилактического назначения необходимо.

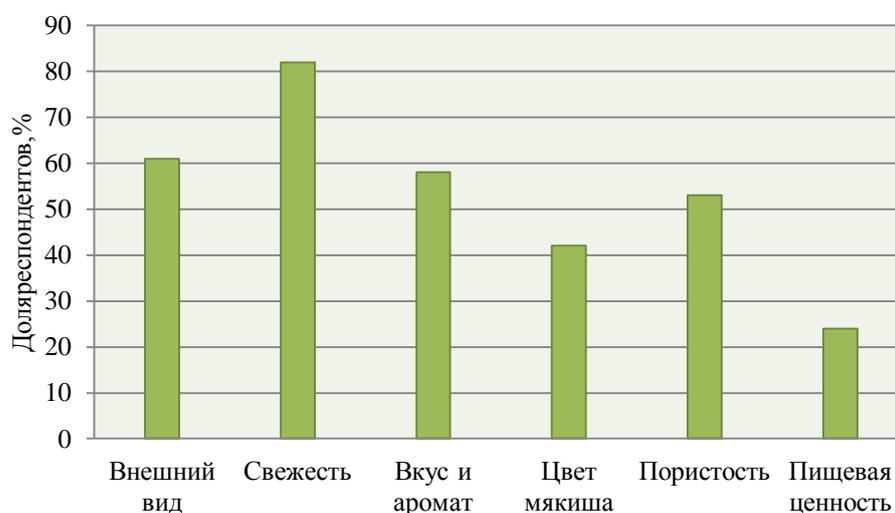


Рисунок 10 - Потребительские характеристики хлебобулочных изделий

Большинство респондентов отмечали необходимость обогащения хлебобулочных изделий витаминами и минеральными веществами (58,8 %), пищевыми волокнами (41,3 %), белками (23,7 %), аминокислотами (18,7 %). При этом 81,4 % респондентов настаивали на необходимости использования в качестве ингредиентов натурального сырья и полуфабрикатов, из них 38,3% отдали предпочтение овощному и плодovому сырью.

На основании проведенного опроса было установлено, что большинство жителей г. Тамбова отдают предпочтение изделиям из пшеничной муки, а так же хлебу из смеси ржаной и пшеничной муки. Подавляющее большинство респондентов при покупке хлебобулочных изделий обращают внимание на его свежесть, внешний вид, вкус и аромат. Более половины опрошенных проявляют интерес к обогащенным хлебобулочным изделиям, при этом в качестве обогащающего ингредиента наиболее предпочтительным является натуральное овощное и плодovое сырье.

### **3.2 Исследование органолептических показателей и химического состава растительных ингредиентов**

В связи с мировой тенденцией по обогащению пищевых продуктов питания, а так же с ухудшением качества основного сырья, широкое распространение получило использование в производстве, в том числе хлебопекарном, различных растительных ингредиентов. Они позволяют корректировать свойства применяемого сырья, влиять на технологический процесс производства и придавать готовым продуктам лечебное, профилактическое и функциональное назначение [62]. При этом внедрение безотходных технологий и комплексной переработки сырья, делает наиболее целесообразным использование в качестве растительных ингредиентов порошкообразных полуфабрикатов. Основным преимуществом в данном случае является то, что в процессе сушки сырье освобождается от части

влаги, благодаря чему приобретает незначительный объем и массу, происходит концентрация пищевых и биологически активных веществ.

Для эксперимента были взяты высушенные плоды шиповника (ТУ 9164-004-29604380) и рябины красной (ТУ 9164-113-11235137) урожаев 2010 - 2012 гг., которые предварительно измельчали.

Для обоснования целесообразности использования ППШ и ППР в рецептурах хлебобулочных изделий в качестве источника БАВ были изучены их органолептические показатели и химический состав (табл. 8).

ППШ и ППР представляют собой однородную сыпучую массу с характерным слабым фруктовым запахом, оранжевого и темно-оранжевого цвета соответственно (рис. 11).

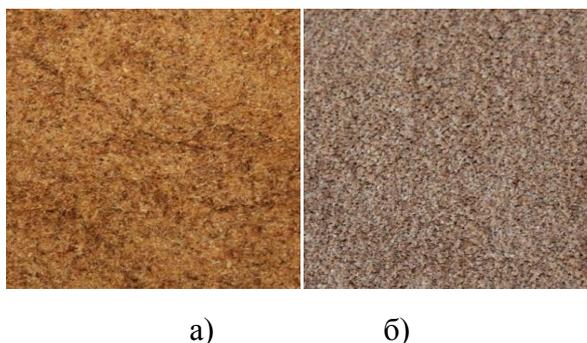


Рисунок 11 – Порошок из плодов шиповника (а) и рябины (б)

Химический состав ППШ и ППР (табл. 8) несколько отличается от химического состава свежих плодов, т.к. в результате удаления влаги и механической обработки плодов происходит концентрация пищевых веществ и потеря термически нестабильных компонентов [69, 22].

Усвояемые сахара ППШ и ППР в основном представлены моносахаридами – глюкозой, фруктозой и дисахаридом – сахарозой. При этом в результате термогидролитического расщепления части крахмала в процессе сушки и измельчения плодов, его содержание снижается, доля моносахаридов увеличивается, а сахарозы уменьшается [69]. Из таблицы 8 видно, что в сухих веществах порошков преобладают пищевые волокна, на содержание которых процесс сушки и измельчения практически не влияет. В

связи с этим ППШ и ППР можно рекомендовать для обогащения хлебобулочных изделий пищевыми волокнами, способными повысить сопротивляемость организма к неблагоприятным воздействиям окружающей среды и оказать благоприятное влияние на моторную функцию кишечника [69].

Таблица 8 – Среднее значение химического состава порошков из плодов шиповника и рябины за 2010 - 2012 гг

Наименование показателя	Значение показателей	
	порошок из плодов шиповника	порошок из плодов рябины
Белки, г	3,40	2,60
Пищевые волокна, г/100 г с.в.	49,68	59,90
Моно- и дисахариды, г	42,10	18,40
Зола, г	2,00	3,20
Аскорбиновая кислота, мг	700,00	50,50
β-каротин (провитамин А), мг	4,90	9,80
Токоферолы, мг	3,80	3,10

Сравнительная оценка минерального состава объектов исследования и муки пшеничной в/с (содержание золы 0,5 %) показала, что ППШ и ППР превосходят пшеничную муку по содержанию минеральных веществ.

Согласно таблице 8 в исследуемых образцах обнаружены такие витамины как С, Е и β-каротин, которые известны как мощные антиоксиданты и антигипоксанты. Из приведенных данных следует, что сохранность витамина С в ППШ и ППР составила 70 и 74 %. Это обусловлено присутствием полифенольных соединений, оказывающих стабилизирующее действие на витамин, подавлением действия фермента аскорбатоксидазы [69]. Наиболее термоустойчивыми оказались жирорастворимые витамины: β-каротин и витамин Е.

Таким образом, доказано, что в процессе термической и механической обработки плоды шиповника и рябины теряют часть пищевых и биологически активных веществ. При этом установлено, что полученные порошки являются многокомпонентными, полифункциональными, БАВ, которые целесообразно применять в рецептурах хлебобулочных изделий с целью обогащения последних микронутриентами.

### 3.3 Определение сроков хранения и показателей безопасности растительных ингредиентов

С целью установления оптимальных сроков хранения ППШ и ППР проводили исследования динамики их состава и микробиологических показателей [28] в течение 12 месяцев при  $t=18 \div 20$  °С и относительной влажности воздуха  $65 \div 70$  %.

Анализ данных, представленных на рисунке 12, позволяет сделать следующие выводы:

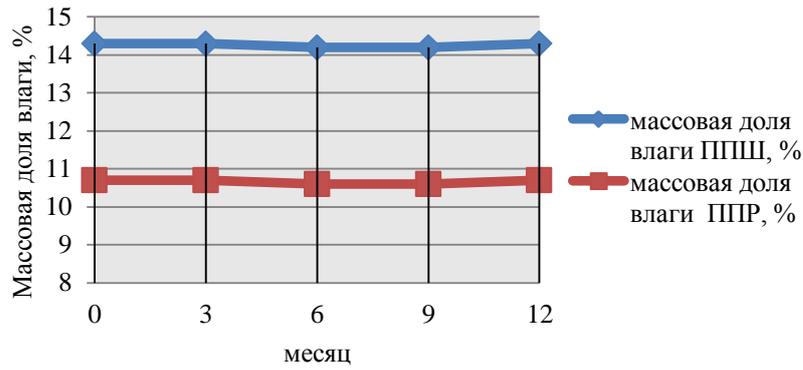
1. Влажность ППШ и ППР, хранящихся при заданных условиях, не изменяется (рис. 12 а). Невысокая влажность исследуемых образцов обеспечивает микробиологическую стабильность, повышает удобство и сроки хранения ценного сырья, содержащего БАВ.

2. Титруемая кислотность ППШ и ППР через 12 месяцев хранения увеличивается по сравнению с первоначальной на 3,6 и 3,4 %, соответственно (рис. 12 б). Это может быть связано с процессами незначительного окисления моносахаридов в кислой среде (окисляется только альдегидная группа), благодаря чему получают так называемые альдоновые кислоты и происходит накопление жирных кислот в результате гидролиза липидов [105, 22].

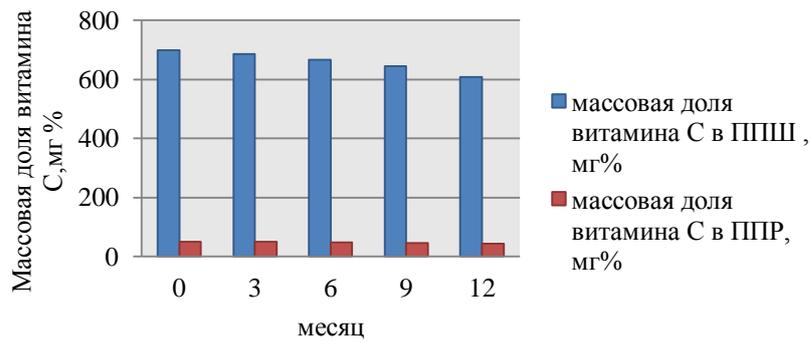
3. Потеря витамина С при хранении ППШ и ППР через 12 месяцев соответствует 13,1 и 13,5 %, что связано с процессом окисления аскорбиновой кислоты под действием кислорода (рис. 12 в).

Полученные данные свидетельствуют о том, что в течение 9 месяцев показатели качества порошков являются стабильными. По истечении 9 месяцев в ППШ и ППР усиливаются процессы расщепления БАВ, происходит нарастание кислотности, а аромат становится менее выраженным.

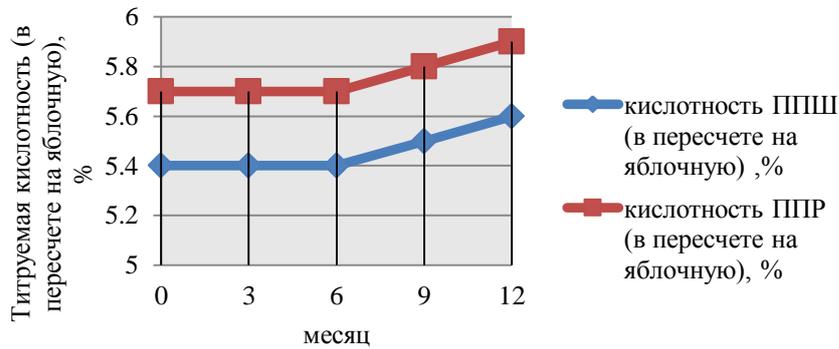
В процессе хранения ППШ и ППР был исследован состав их микрофлоры (табл. 9).



а)



б)



в)

Рисунок 12 – Динамика в процессе хранения: а) массовой доли влаги; б) массовой доли витамина С; в) титруемой кислотности

Таблица 9 – Результаты исследования микрофлоры порошков

Показатель микрофлоры порошков	Значение показателей				Значение показателя по СанПиН 2.3.2. 1078-01
	порошок из плодов шиповника при хранении		порошок из плодов рябины при хранении		
	0 месяцев	12 месяцев	0 месяцев	12 месяцев	
1	2	3	4	5	6
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	не обнаруж.	$5,0 \times 10^3$	не обнаруж.	$3,0 \times 10^3$	$5,0 \times 10^4$

1	2	3	4	5	6
Масса продукта (г), в которой не допускается БГКП	не обнаруж.	не обнаруж.	не обнаруж.	не обнаруж.	0,1
Масса продукта (г), в которой не допускается патогенные микроорганизмы, в том числе бактерии рода сальмонеллы	не обнаруж.	не обнаруж.	не обнаруж.	не обнаруж.	10
Плесневые грибы, КОЕ/г	не обнаруж.	40	не обнаруж.	20	не более 100

Как видно из таблицы, количество микроорганизмов через 12 месяцев хранения порошков возросло незначительно во всех исследуемых образцах, но не превысило предельно допустимых норм.

Низкая бактериальная обсемененность продуктов переработки ППШ и ППР в процессе хранения обусловлена наличием в их составе таких веществ, как флавоноиды, липиды и пектиновые вещества, которые тормозят развитие микроорганизмов [69]. Бактерицидные свойства ППР несколько выше, чем у ППШ. Это объясняется тем, что плоды рябины содержат парасорбиновую и сорбиновую кислоты, тормозящие рост микроорганизмов, грибов и плесеней.

На основании сравнительного анализа органолептических и физико-химических показателей рекомендован срок хранения ППШ и ППР в течение 9 месяцев при температуре  $18 \div 20$  °С и относительной влажности воздуха  $65 \div 70$  %.

## Глава 4. ВЛИЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ НА СВОЙСТВА СЫРЬЯ И ПОЛУФАБРИКАТОВ

### 4.1 Исследование влияния растительных ингредиентов на хлебопекарные свойства муки пшеничной

Одним из основных видов сырья в хлебопекарном производстве является мука. На мукомольных и хлебопекарных предприятиях РФ оценку хлебопекарных свойств пшеничной муки проводят по следующим показателям: цвет и способность к потемнению, гранулометрический состав, «сила» и газообразующая способность. Эти данные важны для рациональной организации технологического процесса производства хлебобулочных изделий. В связи с этим целесообразным является исследование воздействия обогащающих растительных ингредиентов на хлебопекарные свойства пшеничной муки.

В качестве объектов исследования была выбрана мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта. Характеристика пробы пшеничной муки представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Показатели качества пшеничной хлебопекарной муки

Наименование показателей пшеничной муки	Значение показателей пшеничной муки высшего сорта
Вкус	свойственный пшеничной муке, без посторонних привкусов, не кислый, не горький;
Запах	свойственный пшеничной муке, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневелый;
Влажность, %	14,00
Содержание сырой клейковины, %	35,13
Газообразующая способность, см <sup>3</sup> СО <sub>2</sub>	1250,00
Упругость клейковины, ед. приб. ИДК-3М	71,80
Растяжимость, см	16,50

В ходе эксперимента сушеные плоды шиповника и рябины измельчали до размера частиц 20 ÷ 100 мкм, 100 ÷ 180 мкм и 180 ÷ 360 мкм.

Тесто готовили с внесением порошков в количестве 1, 3, 5 и 7 % от

массы муки пшеничной высшего сорта [28], с соотношением шиповника и рябины 1:1, 1:2 и 2:1, соответственно.

Хлебопекарные свойства муки и качество готового продукта напрямую зависят от количества клейковины и ее свойств. Клейковина муки представляет собой связанную, упругую, эластичную массу, образованную из нерастворимых в воде фракций белкового вещества муки – глиадиновой и глютеиновой. Поэтому на первом этапе исследовали влияние ППШ и ППР на показатели качества клейковины пшеничной муки.

Внесение ППШ и ППР в количестве 1, 3, 5 и 7 % приводило к снижению клейковины пшеничной муки на  $2,8 \div 18,6$  % (при соотношении ППШ и ППР 1:1), на 2,9 - 20,0 % (при соотношении ППШ и ППР 1:2) и на  $3,0 \div 20,5$  % (при соотношении ППШ и ППР 2:1). Полученные данные представлены на рисунке 13. Одновременно с этим в процессе гидратации и набухания происходит восстановление полимерных структур ППШ и ППР, диссоциация органических и аминокислот, все это способствует укреплению структурно-механических свойств клейковины.

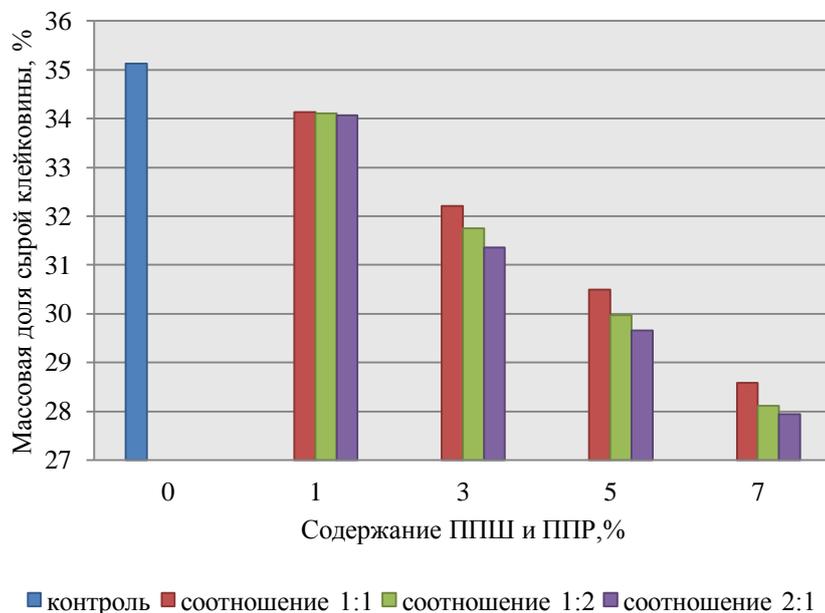


Рисунок 13 – Массовая доля сырой клейковины

Содержащийся в растительных ингредиентах витамин С, попадая в тесто, подвергается сопряженному действию таких ферментов как



Таблица 11 – Влияние растительных ингредиентов на растяжимость, упругие свойства клейковины и водопоглотительную способность теста

Наименование показателей	Значение показателей				
	Контроль	Растительный ингредиент, % от массы муки	Соотношение порошков из плодов шиповника и рябины		
			1:1	1:2	2:1
Растяжимость, см	16,5	1	16,0	16,1	15,8
		3	14,8	14,9	14,5
		5	13,7	13,8	13,5
		7	13,5	13,6	13,3
Качество, ед.пр. ИДК-3М	71,8	1	71,6	71,7	71,4
		3	69,9	70,0	69,7
		5	67,1	67,2	66,9
		7	66,6	66,7	66,4
Водопоглотительная способность, мл	50,0	1	50,0	50,0	50,0
		3	50,0	51,0	51,0
		5	51,0	51,0	52,0
		7	51,0	51,0	52,0

Полученные данные свидетельствуют о возможности применения ППШ и ППР в качестве улучшителей свойств теста, в частности при использовании слабой по силе муки [3, 22, 28].

Газообразующая способность муки представляет собой способность приготовленного из нее теста, с добавлением дрожжей, образовывать диоксид углерода. Получив сведения о значении данного показателя можно прогнозировать интенсивность брожения теста, ход окончательной расстойки и качество хлеба, в том числе окраску корки [95, 139]. При этом газообразующая способность муки играет важную роль при выработке хлебобулочных изделий, в рецептуре которых отсутствует сахар.

Показатель газообразующей способности муки зависит от наличия в ней сахаров и сахаробразующей способности. Содержание сбраживаемых дрожжами сахаров в пшеничной муке обусловлено составом зерна, выходом муки и колеблется в пределах от 0,7 до 1,8 % на СВ. Более высокие сорта муки получают из центральных слоев эндосперма, в связи с этим в них присутствует больше крахмала и меньше белков, пищевых волокон, сахаров, жира, макро-, микроэлементов, витаминов, которые сосредоточены в его

периферийных частях. Сахара муки содержат глюкозу, фруктозу, арабинозу, галактозу, сахарозу, мальтозу, раффинозу [3, 22, 139].

Согласно представленным на рисунке 15 данным, контрольный образец пшеничной муки имеет невысокую газообразующую способность (менее 1300 мл  $\text{CO}_2$ ), что в последствии негативно скажется на процессе приготовления теста, поскольку собственные сахара муки будут сброжены в первые часы и к концу брожения теста (при расстойке и в начальной фазе выпечки тестовой заготовки) их будет недостаточно. В связи с этим хлебобулочные изделия из такого теста будут плохо разрыхлены, а корка бледно окрашена, ведь именно несброженные сахара участвуют в реакции меланоидинообразования, отвечающей за специфическую окраску корки. Кроме того, побочные и промежуточные продукты реакции сахаров с продуктами распада белков отвечают за вкус и аромат хлеба [3, 22, 139]. В связи с этим можно утверждать, что вкус и аромат хлеба из такой муки будут менее выраженными.

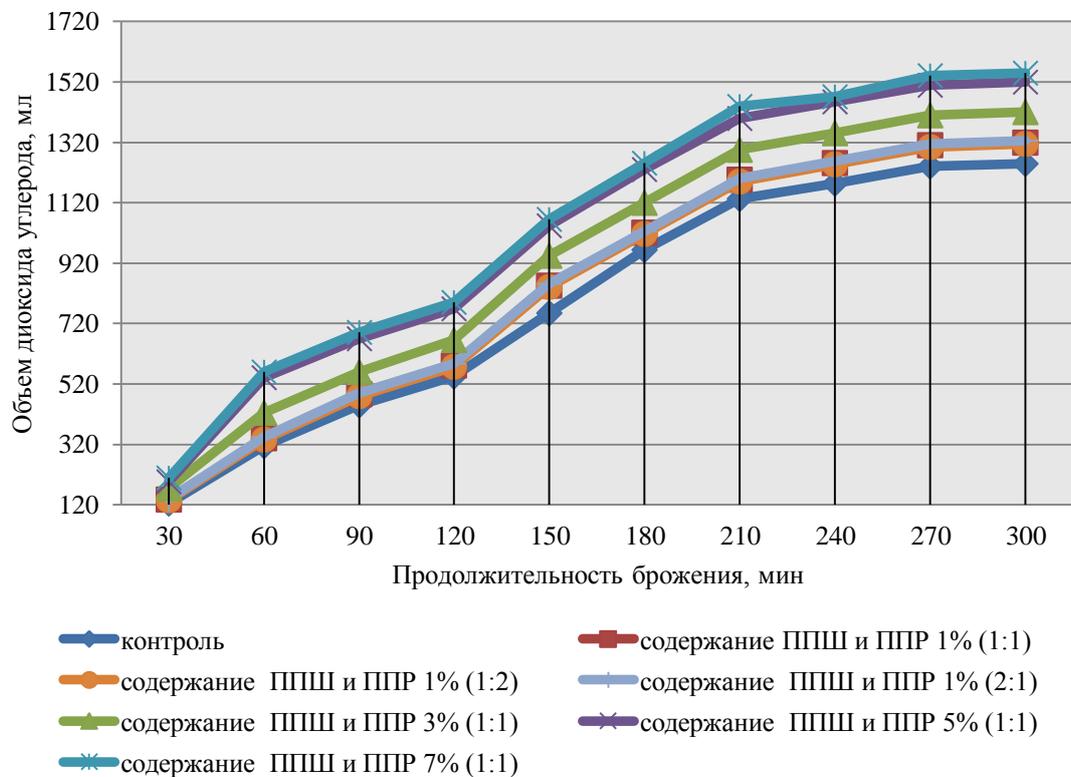


Рисунок 15 – Динамика газообразования

Установлено, что внесение ППШ и ППР в дозировках  $1 \div 7$  % от массы муки увеличивает количество выделившегося углекислого газа за 300 мин брожения по сравнению с контролем в  $1,056 \div 1,240$  раз (при соотношении ППШ и ППР 1:1), в  $1,052 \div 1,236$  раз (при соотношении ППШ и ППР 1:2) и в  $1,060 \div 1,244$  раза (при соотношении ППШ и ППР 2:1). Динамика газообразования представлена на рисунке 15.

Это связано с большим содержанием моно- и дисахаридов в исследуемых порошках. Однако внесение ППШ и ППР более 5% к массе муки приводит к потере диоксида углерода в связи с ограниченной эластичностью клейковинного каркаса [28]. Поэтому в дальнейших исследованиях количество вносимых ППШ и ППР ограничили 5%.

Анализ полученных данных свидетельствует о положительном влиянии растительных ингредиентов на хлебопекарные свойства пшеничной муки.

#### **4.2 Исследование влияния растительных ингредиентов и степени их измельчения на показатели качества хлебопекарных дрожжей**

Важное технологическое значение в хлебопечении имеет физиологическое состояние и биохимическая активность применяемых дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*, способных сбраживать сахара с образованием спирта и диоксида углерода. Жизнеспособность и подъемная сила хлебопекарных дрожжей обуславливает структуру полуфабрикатов, объем и форму готовых хлебобулочных изделий. В связи с этим возникает необходимость изучения влияния растительных ингредиентов на показатели качества хлебопекарных дрожжей.

Характеристика пробы хлебопекарных прессованных дрожжей представлена в таблице 12.

Подъемную силу дрожжей определяли по времени всплывания шарика теста, замешенного с добавлением  $1 \div 5$  % ППШ и ППР. Полученные данные представлены в таблице 13.

Таблица 12 – Показатели качества хлебопекарных прессованных дрожжей

Наименование показателей дрожжей хлебопекарных	Значение показателей хлебопекарных дрожжей
Цвет	светлый с сероватым оттенком, без плесневелого налета, полос и темных пятен на поверхности;
Консистенция	плотная, дрожжи легко ломаются, не мажутся;
Запах	характерный, слегка напоминающий фруктовый;
Массовая доля влаги, %	74,0
Подъемная сила (подъем теста до 70 мм), мин	69,0

Согласно данным таблицы 13, подъемная сила хлебопекарных дрожжей с внесением 1 ÷ 5 % растительных ингредиентов увеличилась по сравнению с контролем на 4,3 ÷ 15,9 % (при соотношении ППШ и ППР 1:1), на 2,9 ÷ 14,5 % (при соотношении ППШ и ППР 1:2) и на 5,8 ÷ 17,4 % (при соотношении ППШ и ППР 2:1).

Таблица 13 – Подъемная сила хлебопекарных дрожжей

Наименование показателя	Значение показателя подъемной силы				
	Контроль	Растительный ингредиент, % от массы муки	Соотношение порошков из плодов шиповника и рябины		
			1:1	1:2	2:1
Подъемная сила, мин	69	1	66	67	65
		3	63	64	62
		5	58	59	57

Для определения воздействия вносимых ППШ и ППР на жизнеспособность хлебопекарных дрожжей была поставлена серия модельных опытов [41]: в суспензию, изготовленную из прессованных дрожжей и воды при соотношении компонентов в массовых долях 1:3 из расчета расхода данной суспензии на 100 г муки, добавляли 3 % ППШ и ППР. Полученную смесь выдерживали в течение 120 мин при температуре 30 °С, при этом каждые 30 мин определяли жизнеспособность дрожжевых клеток посредством микроскопирования с объективом 40 (суспензию помещали на предметное стекло, подсушивали и окрашивали 0,05 % водным раствором метиленовой сини). Результаты полученных исследований

представлены на рисунке 16.

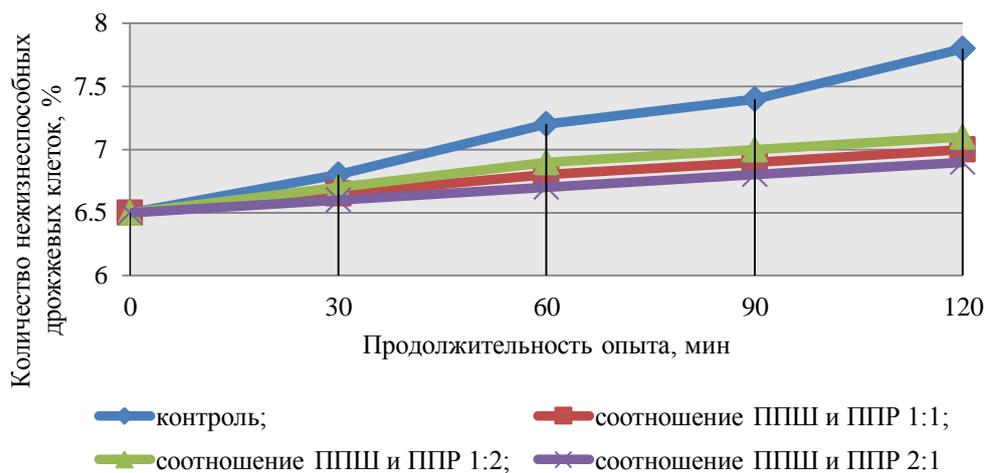


Рисунок 16 - Жизнеспособность дрожжевых клеток

Динамика жизнеспособности дрожжевых клеток имеет в среднем общую закономерность. Реакция клеток в среде, содержащей растительные ингредиенты, приводит к снижению количества нежизнеспособных клеток. Жизнеспособность дрожжевых клеток в суспензии с внесением ППШ и ППР через 2 ч превышает контроль, что связано со стимулирующим действием отдельных компонентов растительных ингредиентов: сахарами, витаминами, минеральными веществами и другими компонентами, служащими дополнительным источником энергии, необходимой для активной жизнедеятельности дрожжей. Содержащийся в ППШ и ППР калий, кальций, а также натрий активируют ферменты дрожжевой клетки, стимулирующие сбраживание мальтозы и мальтотриозы, тем самым влияя на скорость брожения теста.

Полученные данные свидетельствуют о целесообразности использования ППШ и ППР в качестве биостимулятора развития дрожжевых клеток.

Исследовали динамику кислотонакопления теста в течение 180 мин. Внесение ППШ и ППР в количестве  $1 \div 5$  % приводило к закономерному повышению титруемой кислотности теста в процессе брожения (рис. 17 и 18), что способствует ускорению процессов набухания и пептизации

белковых веществ теста. Следует отметить, что значения показателей кислотности теста ППШ и ППР с дисперсностью частиц  $20 \div 100$  мкм и  $100 \div 180$  мкм отличаются не значительно, при этом измельчение растительных ингредиентов до частиц менее 100 мкм приводит к повышению энергозатрат на измельчение сырья. Измельчение ППШ и ППР до размера частиц более 180 мкм замедляет процесс кислотонакопления в тесте и приводит к появлению органолептически различных включений в изделиях.

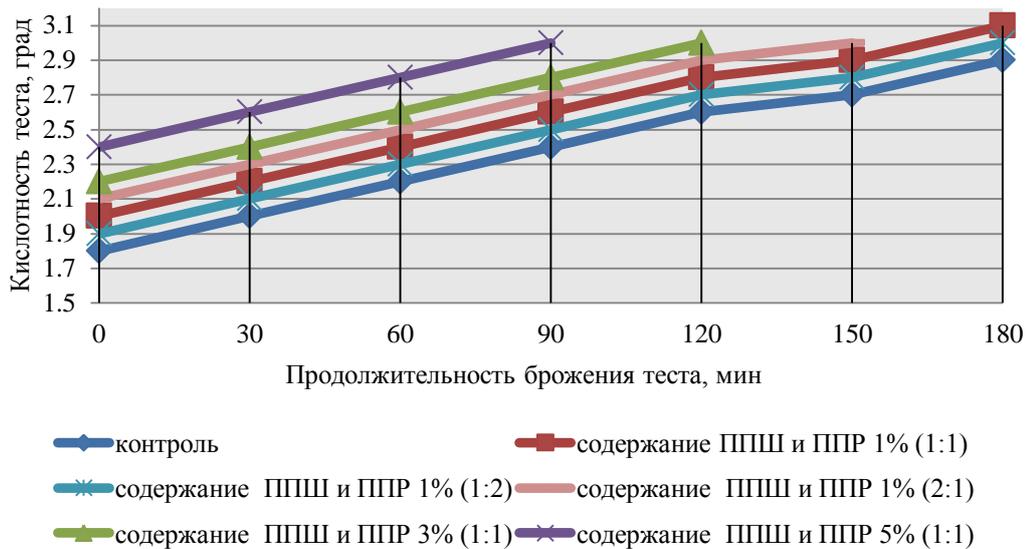


Рисунок 17 - Влияние растительных ингредиентов с размером частиц  $20 \div 100$  мкм на процесс кислотонакопления в тесте

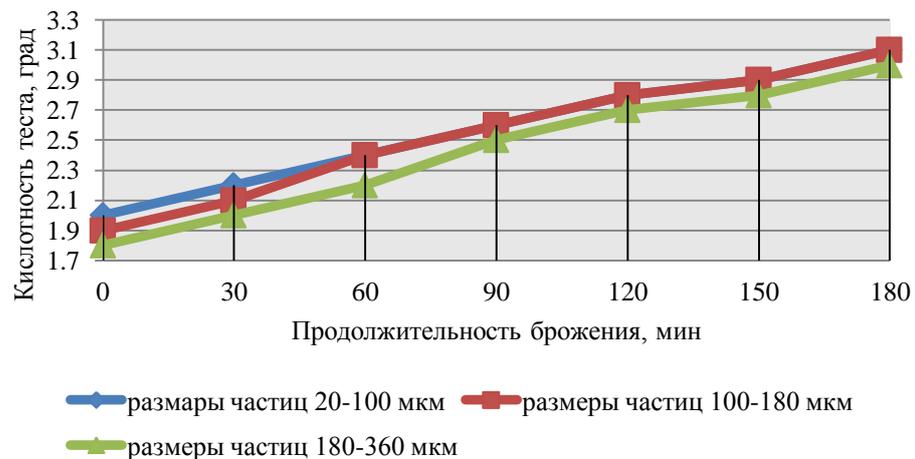


Рисунок 18 - Влияние растительных ингредиентов в дозировке 1% с соотношением компонентов 1:1 на процесс кислотонакопления в тесте

### 4.3 Исследование влияния растительных ингредиентов на реологические свойства теста

Оценку структурно-механических (реологических) свойств опытных образцов теста проводили по показателям адгезионной прочности, расплываемости шарика теста и динамической вязкости. Вязкость является одной из значимых реологических характеристик теста.

В ходе производства хлебобулочных изделий постоянно наблюдается процесс прилипания тестовых полуфабрикатов к рабочим поверхностям машин. При этом нормальная величина липкости необходима для осуществления некоторых операций механической обработки теста, в то время как избыточная – препятствует его перемещению и разделке.

Анализ рисунка 19 свидетельствует о снижении расплываемости шарика теста при внесении ППШ и ППР.



Рисунок 19 – Расплываемость шарика теста в течение 1 ч

На рисунке 20 представлена зависимость динамической вязкости теста контрольного и опытных образцов от продолжительности брожения. Установлено, что внесение ППШ и ППР способствует повышению показателя динамической вязкости теста. Это, вероятно, связано с процессом адсорбции гидрофильных ингредиентов ППШ и ППР на поверхности крахмальных зерен. В результате происходит повышение плотности частиц дисперсной фазы и межмолекулярного взаимодействия вследствие

увеличения пищевых волокон, содержащихся в растительных ингредиентах.

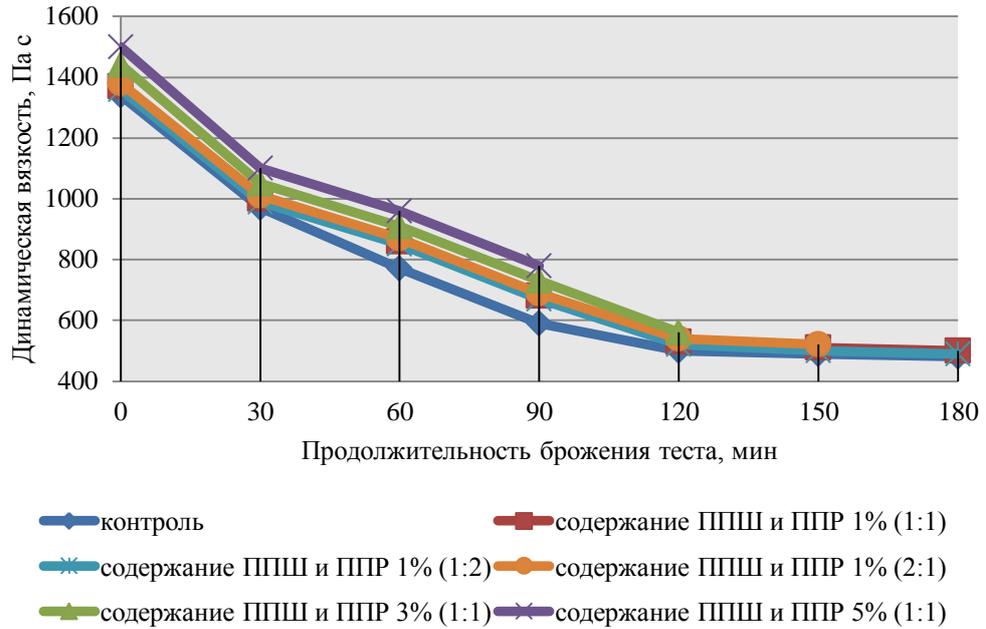


Рисунок 20 – Зависимость динамической вязкости теста от продолжительности брожения

Для оценки адгезионных свойств теста определялась адгезионная прочность при различном давлении контактирования и равномерном нормальном отрыве со скоростью индентора из нержавеющей стали - 0,2 мм/с (рис. 21).

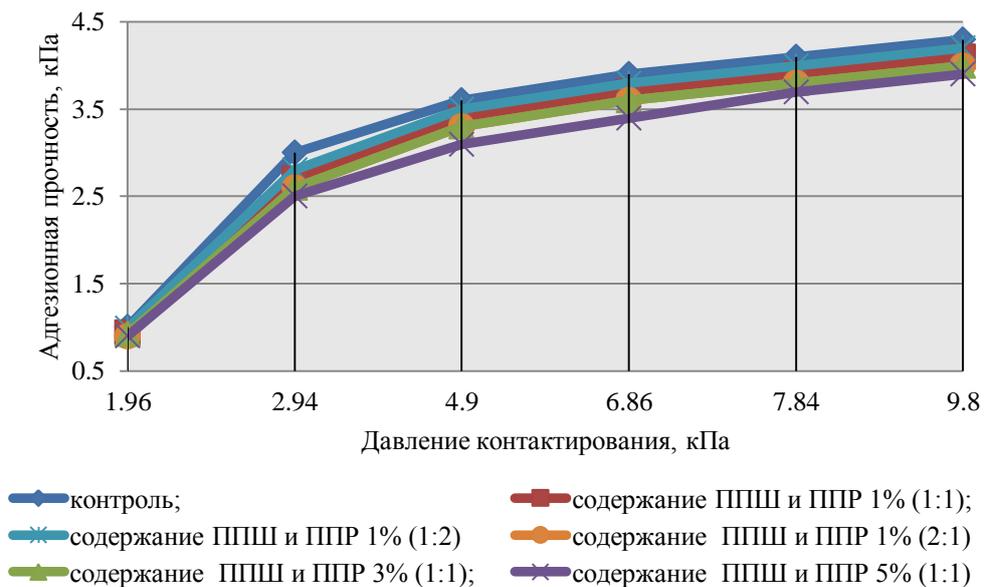


Рисунок 21 – Зависимость адгезионных свойств теста от давления контактирования

Таким образом, наименьшей адгезионной прочностью обладает опытная проба с растительными ингредиентами, что коррелируется с полученными данными вязкости теста (исследуемые образцы имеют более высокую вязкость по сравнению с контролем). Увеличение вязкости теста способствует менее интенсивному протеканию диффузионного процесса в месте его соприкосновения с индентором, в связи с этим усилия, затрачиваемые на разрыв межмолекулярных связей, понижаются. В результате уменьшения адгезии на всех стадиях технологического процесса производства хлебобулочных изделий происходит снижение потерь теста, что в свою очередь способствует повышению выхода готовых изделий.

## Глава 5. РАСТИТЕЛЬНЫЕ ИНГРЕДИЕНТЫ В РЕЦЕПТУРЕ И ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

### 5.1 Влияние способов приготовления теста, обогащенного растительными ингредиентами, на показатели качества хлеба из пшеничной муки

Приготовление теста является одной из центральных операций производства хлебобулочных изделий, обуславливающей дальнейший ход технологического процесса и качество готового продукта. В связи с этим целесообразным является выбор рационального способа его приготовления, способствующего получению высококачественного хлебобулочного изделия, обогащенного растительными ингредиентами.

Тесто замешивали однофазным и двухфазным способами, ППШ и ППР дисперсностью  $100 \div 180$  мкм вносили в количестве  $1 \div 3$  % к массе муки. Оценку качества готовых изделий проводили по следующим показателям: удельный объем, пористость, кислотность, структурно-механическим свойствам мякиша (рис. 22, 23, 24 и 25).

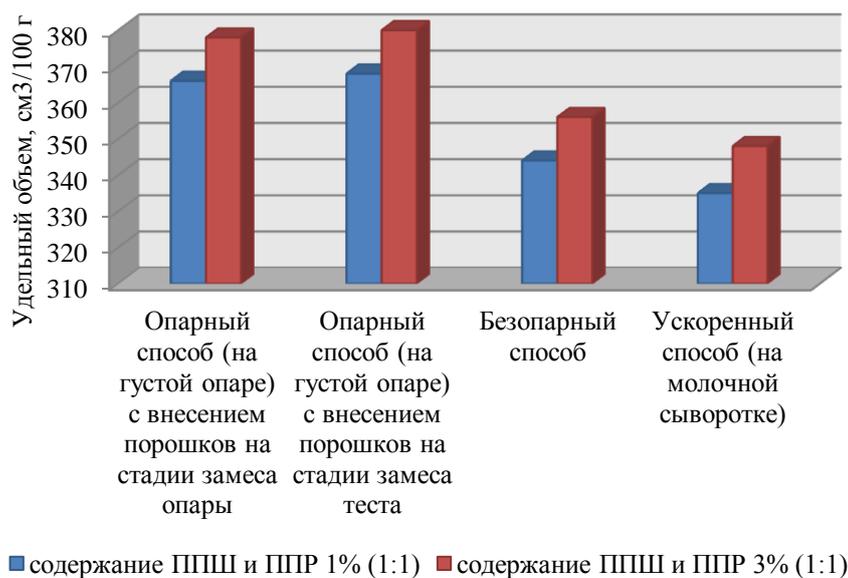


Рисунок 22 – Удельный объем хлеба с растительными ингредиентами при различных способах приготовления теста

Изготовление хлеба из пшеничной муки с растительными ингредиентами двухфазным методом увеличивает по сравнению с однофазным удельный объем на  $6 \div 8 \%$ , пористость на  $2,5 \div 2,7 \%$ , общую деформацию мякиша на  $4 \div 6 \%$ .

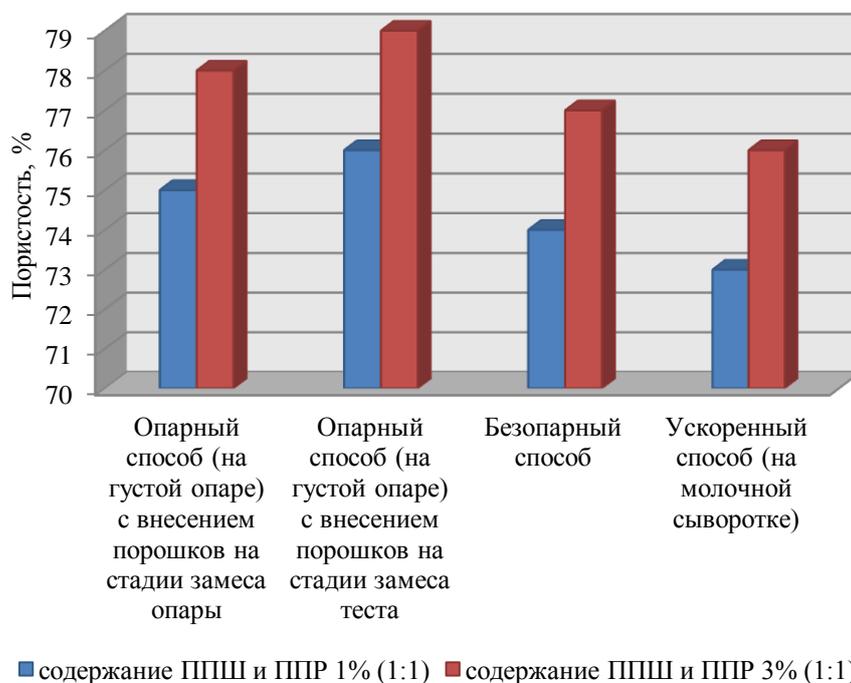


Рисунок 22 – Пористость хлеба из пшеничной муки с растительными ингредиентами при различных способах приготовления теста

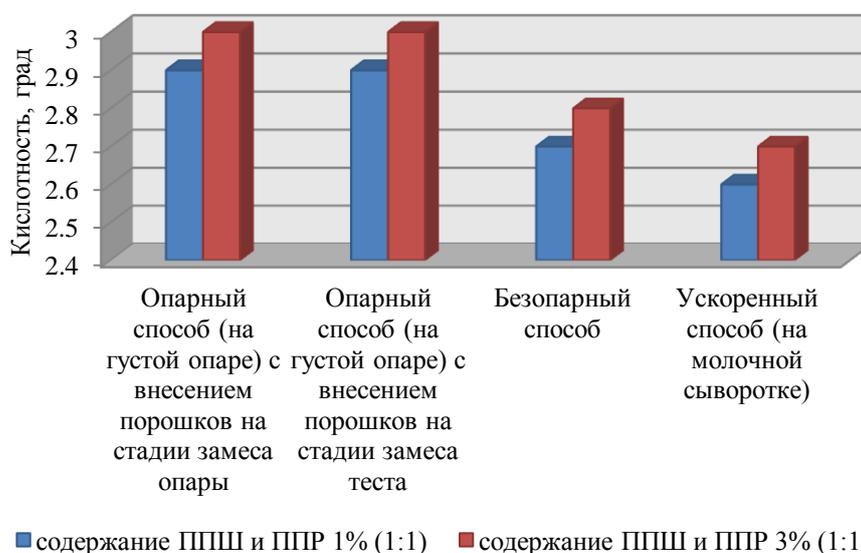


Рисунок 23 – Кислотность хлеба из пшеничной муки с растительными ингредиентами при различных способах приготовления теста

Установлено, что благодаря двухступенчатому брожению теста готовые изделия обладают более тонкостенной пористостью и эластичным мякишем, по сравнению с образцами хлеба, изготовленного безопарным и ускоренным методами. Благодаря накоплению кислот и ароматобразующих веществ, вкус и аромат хлеба, приготовленного опарным способом, выше, чем у других образцов. При этом, внесение растительных ингредиентов на стадии замеса теста способствует снижению потерь витаминов в процессе брожения и получению готового продукта с более яркой окраской корки, что вероятно связано с содержанием в тесте сахаров.

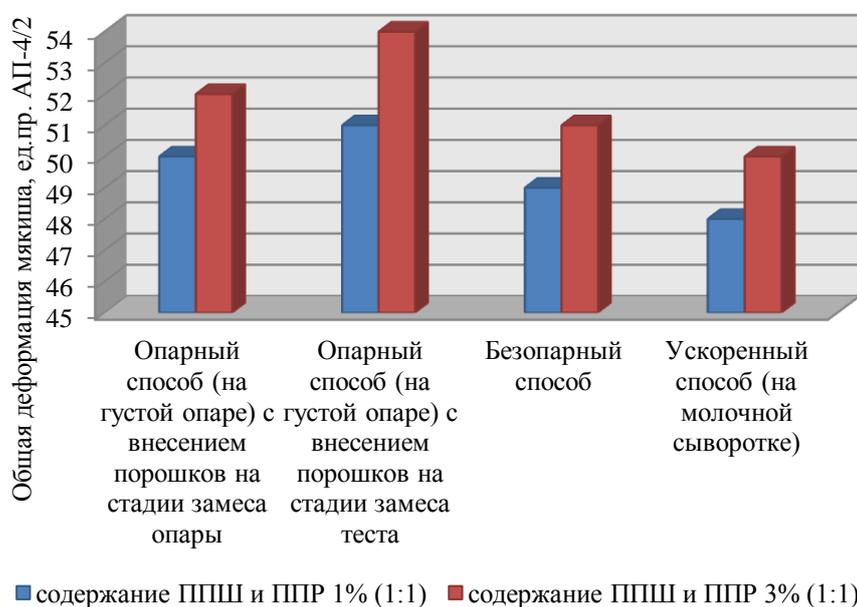


Рисунок 24 – Общая деформация мякиша хлеба из пшеничной муки с растительными ингредиентами при различных способах приготовления теста

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что более высокими показателями качества обладают образцы хлеба из пшеничной муки с растительными ингредиентами, приготовленные опарным способом, с внесением ППШ и ППР на стадии замеса теста. Такой способ производства обладает большой технологической гибкостью, что особенно важно при использовании муки с низкими хлебопекарными свойствами.

## 5.2 Исследование влияния способов внесения растительных

### ингредиентов на показатели качества хлеба из пшеничной муки

Влияние способа внесения растительных ингредиентов на качество готового продукта оценивали путем проведения лабораторных выпечек, тесто готовили опарным способом. ППШ и ППР дисперсностью  $100 \div 180$  мкм вносили в количестве 3 % к массе муки на стадии замеса теста в виде суспензии, эмульсии и в смеси с пшеничной мукой.

Пробы готовили следующим образом: суспензию получали смешиванием растительных ингредиентов с водой в соотношении 1:3; эмульсию - посредством интенсивного перемешивания ППШ, ППР, МП и воды в соотношении 1:1:1:3; муку пшеничную смешивали с ППШ и ППР в соотношении 3:1. Контролем служила проба хлеба из пшеничной муки, выпеченная без внесения порошков [120]. Качество готовых хлебобулочных изделий оценивали через 16 часов после выпечки. У образцов определяли такие показатели, как удельный объем, пористость, кислотность и структурно-механические свойства мякиша хлеба (общая деформация мякиша, пластическая и упругая деформации). Полученные данные представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Показатели качества хлеба из пшеничной муки при различных способах внесения растительных ингредиентов

Наименование показателей	Значение показателей			
	Контрольного образца	Различные способы внесения растительных ингредиентов		
		суспензия	эмульсия	в смеси с пшеничной мукой
1	2	3	4	5
Удельный объем, $см^3/100г$	320	376	386	380
Пористость, %	72,8	78	80	79
Кислотность, град	2,6	3,0	3,0	3,0
Структурно-механические свойства мякиша хлеба, ед. пр. АП – 4/2 $\Delta H_{общ}$	48	58	62	54

1	2	3	4	5
$\Delta H_{пл}$	28	36	38	34
$\Delta H_{упр}$	20	22	24	20

Установлено, что при внесении в рецептуру хлеба из пшеничной муки ППШ и ППР происходит изменение органолептических показателей качества изделий. Опытные пробы хлеба обладают тонкостенной пористостью, эластичным мякишем, выраженным хлебным вкусом и приятным фруктовым ароматом, корка изделий гладкая и с более яркой окраской, чем у контроля.

На показатель кислотности способ внесения растительных ингредиентов влияния не оказывает. У обогащенных образцов он несколько выше, чем у контрольного, что обусловлено изначально высокой кислотностью ППШ и ППР. Необходимо отметить, что значение показателя кислотности исследуемых образцов, обогащенных ППШ и ППР, не выходит за рамки допустимых норм и не ухудшает их органолептические показатели.

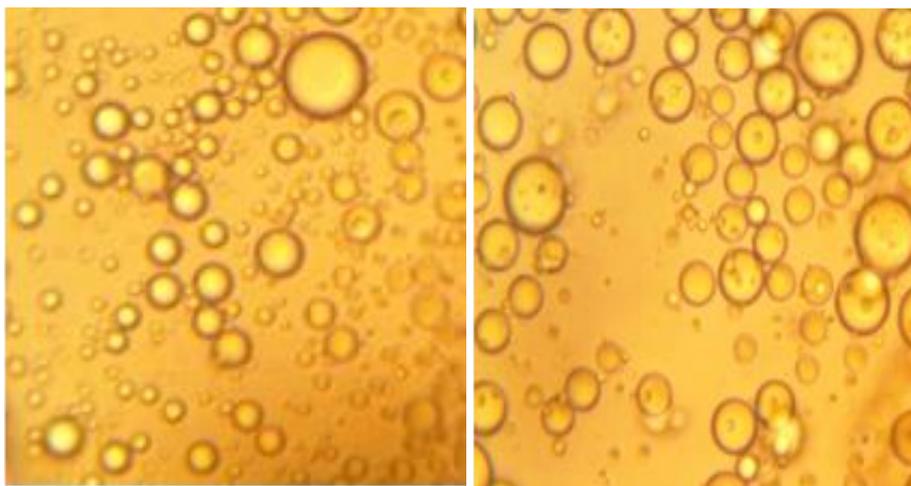
Добавление ППШ и ППР в рецептуру хлеба из пшеничной муки увеличивает по сравнению с контролем: удельный объем до 20,6 %; пористость до 9,9 %; общую деформацию мякиша до 29,2 %. Полученные данные свидетельствуют о том, что мякиш опытных образцов с ППШ и ППР более нежный и эластичный, по сравнению с контролем.

Установлено, что более высокие показатели качества имеет хлеб из пшеничной муки, полученный при внесении растительных ингредиентов в смеси с водой и МП. В связи с этим были проведены исследования микроструктуры смеси ППШ+ППР+МП на электронном микроскопе (рис. 25).

Анализ микрофотографий показал, что смесь представляет собой эмульсию, включающую непрерывную водную фазу, фазу капель масла, диспергированных в непрерывной водной фазе, фазу внутренних водяных капель, диспергированных в фазе капель масла и нерастворимых соединений ППШ и ППР, расположенных в фазе капель масла и в непрерывной водной фазе. Часть нерастворимых веществ, содержащихся в ППШ и ППР, адсорбируется на поверхности капель масла.

После перемешивания наблюдается процесс конгломерации отдельных капель масла, при этом через 30 мин их объем увеличивается в среднем на 26 %, по сравнению с первоначальным.

Таким образом, внесение растительных ингредиентов позволяет получить многофазную эмульсию. Наличие в составе ППШ и ППР пектиновых и белковых веществ обуславливают их эмульгирующую и стабилизирующую способности.



а)

б)

Рисунок 25 – Микроструктура смеси порошка из плодов шиповника и рябины, масла подсолнечного, воды: а) через 5 мин. после перемешивания; б) через 30 мин. после перемешивания

Внесение растительных ингредиентов в тесто в виде многофазной эмульсии способствует лучшему распределению ингредиентов по объему и получению однородной массы. Капли масла являются транспортным средством, обволакивающим  $\beta$ -каротин, тем самым защищая его от воздействия высоких температур, а также способствуют лучшему усвоению других жирорастворимых витаминов, содержащихся в ППШ и ППР.

Внесение растительного масла в количестве 3 % к массе муки, положительно влияет на реологические свойства теста, делая его более пластичным. Это связано с процессом адсорбции жира на поверхности крахмальных зерен и белковых мицелл, в результате чего ограничивается,

набухание этих коллоидов муки и возрастает содержание жидкой фазы теста, а связь между частицами твердой фазы теста снижается.

### **5.3 Системный анализ технологии производства хлебобулочного изделия, обогащенного растительными ингредиентами**

Выполненный комплекс научно-исследовательских работ направлен на совершенствование технологии производства хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности. На основании экспериментальных исследований предложены новые технические решения по применению растительных ингредиентов в технологии производства хлебобулочных изделий.

Технологическое решение предполагает внесение в тесто из пшеничной муки многофазной эмульсии, содержащей смесь ППШ и ППР. В связи с этим целесообразным является анализ технологических свойств химического состава компонентов хлеба из пшеничной муки, обогащенного растительными ингредиентами (табл. 15). Химический состав порошков представлен в п. 3.2.

Таблица 15 – Анализ технологических свойств химического состава компонентов хлеба из пшеничной муки

Наименование компонента	Химический состав компонентов	Технологические свойства				
		Наименование технологической стадии				
		Замес полуфабрикатов	Брожение полуфабрикатов	Разделка теста	Выпечка хлеба	Хранение хлеба
1	2	3	4	5	6	7
Мука пшеничная, в/с	белки клейковины и глютеин и глиадин	начало набухания; склеивание, формирование губчатого каркаса теста;	набухание и пептизация;	формирование основы реологических свойств теста (благодаря легко разрываемым нековалентным связям)	пептизация, термическая коагуляция, участие в образовании меланоидинов	-
	крахмал	набухание;	набухание гидролиз;	-	происходит частичный гидролиз; клейстеризация (разрыв крахмального зерна) участие в формировании корки	ретроградация, синерезис
	ферменты	протеолиз белка;	протеолиз белка;	-	-	-
Дрожжи хлебопекарные прессованные	-	-	спиртовое брожение; гидролиз крахмала до образования моносахаров, разрыхление теста за счёт выделившегося углекислого газа;	разрыхление теста за счёт выделившегося углекислого газа;	-	-

1	2	3	4	5	6	7
Соль поваренная	-	растворение и миграция в тесто;	стимулирование деятельности дрожжей, ослабление клейковины и повышение пептизации белка, повышение температуры клейстеризации крахмала;	повышение эластичности теста, за счет чего происходит улучшение его реологии;	влияние на объем изделия и окраску корки;	-
ППР, ППШ	моносахара	растворение и миграция в тесто;	является энергетическим субстратом для дрожжей;	является энергетическим субстратом для дрожжей;	участие в образовании меланоидинов;	-
	органические кислоты	миграция в тесто;	ускорение пептизации и набухания белковых веществ; снижение действия ферментов;	укрепление клейковины, что способствует влиянию на реологию теста;	формирование вкуса и аромата хлеба;	-
	аскорбиновая кислота	растворение и миграция в тесто;	-	повышение динамической вязкости теста, снижение адгезии;	-	-
	жирорастворимые витамины (токоферол, $\beta$ -каротин)	растворение и миграция в тесто;	-	-	-	-
	пищевые волокна	Набухание,	набухание,	-	-	увеличение

1	2	3	4	5	6	7
		встраивание в клейковинный каркас;	встраивание в клейковинный каркас;	-		содержания прочносвязанной влаги, что способствует снижению потери влаги в период хранения;
Масло подсолнечное (от 0,5%)	олеиновая ЖК	образование комплексных соединений с амилозой и амилопектином муки;	улучшение относительного скольжения структурных компонентов теста, повышение	-	-	предотвращение ретроградации крахмала;
	линолевая ЖК (ПНЖК)	встраивание в макроструктуру клейковинного каркаса;	газоудерживающей способность теста;	улучшение реологии теста;		-

На рисунке 26 представлена схема системного анализа технологических стадий производства хлеба из пшеничной муки, обогащенного растительными ингредиентами.

Технологический процесс производства хлебобулочных изделий состоит из следующих этапов:

замес и брожение полуфабрикатов,

разделка теста,

выпечка,

хранение готового изделия.

#### 1. Замес полуфабрикатов.

Назначение этой стадии заключается в получении однородного по всей массе теста, которое представляет собой гетерогенную систему, состоящую из твёрдой, жидкой и газообразной фаз. Твёрдая фаза - это белковый каркас теста с вкрапленными в него нерастворимыми компонентами. На протяжении всего технологического процесса эта фаза подвергается изменению под воздействием множества явлений, протекающих в полуфабрикатах и готовых изделиях. Жидкая фаза представляет собой распределённые в твёрдой фазе в виде мельчайших капель водные растворы солей и низкомолекулярных веществ или водно-жировую эмульсию. Соотношение свободной и связанной влаги в тесте непрерывно меняется, поскольку компоненты муки в процессе тестоприготовления связывают и водную, и жировую фазы. Все процессы, связанные с изменением жидкой фазы влияют на реологические свойства теста и мякиша готовых изделий. Убывание свободной влаги играет важную роль и при хранении готовых изделий. Количество газовой фазы меняется в процессе приготовления теста. Если на стадии замеса газовая фаза – это захваченный тестом воздух, то на стадии брожения она накапливается в тесте вследствие спиртового брожения. Газовая фаза разрыхляет тесто, формирует его пространственно-губчатую структуру, оказывает влияние на реологические свойства и играет важную роль при окончательной расстойке и выпечке.

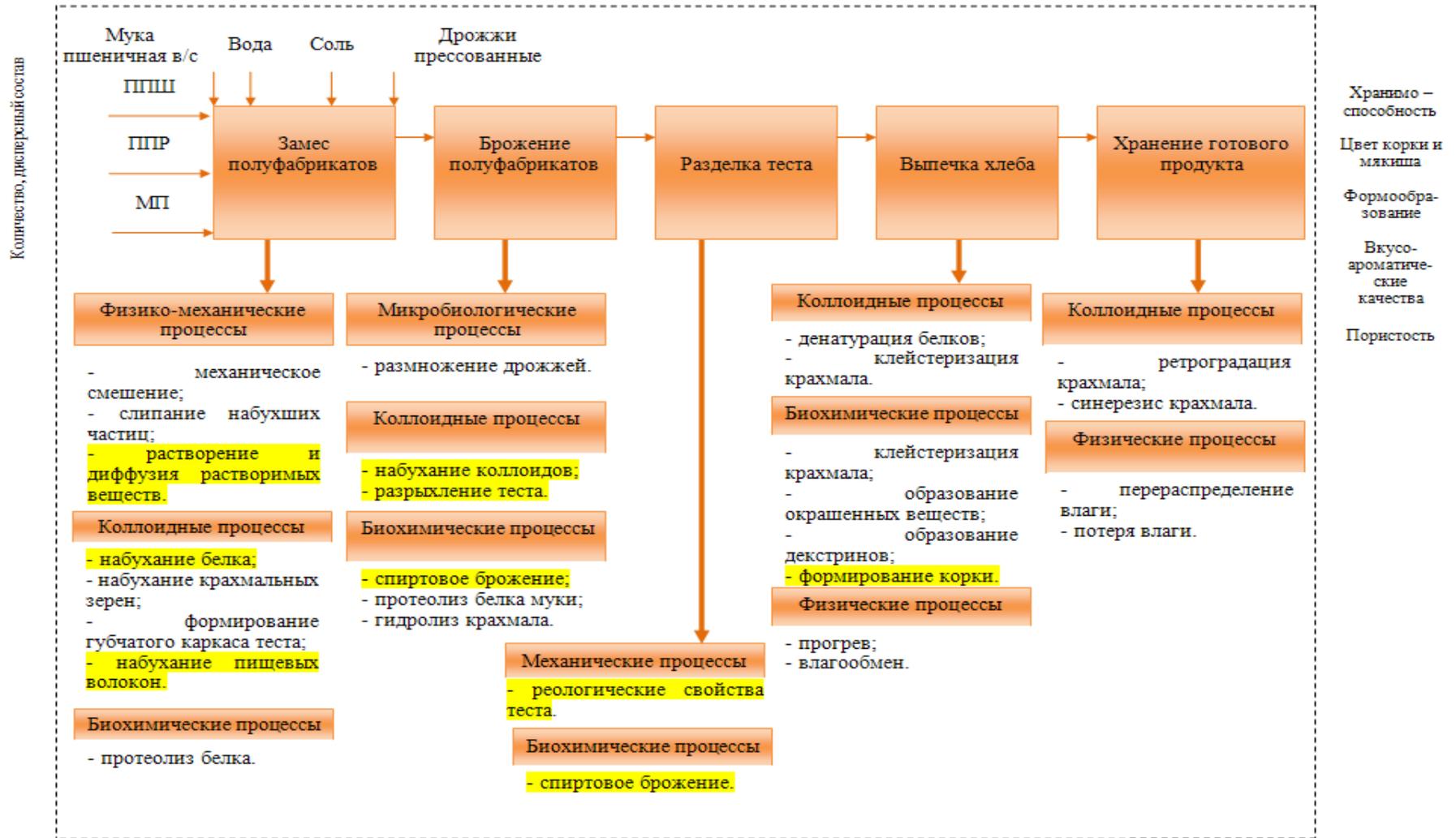


Рисунок 26 – Схема системного анализа технологических стадий производства хлеба из пшеничной муки, обогащенного порошком из плодов шиповника и рябины в смеси с маслом подсолнечным

Во время замеса полуфабрикатов происходит множество процессов, которые принято делить на физико-механические, коллоидные и биохимические. Все эти процессы происходят одновременно, и каждый из них влияет на течение остальных процессов.

Как только мука приходит в соприкосновение с водой, её частицы начинают впитывать воду. Нерастворимые в воде белковые вещества муки и крахмал начинают набухать, адсорбционно связывая влагу. Механическое перемешивание способствует слипанию частиц муки, формируя губчатый каркас, определяющий структурно-механические свойства теста. В белковый каркас вкрапляются частицы крахмала, оболочек зерна, капли воды, жировой фазы, а также частицы мелкодисперсных нерастворимых добавок. Зёрна крахмала находятся в муке преимущественно в раздробленном состоянии. При набухании они придают тесту свойство пластичности.

Жир, внесённый в тесто, может быть распределён в жидкой фазе, либо адсорбирован на частицах твёрдой фазы. Жировые компоненты, находящиеся в жидкой фазе способствуют снижению трения между частицами твёрдой фазы теста, повышая эластичность теста, улучшая его реологию. Кроме того, в жировую фазу переходят жирорастворимые витамины, улучшая усвояемость и повышая пищевой статус готового продукта. Жировые компоненты, адсорбированные на поверхности частиц твёрдой фазы, образуют комплексные соединения с амилозой и амилопектином крахмала, которые способствуют улучшению реологических свойств теста.

Дозировка масла, оказывающая существенное влияние на реологические свойства теста составляет 0,5 % от массы муки. Внесение жировых компонентов в количестве, превышающем 10 % от массы муки, замедляет процесс брожения. [100].

Частицы порошков рябины и шиповника также оказывают влияние на процессы, протекающие при замесе теста. Химически они представлены преимущественно пищевыми волокнами, органическими кислотами, в

меньшем количестве - моносахарами, жиро- и водорастворимыми витаминами.

Внесение порошков в тесто предлагается в виде смеси с подсолнечным маслом. Смешение с жировыми компонентами способствует переходу жирорастворимых витаминов с поверхности частиц порошка в жировую фазу.

В процессе замеса частицы порошков начинают адсорбировать влагу и жир на поверхности, пищевые волокна обладают гидрофильными свойствами и, набухая, способствуют дальнейшему переходу в жидкую фазу, прежде всего, водорастворимых компонентов порошка (аскорбиновой кислоты, органических кислот, моносахаров). Сами набухшие частицы порошка являются частью твёрдой фазы теста и встраиваются в белковый каркас.

Важной характеристикой ППШ и ППР является средний размер частиц. Экспериментальные исследования показали, что максимально допустимый размер частиц порошков, вносимых в тесто, является 180 мкм. Более крупные частицы труднее набухают, затрудняется перенос растворимых веществ из них, в результате частицы органолептически различимы в тесте и готовом продукте. Минимальный размер частиц определяется возможностями размольного оборудования, кроме того, излишнее воздействие мелющих органов на частицы порошка приводит к потере эссенциальных нутриентов и повышению затрат на измельчение.

На формирование белкового каркаса оказывают сильное влияние различные факторы: рецептурные (содержание соли и сахара), концентрация кислорода воздуха, наличие органических кислот и ферментный состав муки (пептизация белков). Тем не менее, при моделировании технологического процесса производства хлебобулочных изделий, биохимическими и микробиологическими процессами на стадии замеса теста можно пренебречь, в связи с кратковременным выполнением операции.

Таким образом, наиболее значимыми процессами, протекающими при замесе теста, являются: процесс поглощения влаги гидрофильными

компонентами, набухание нерастворимых белков, крахмала, пищевых волокон; формирование белкового каркаса теста, переход витаминов, органических кислот и моносахаров в жировую и водную фазы.

## 2. Брожение полуфабрикатов.

В процессе брожения полуфабрикатов происходит изменение их реологических свойств и увеличение газообразной фазы теста, что необходимо для дальнейших операций разделки и выпечки. Кроме того происходит накопление веществ, определяющих вкус и аромат готового продукта.

Все процессы, происходящие на стадии брожения можно разделить на микробиологические, коллоидные и биохимические.

В период брожения полуфабрикатов зимазный комплекс ферментов дрожжей обеспечивает сбраживание собственных сахаров муки. При этом, если в тесте присутствует мало сахаров, которые сбраживаются на первых стадиях брожения теста, то готовые изделия будут иметь бледно окрашенную корку, малоразвитую пористость, слабо выраженные вкус и аромат. Введение ППШ и ППР, содержащих моносахариды, способствует повышению газообразующей способности теста. Внесение жира, обволакивающего поверхность дрожжевой клетки, затрудняя тем самым прохождение растворимых питательных веществ через оболочку клетки, замедляет процесс газообразования в тесте. Однако, в связи с невысокой концентрацией МП (менее 10 % от массы муки), влиянием этого компонента на газообразующую способность можно пренебречь. В тоже время жир, внесенный в тесто, способствует увеличению его газодерживающей способности.

В последнюю очередь хлебопекарными дрожжами сбраживается мальтоза, образующаяся в тесте под действием амилолитических ферментов из крахмала. При этом содержащиеся в ППШ и ППР минеральные вещества (калий, кальций и натрий) стимулируют процесс ее сбраживания.

Таким образом, в результате спиртового брожения, происходит

увеличение газообразной фазы и разрыхление теста. Тем не менее, внесение порошков в несдобное тесто в количестве более 5 % является нецелесообразным в связи с ограниченной эластичностью каркаса клейковины.

Обогащение теста витаминами и минеральными веществами, содержащимися в ППШ и ППР, форсирует размножение дрожжевых клеток. Тем не менее, при моделировании технологического процесса производства хлеба из пшеничной муки данным фактом можно пренебречь. Это связано с тем, что при меньшем начальном содержании дрожжей в тесте в большей степени происходит их размножение. В тесте, содержащем более 2 % дрожжей от массы муки, за обычные сроки брожения размножение дрожжевых клеток не осуществляется [3].

Увеличение и накопление молочной, уксусной, янтарной, яблочной, муравьиной, винной, лимонной и некоторых других органических кислот происходит в процессе брожения теста и в результате внесения в составе порошков. Кислотность теста из пшеничной муки имеет большое значение, влияя на процессы набухания и пептизации белковых веществ, на действие ферментов теста, способствует увеличению гидрофильности его коллоидов, обуславливает вкус и аромат готового продукта. Конечная кислотность полуфабриката принимается за один из показателей его готовности. Кислотность теста из пшеничной муки высшего сорта, приготовленного на опаре должна составлять  $3,0 \div 3,5$  град.

Во время брожения теста продолжают процессы набухания коллоидов, а также нерастворимых частиц ППШ и ППР, происходит разрыхление пузырьками диоксида углерода, в результате чего клейковинные пленки из набухших частиц муки растягиваются, слипаются, тем самым обеспечивая создание в тесте губчатого белкового каркаса, благодаря чему готовые изделия приобретают развитую, тонкостенную, мелкую, равномерно распределенную пористость.

На стадии брожения белки теста подвергаются протеолизу, в

результате которого происходит образование небольшого количества продуктов распада белка, взаимодействие которых с восстанавливающими сахарами, обуславливает образование меланоидинов, обеспечивающих окраску корки хлеба. Кроме того протеолиз оказывает дезагрегирующее действие на белки, способствует приведению набухших белков теста в состояние, оптимальное для получения готового изделия с хорошей структурой пористости. При этом интенсивность протеолиза играет важное значение, так как для слабой и средней по силе муки целесообразно этот процесс задерживать (чрезмерно интенсивный протеолиз приводит к резкому повышению неограниченного набухания белков и пептизации теста, в результате происходит значительно увеличение жидкой фазы теста, что негативно сказывается на его реологических свойствах). Внесение ППШ и ППР способствует торможению процесса протеолиза при брожении теста за счет наличия в их составе витамина С.

Выбраженное тесто должно обладать достаточной газообразующей способностью, нужным количеством несброженных сахаров, продуктов протеолиза и побочных продуктов спиртового брожения, а также определенными реологическими свойствами

Таким образом, наиболее значимыми процессами, протекающими на стадии брожения полуфабрикатов, являются: процесс спиртового брожения, с образованием газообразной фазы; гидролиз крахмала и белка; набухание коллоидов.

### 3. Разделка теста.

Созревшее тесто подаётся на стадию разделки, включающую в себя, в зависимости от вида изделия, следующие операции: деление на куски, округление, формование, укладку, расстойку, отделку поверхности. При разделке тесто из пшеничной муки подвергается интенсивной механической обработке, поэтому важно, чтобы оно обладало хорошими структурно-механическими (реологическими) свойствами. О реологических свойствах теста судят по показателям адгезии и динамической вязкости.

Тесто из пшеничной муки, благодаря белковому каркасу, обладает высокой упругостью и сравнительно небольшой адгезией. На реологические свойства теста оказывают влияние следующие факторы: соотношение жидкой и твёрдой фаз, наличие и химический состав жировых компонентов, биохимические воздействия органических кислот, ферментов и витаминов на нерастворимые компоненты муки, степень набухания зёрен крахмала.

Экспериментально подтверждено, что на реологические свойства теста также оказывают влияние внесение ППШ+ППР+МП. С одной стороны, пектиновые и дубильные вещества ППШ и ППР связывают больше воды, снижая содержание жидкой фазы и повышая динамическую вязкость теста. С другой стороны, присутствующие органические кислоты, повышают набухание и пептизацию белка, снижают активность гидролизующих ферментов, что укрепляет клейковину. Кроме того, наличие аскорбиновой кислоты в тесте повышает его упругость и динамическую вязкость благодаря образованию упрочняющих дисульфидных связей в молекулах белка. Все эти процессы направлены на увеличение твёрдой фазы теста, что улучшает его реологические свойства, делая его более густым по консистенции, эластичным и не липким.

Если в тесте присутствует мало несвязанной влаги, то пищевые волокна, поглощающие воду быстрее, чем белковые молекулы, будут препятствовать образованию белкового каркаса, поэтому введение ППШ и ППР в количестве выше 5 % от массы муки технологически нецелесообразно.

Добавление жира в тесто положительно влияет на его реологические свойства. Жир улучшает относительное скольжение структурных компонентов теста – белкового каркаса и включений, что позволяет тесту тянуться без разрывов. Благодаря смазывающим свойствам жира, снижается адгезия теста к поверхности. Мононенасыщенные и полиненасыщенные жирные кислоты вступают во взаимодействие с белками клейковины и крахмалом муки. Полученные комплексы увеличивают эластичность теста и повышают газодерживающую способность.

На этапе окончательной расстойки происходит брожение сформованных тестовых заготовок. Именно в этот период образуется основная часть диоксида углерода, который был удален в результате механического воздействия на полуфабрикаты в процессе расстойки; происходит восстановление клейковинного каркаса и формирование строения пористости готового изделия.

Расстойку тестовых заготовок осуществляют в среде влажного и теплого воздуха, при этом происходит интенсивное газообразование в тесте, поверхность тестового полуфабриката становится газонепроницаемой, ровной и эластичной.

Внесение ППШ и ППР в тесто из пшеничной муки ускоряет процесс расстойки тестовых заготовок за счет наличия в их составе моносахаридов, витаминов и минеральных веществ, стимулирующих развитие дрожжевых клеток. В результате процесс спиртового брожения интенсифицируется.

Таким образом, к началу процесса разделки, тесто должно обладать определёнными структурно-механическими свойствами, которые формируются на предыдущих технологических стадиях. Внесение ППШ+ППР+МП изменяет реологические свойства теста в сторону улучшения и стимулирует процесс окончательной расстойки тестовых заготовок.

#### 4. Выпечка хлеба.

На стадии выпечки окончательно формируется продукт, готовый к употреблению. В процессе выпечки внутри тестовой заготовки происходят интенсивные теплофизические, биохимические, коллоидные и микробиологические процессы.

Теплофизические процессы происходят в режиме нестационарного теплообмена с изменением агрегатного и коллоидного состояния заготовки, а также интенсивным перемещением влаги. Качество и скорость течения теплофизических процессов определяется температурными и влажностными режимами выпечки. Эти процессы оказывают влияние на течение всех

остальных процессов.

Наиболее значимые биохимические процессы, протекающие в тестовой заготовке при выпечке – это гидролиз крахмала с увеличением количества водорастворимых углеводов, частичный протеолиз белков муки с увеличением количества растворимых азотистых веществ, карамелизация сахаров и образование темноокрашенных соединений – меланоидинов.

Гидролиз высокомолекулярных соединений происходит в тесте под действием присутствующих в нём ферментов, которые инактивируются по мере прогревания тестовой заготовки слой за слоем.

Меланоидинообразование – это сложный окислительно-восстановительный процесс взаимодействия низкомолекулярных азотсодержащих веществ с восстанавливающими сахарами, который особенно интенсивно протекает в верхних слоях тестовой заготовки. Наряду с потерей влаги он способствует формированию корки.

Дополнительную окраску готовому изделию придает натуральный краситель  $\beta$ -каротин, перешедший в жировую фазу теста из ПППШ и ПППР.

Повышение температуры внутри заготовки изменяет течение коллоидных процессов. Если белки клейковины с повышением температуры сначала перестают набухать, а затем при достижении температуры 60 °С денатурируют и свёртываются, отдавая связанную воду, то крахмал начинает набухать всё более интенсивно. При температуре свыше 40 °С начинается клейстеризация крахмала, т.е. переход его из аморфного в кристаллическое состояние. Процессы клейстеризации крахмала и коагуляции белков обуславливают превращение теста в мякиш [3].

Жизнедеятельность бродильной микрофлоры теста изменяется по мере прогревания тестовой заготовки. Поскольку большинство микроорганизмов замедляют свою деятельность при нагреве свыше 40 °С, то при моделировании технологического процесса производства хлебобулочных изделий, активностью микроорганизмов на стадии выпечки можно пренебречь.

## 5. Хранение готового продукта.

После того, как хлеб вынули из печи, в нем продолжают происходить физические и коллоидные процессы.

Только что вынутый из печи хлеб неравномерно прогрет (на поверхности корки – 180 °С, температура мякиша в центре близка к 100 °С), а также в нем неравномерно распределена влага (влажность мякиша выше влажности теста на 1 ÷ 2 %, а влажность корки близка к нулю).

При остывании в хлебе происходит сначала перераспределение, а затем испарение влаги. Длительное хранение хлебобулочных изделий приводит к значительной потере влаги, причём быстрее всего она испаряется с поверхности корки и подкоркового слоя. Хлеб при этом становится твёрдым, неподдающимся упругой деформации при легком нажиме на поверхность. На скорость усыхания хлеба оказывают влияние температура, влажность и скорость движения окружающего воздуха, способ выпечки хлеба, объём и масса хлеба, состав рецептурных компонентов. Усыхание хлеба происходит за счёт потери свободной влаги. Пектиновые и дубильные вещества, входящие в состав ППШ и ППР, увеличивают содержание прочносвязанной влаги, снижая усыхание готового изделия.

Однако черствение хлеба не связано только с потерей влаги. Наиболее значимыми считаются процессы старения клейстеризованного крахмала в тесте. Здесь принято выделять два процесса – ретроградация и синерезис крахмала. Эти процессы характерны для крахмальных гелей при низких температурах.

Таким образом, анализируя процессы, происходящие в течение технологического процесса производства хлеба из пшеничной муки с внесением ППШ+ППР+МП, можно сформулировать следующие выводы:

1. при замесе теста преобладающими процессами являются процесс поглощения влаги гидрофильными компонентами, набухание нерастворимых белков, крахмала, пищевых волокон; формирование белкового каркаса теста, переход витаминов, органических кислот и моносахаров в жировую и

водную фазы;

2. размер частиц плодовых порошков, вносимых в тесто, не должен превышать 180 мкм;

3. дозировка ППШ и ППР, должна лежать в интервале  $0,5 \div 5$  % от массы муки. Дозировка жировых компонентов, вводимых в виде эмульсии, для несдобной хлебобулочной продукции - в интервале  $0,5 \div 10$  %;

4. стадия замеса должна проводиться до равномерного перемешивания всех компонентов и образования его единой фазы, но не превышать регламентного времени, чтобы избежать затягивания теста;

5. при брожении теста преобладающими процессами являются процесс набухания коллоидов муки, спиртовое брожение и разрыхление теста, протеолиз белка;

6. кислотность теста в конце процесса брожения должна составлять  $3,0 \div 3,5$  град;

7. выпечка является нестационарным процессом, и прогрев тестовой заготовки происходит послойно. В конце выпечки температура хлеба на поверхности составляет около  $180$  °С, в центре – около  $100$  °С;

8. процессы, протекающие на стадии выпечки, зависят от температуры;

9. на стадии выпечки преобладают биохимические и коллоидные процессы: гидролиз крахмала и белков муки, денатурация белков, клейстеризация крахмала и образование темноокрашенных соединений;

10. гидролиз белков клейковины идёт до достижения локального участка заготовки температуры  $60$  °С, затем они денатурируют и сворачиваются, образуя мякиш;

11. гидролиз крахмала идёт до достижения локального участка заготовки температуры  $40$  °С, затем он клейстеризуется, образуя мякиш;

12. образование тёмноокрашенных соединений (меланоидинов) происходит только в поверхностном слое – корке. В конце выпечки влажность корки должна приближаться к нулю, влажность мякиша должна быть на  $1 \div 2$  % выше влажности теста;

13. при разработке математической модели производства обогащенных хлебобулочных изделий, деятельностью бродильной микрофлоры на стадии выпечки можно пренебречь;

14. на стадии хранения происходит нестационарное охлаждение готового хлеба (послойно) и перераспределение влаги – она мигрирует из мякиша в корку до равномерного распределения влаги в готовом продукте;

16. при разработке математической модели производства обогащенных хлебобулочных изделий коллоидными процессами на стадии черствения хлеба можно пренебречь.

#### **5.4 Совершенствование технологии хлеба из пшеничной муки, обогащенного растительными ингредиентами**

Для совершенствования технологий хлебобулочных изделий с использованием ППШ+ППР+МП проводили пробные лабораторные выпечки. Тесто готовили опарным способом. Изделия выпекали формовыми массой 700 г. Растительные ингредиенты вносили в тесто в смеси с МП в количестве 1 ÷ 5 % с соотношением ППШ и ППР 1:1. В качестве контрольных образцов служили пробы, приготовленные без внесения растительных ингредиентов. Оценку качества готовых хлебобулочных изделий проводили через 16 ÷ 18 часов после выпечки.

На первом этапе определяли влияние ППШ+ППР+МП на органолептические показатели качества готового продукта посредством дегустации. При этом использовали 20-бальную шкалу. Результаты, полученные в ходе дегустации, представлены в приложении 2.

Анализ результатов органолептической оценки образцов показал, что внесение ППШ+ППР+МП в рецептуру хлеба из пшеничной муки благоприятно сказывается на всех показателях готовых изделий, особенно, вкусе, аромате и пористости. Образцы с внесением ППШ и ППР 1 ÷ 3 % от массы муки имеют суммарную оценку баллов выше, чем у контрольных

образцов. Особое внимание следует обратить на дисперсность ППШ и ППР, использование растительных ингредиентов с размером частиц более 180 мкм приводит к резкому ухудшению таких показателей, как вкус и состояние мякиша. Наибольшее значение расхождения в общей оценке изделий с ППШ+ППР+МП и контрольного образца составило 24 %. Это связано с более высокими оценками таких показателей, как внешний вид, состояние мякиша, аромата и вкуса, что в свою очередь обусловлено химическим составом вносимых растительных ингредиентов, богатых легкоусвояемыми углеводами, органическими кислотами, пектиновыми веществами и др.

При увеличении содержания растительных ингредиентов свыше 3 % наблюдается ухудшение органолептических показателей. Вкус и запах хлеба становятся резкими, появляется выраженное послевкусие. Увеличивается интенсивность окраски корок и мякиша хлеба, цвет становится более темным. Ухудшается разжевываемость, мякиш становится грубым.

Для обоснования времени брожения теста было исследовано влияние ППШ+ППР+МП, вносимых в количестве 2,4 % от массы муки, на кислотность теста. Установлено, что уже через 55 мин тесто имеет кислотность 3 град., тогда как контрольный образец достигает заданной кислотности через 90 мин.

Для определения температуры и времени окончательной расстойки тестовых полуфабрикатов с ППШ+ППР+МП исследовали влияние температуры внутри шкафа окончательной расстойки на динамику газообразования (рис. 27).

Из рисунка 27 видно, что при температуре 36 °С образование газа в тесте с ППШ+ППР+МП, достигает требуемого значения уже через 40 мин с момента начала окончательной расстойки. Дальнейшее повышение температуры не оказывает значительного влияния на выделение двуокиси углерода, максимальное изменение значения газообразования составило 28 мл. Это увеличение не оказывает существенного влияния на объем и пористость готовых изделий.

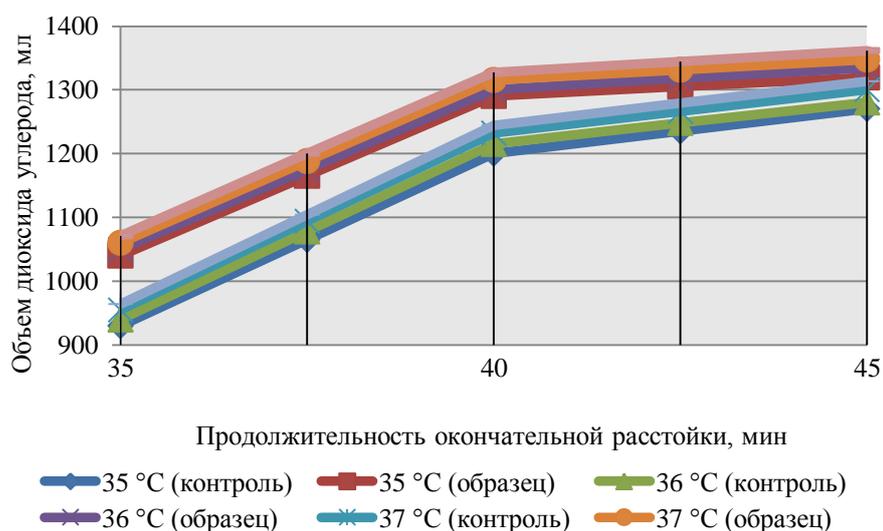


Рисунок 27 - Динамика газообразования на стадии окончательной расстойки при различной температуре внутри расстойного шкафа

Количество диоксида углерода у контрольного образца, которое должно быть к началу выпечки, достигается при температуре 37 °С через 45 мин с момента начала окончательной расстойки. Таким образом, использование в рецептуре хлеба из пшеничной муки ППШ+ППР+МП позволяет сократить время окончательной расстойки на 5 мин по сравнению с традиционной технологией.

На основе анализа комплекса экспериментальных данных уточнены режимы отдельных технологических стадий (табл. 16) и разработана технологическая схема производства хлеба из пшеничной муки, обогащенной ППШ+ППР+МП (рис. 28) [3, 100, 139].

Таблица 16 – Технологические параметры производства хлеба из пшеничной муки с растительными ингредиентами

Наименование технологической стадии и режима	Параметры технологического режима	
	контроль	хлеб из пшеничной муки с растительными ингредиентами
1	2	3
1. Режим приготовления опары:		
Влажность опары, %	47	47
Температура, °С	28	28
Продолжительность брожения, мин	210	210
2. Режим приготовления		

1	2	3
теста:		
Влажность теста, %	44	44
Температура, °С	28	28
Продолжительность брожения, мин	90	55
3. Режимы расстойки теста:		
Температура, °С	37	36
Относительная влажность воздуха, %	75÷78	75÷78
Продолжительность, мин	45	40
4. Режимы выпечки хлеба:		
Температура паровоздушной смеси, °С	220	220
Продолжительность, мин	35	35

Технологическая схема состоит из следующих стадий: подготовка сырья к производству, приготовление опары и теста, разделка тестовых заготовок, выпечка, остывание, упаковка и хранение хлеба (рис. 28).

Подготовку сырья к производству хлебобулочных изделий осуществляют следующим образом: муку пшеничную просеивают и очищают от металлопримесей, после чего взвешивают и направляют на замес полуфабрикатов; дрожжи вносят в виде суспензии, для приготовления которой их разводят водой температурой  $29 \div 32$  °С (на 1 часть дрожжей вносят  $3 \div 4$  части воды); соль поваренную растворяют в воде (плотность раствора соли должна быть  $1,18 \div 1,20$  г/см<sup>3</sup>), раствор фильтруют, а затем подают в расходные баки; высушенные плоды шиповника и рябины измельчают на молотковой дробилке, после чего ППШ и ППР взвешивают.

На основе проведенных ранее исследований было установлено, что наиболее эффективным способом обогащения хлеба из пшеничной муки является внесение растительных ингредиентов в смеси с МП. Для этого в воду температурой не выше 40 °С вносят МП, ППШ и ППР при соотношении компонентов 2,6:1,5:1 соответственно. Смесь интенсивно перемешивают в течение  $5 \div 7$  мин.

Подготовленные муку пшеничную и дрожжи хлебопекарные прессованные направляют на замес опары. Ее готовят влажностью 44 – 48 % из 50 % пшеничной муки от общего количества, необходимого для приготовления теста, дрожжевой суспензии и воды.

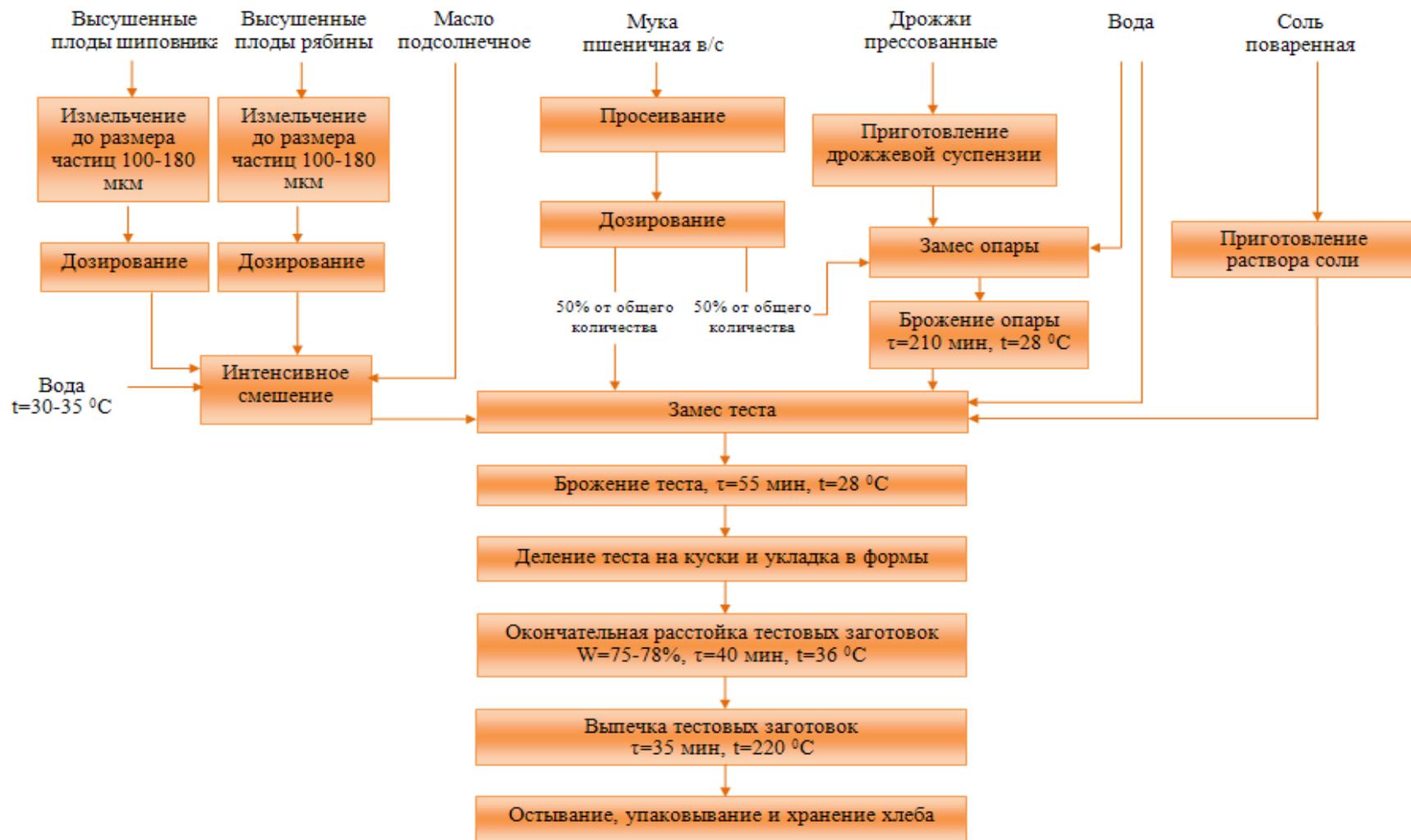


Рисунок 28 – Технологическая схема производства хлеба из пшеничной муки с порошками из плодов шиповника и рябины в смеси с маслом подсолнечным

После замеса опару оставляют для брожения. Начальная температура брожения опары составляет  $25 \div 29$  °С, продолжительность брожения  $180 \div 270$  мин. Конечная кислотность опары составляет  $2,5 \div 3,5$  град.

Тесто замешивают в тестомесильной машине периодического действия из всего количества выбродившей опары, с внесением оставшегося количества муки, обогащающих растительных ингредиентов, солевого раствора и воды.

После замеса тесто направляют на брожение. Начальная температура теста  $27 \div 33$  °С, продолжительность брожения по усовершенствованной технологии составляет 55 мин. Выбродившее тесто направляют на разделку.

Разделка теста для хлеба из пшеничной муки включает в себя следующие операции: деление теста на куски и укладка их в формы, окончательная расстойка тестовых заготовок.

Отмеренный кусок теста массой 720 г укладывают в предварительно смазанную растительным маслом форму и направляют на окончательную расстойку, которую, по усовершенствованной технологии, проводят при температуре  $36$  °С, относительной влажности воздуха  $75 \div 78$  %, в течение 40 мин. Расстоявшиеся тестовые заготовки направляют на выпечку.

Хлеб из пшеничной муки с ППШ+ППР+МП, выпекают в пекарной камере хлебопекарной печи при температуре паровоздушной среды  $220$  °С, в течение 35 мин

Хлебобулочные изделия, вынутые из печи, остывают при температуре  $18-25$  °С в остывочном отделении.

Хлеб из пшеничной муки с ППШ+ППР+МП упаковывают отдельно друг от друга в пакеты из полиэтиленовой пленки согласно ГОСТ 10354 или другие материалы, разрешенные органами Роспотребнадзора РФ для контакта с пищевыми продуктами. Упакованные изделия укладывают в лотки согласно ГОСТ 11354. Хранение и транспортирование хлеба осуществляется согласно ГОСТ 8227.

Основными преимуществами усовершенствованной технологии по

сравнению с традиционной являются: сокращение длительности брожения теста на 39 % и времени окончательной расстойки на 11 %, а также получение готового продукта с высокими качественными характеристиками.

Сокращение длительности брожения теста и окончательной расстойки достигается за счет интенсифицирующего действия на процесс брожения вносимых растительных ингредиентов. А богатый химический состав композиции ППШ+ППР+МП позволяет обогатить готовые изделия витаминами, минеральными веществами, способствует повышению органолептических показателей хлеба из пшеничной муки.

Затрат на установку нового оборудования не требуется, т. к. проведена адаптация модернизированной технологии к технологическому процессу и оборудованию, установленному на действующих хлебопекарных предприятиях (приложение 3) [136].

### **5.5 Разработка рецептуры хлеба из пшеничной муки, обогащенного растительными ингредиентами**

С целью изучения влияния рецептурного соотношения компонентов на показатели качества готового продукта пользовались методами математического планирования эксперимента и регрессионного анализа для обработки полученных данных [11, 17, 61, 68].

Для оптимизации рецептур пищевых продуктов достаточно широко используется центрально-композиционное планирование эксперимента, которое предусматривает некоторое количество так называемых «звездных точек» и дополнительных опытов в центре плана к «ядру». Основное преимущество такого планирования по сравнению с полным факторным экспериментом заключается в значительно меньшем числе опытов [4].

Для оценки одновременного воздействия трех факторов, воздействующих на пористость хлебобулочных изделий ( $x_1$  – концентрация ППШ, % от массы муки;  $x_2$  – концентрация ППР, % от массы муки;  $x_3$  –

концентрация МП, % от массы муки (табл. 17)), был использован рототабельный центрально-композиционный план эксперимента, который позволяет учесть варьирование трех факторов на трех уровнях и имеет восемь точек «ядра» плана, шесть точек в центре плана и шесть «звездных» точек (табл. 18), дающих возможность построить модель в виде полинома второй степени (1).

Таблица 17 – Интервалы и уровни варьирования факторов

Характеристика планирования	Факторы		
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>
Основной уровень (0)	1	1	2
Интервал варьирования	0,5	0,5	1
Верхний уровень (+1)	1,5	1,5	3
Нижний уровень (-1)	0,5	0,5	1
Верхняя «звездная» точка (+1,68)	1,84	1,84	3,68
Нижняя звездная точка (-1,68)	0,16	0,16	0,32

$$\bar{y}_n = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2, \quad (1)$$

где  $b_i$ ,  $b_{ij}$ ,  $b_{ii}$  – коэффициенты.

Таблица 18 – Матрица планирования эксперимента

Номер опыта	Кодированные значения фактора			Натуральные значения факторов			Функция отклика
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	+	+	+	1,5	1,5	3	80,0
2	+	+	-	1,5	1,5	1	79,4
3	+	-	+	1,5	0,5	3	79,5
4	+	-	-	1,5	0,5	1	78,7
5	-	+	+	0,5	1,5	3	77,9
6	-	+	-	0,5	1,5	1	76,8
7	-	-	+	0,5	0,5	3	73,9
8	-	-	-	0,5	0,5	1	73,2
9	-1,68	0	0	0,16	1	2	72,3
10	1,68	0	0	1,84	1	2	80,1
11	0	-1,68	0	1	0,16	2	74,7
12	0	1,68	0	1	1,84	2	78,0
13	0	0	-1,68	1	1	0,32	77,6
14	0	0	1,68	1	1	3,68	78,5
15	0	0	0	1	1	2	78,6
16	0	0	0	1	1	2	78,0
17	0	0	0	1	1	2	78,6
18	0	0	0	1	1	2	78,0
19	0	0	0	1	1	2	78,5
20	0	0	0	1	1	2	78,6

Выбор основных уровней и интервалов варьирования факторов обусловлен следующими предположениями: для ППШ и ППР – содержанием БАД в хлебобулочных изделиях и органолептическими показателями готовых изделий; для МП – исследованием влияния способа внесения ППШ и ППР на качество хлеба, органолептическими показателями.

В качестве оценки влияния указанных факторов на состояние мякиша хлеба из пшеничной муки приняли пористость  $y_1$  (%), значение которой определяли после выпечки хлеба, через 16 - 18 часов.

Статистическая обработка экспериментальных данных проводилась по известной методике [1, 4, 11, 68, 130, 141]. В ходе обработки были вычислены ошибки эксперимента и регрессионные коэффициенты, произведена проверка их значимости, установлена адекватность полученного регрессионного уравнения (приложение 4).

Полученное нелинейное уравнение регрессии (2), адекватно описывающее зависимость пористости хлебобулочного изделия от концентрации растительных ингредиентов, имеет вид:

$$y=62,887+12,968 \cdot x_1+10,412 \cdot x_2+0,345 \cdot x_3-3,2 \cdot x_1 \cdot x_2-2,768 \cdot x_1^2-2,556 \cdot x_2^2 \quad (2)$$

Максимальное рассогласование экспериментальных и рассчитанных по модели (2) не превысило 12%. Согласно полученному уравнению (2) сила влияния рассмотренных факторов на состояние мякиша хлеба уменьшается в ряду  $x_1 > x_2 > x_3$ . Это свидетельствует о том, что наибольшее влияние на состояние мякиша оказывает именно концентрация ППШ, в то время как содержание ППР и МП влияет в меньшей степени.

Графическое изображение уравнения (2) в виде поверхности отклика при фиксированном количестве МП  $x_3=3$  % от массы муки представлено на рисунке 29.

Задача определения состояния мякиша хлеба из пшеничной муки формулировалась следующим образом: требуется найти значения независимых переменных  $x_1, x_2$  и  $x_3$ , при которых пористость хлеба достигает значения 80%.

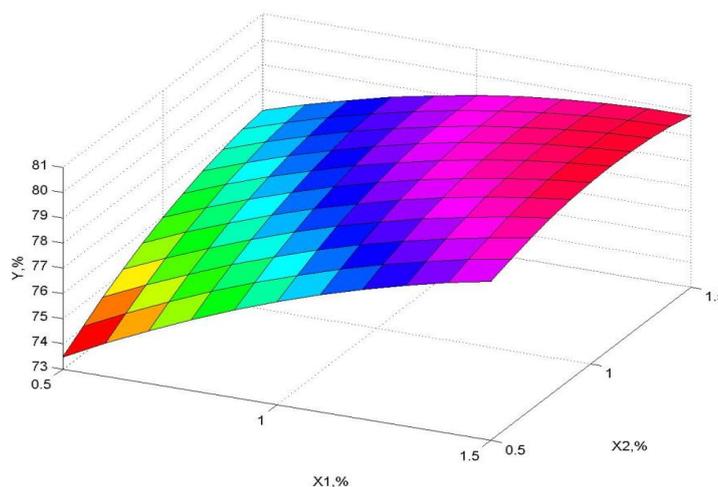


Рисунок 29 - Поверхность отклика целевой функции:  $y_1$ -пористость хлеба, %;  $x_1$  – концентрация ППШ, % от массы муки;  $x_2$  – концентрация ППР, % от массы муки

Решение поставленной задачи проводилось средствами программного продукта Matlab 6.5 и заключалось в переборе возможных сочетаний факторов, подстановки их в регрессионное уравнение (3) и сравнении полученных значений с заданной величиной пористости с условием требуемой точности. В результате было получено следующее соотношение компонентов (% от массы муки): 1,47 порошка шиповника:0,96 порошка рябины:2,63 масла подсолнечного.

С учетом выбранных дозировок обогащающих растительных ингредиентов разработана рецептура хлеба из пшеничной муки «Тамбовская осень» (табл. 19).

Таблица 19 – Рецептура хлеба из пшеничной муки «Тамбовская осень», обогащенного растительными ингредиентами

Наименование сырья	Расход сырья, кг
Мука пшеничная высшего сорта	100
Соль поваренная пищевая	1,25
Дрожжи хлебопекарные прессованные	1,0
Масло растительное	2,63
Порошок из плодов шиповника	1,47
Порошок из плодов рябины	0,96
Итого:	107,31

## **5.6 Исследование влияния растительных ингредиентов на сохранение свежести хлеба из пшеничной муки**

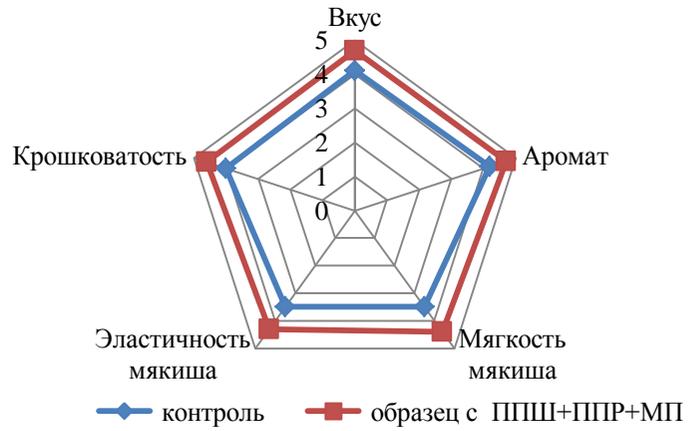
Для определения влияния ППШ+ППР+МП на показатели качества хлеба из пшеничной муки и сроки хранения проводился анализ органолептических, физико-химических и микробиологических показателей хлеба через 16 часов после выпечки и в процессе хранения. Контролем служил образец, выпеченный без внесения растительных ингредиентов.

Результаты исследований показателей степени свежести-черствости образцов различной длительности хранения представлены в виде диаграмм (рис. 30). Оценка проводилась по 5-балльной дифференцированной шкале по следующим показателям: вкус, запах (аромат), мягкость мякиша, эластичность мякиша, крошковатость [3].

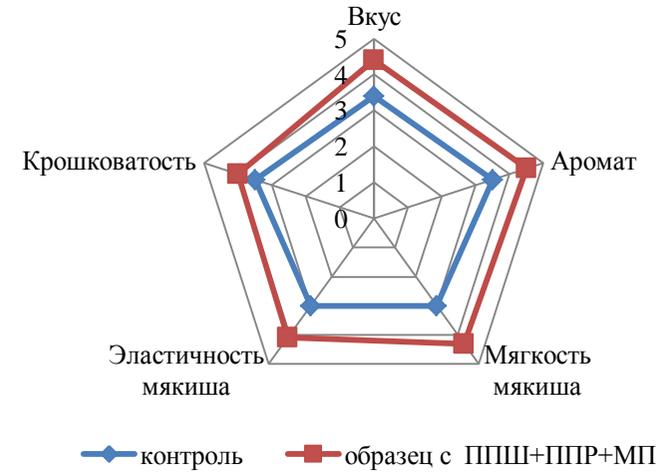
Свежесть хлеба – это один из его основных качественных показателей [3, 22]. По итогам анализа степень свежести хлеба с ППШ+ППР+МП выше, чем у контрольного образца. Это, вероятно, объясняется тем, что вносимые ППШ+ППР+МП улучшают реологические свойства теста и показатели качества готового продукта. Входящие в состав растительных ингредиентов пектиновые и дубильные вещества, увеличивают содержание прочносвязанной влаги, благодаря чему она меньше теряется в процессе хранения хлеба, что также снижает скорость его черствения.

Через 16 часов после выпечки образец хлеба из пшеничной муки, обогащенный ППШ+ППР+МП, имел правильную форму, гладкую, золотистую, равномерно окрашенную корку, выраженный вкус с легким приятным фруктовым ароматом, развитую, тонкостенную однородную пористость.

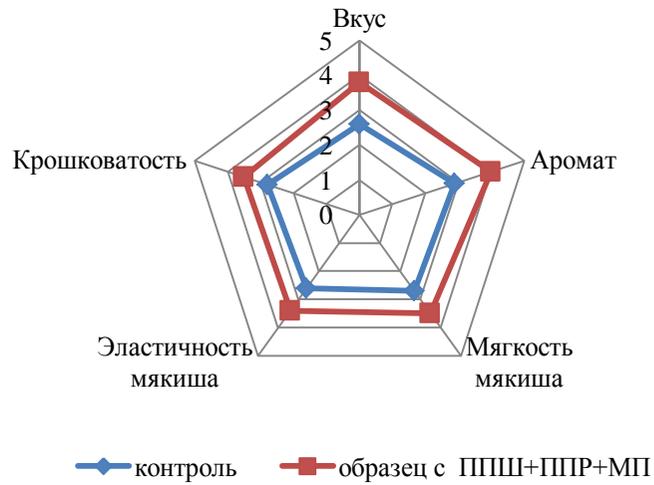
В процессе хранения органолептические показатели хлеба изменялись: твердая и хрупкая корка стала более мягкой и морщинистой, ослабла выраженность вкуса и аромата, снизилась эластичность мякиша и разжевываемость хлеба, увеличилась крошковатость.



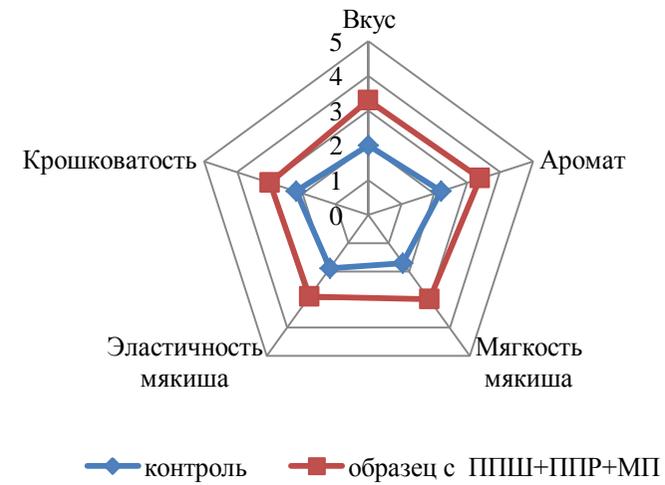
а)



б)



в)



г)

Рисунок 30 – Диаграмма оценки свежести-черствости хлеба: а) через 16ч хранения; б) через 24 ч хранения; в) через 48 ч хранения; г) через 72 ч хранения

Установлено, что в процессе хранения потеря степени свежести контрольного образца хлеба протекала более интенсивно, чем у образца с внесением ППШ+ППР+МП. Средний балл по всем показателям качества свежести-черствости хлеба для контрольного образца через 72 ч хранения снижается на 51,8 %, а для образца, обогащенного растительными ингредиентами на 31,3 %.

В ходе исследований определяли влияние ППШ+ППР+МП на динамику общей деформации сжатия образцов хлеба (рис. 31). Анализ полученных данных свидетельствует о том, что общая деформация сжатия снижается в конце срока хранения до 36,4 % для контрольного образца и до 25,5 % для образца, обогащенного растительными ингредиентами.

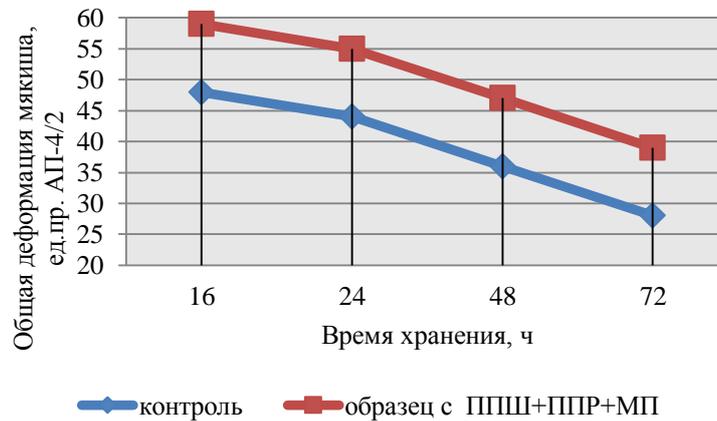


Рисунок 31 – Изменение структурно-механических свойств мякиша хлеба с ППШ+ППР+МП в процессе хранения

Важным показателем степени свежести хлеба является его крошковатость [16].

Крошковатость хлеба связана с переходом клейстеризованного крахмала в первоначальное состояние, при котором отдельные его зерна сокращаются в объеме и вокруг них образуются воздушные прослойки. Таким образом, чем черствее хлеб, тем выше показатель крошковатости [3].

По итогам анализа было установлено, что крошковатость мякиша хлеба с ППШ+ППР+МП в среднем уменьшается по сравнению с контролем через 24 ч хранения на 23,5 % (рис. 32).

Таким образом, внесение ППШ+ППР+МП способствует продлению сроков сохранения свежести хлеба, т.е. замедляет процесс черствения. Это, вероятно, связано с несколькими причинами.

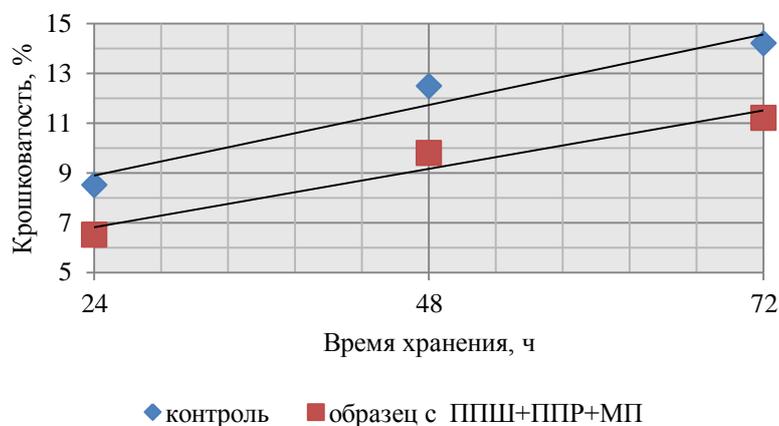


Рисунок 32 – Изменение показателя крошковатости в процессе хранения хлеба

Согласно данным, представленным в работах Н.П. Козьминой, С. Эрландера, значительную роль в замедлении процесса черствения хлеба играют спирты, образующиеся в процессе брожения теста [40].

Органические кислоты также тормозят этот процесс [139]. Ранее было установлено, что вносимая композиция растительных ингредиентов богата органическими кислотами и способствует активизации процесса брожения теста, тем самым обеспечивая накопление в нем этанола. Содержащийся в порошках витамин С влияет на состояние белково-протеиназного комплекса муки, тем самым способствуя сохранению свежести хлеба [30].

Установлено, что свежесть хлеба зависит также от качества клейковины и водопоглотительной способности муки [3, 16]. Чем выше эти показатели, тем дольше хлеб не черствеет. Проведенные исследования доказали, что внесение ППШ+ППР+МП способствует повышению качества клейковины и незначительному увеличению водопоглотительной способности муки.

Кроме того, внесение ППШ+ППР+МП оказало положительное влияние на состояние корок хлеба, способствовало улучшению структуры и

реологических свойств мякиша, что, по мнению ряда авторов, также положительно сказывается на сохранении степени свежести хлебобулочных изделий [3, 100].

### **5.7 Показатели микробиологической и химической безопасности хлеба из пшеничной муки в процессе хранения**

Одним из важнейших приоритетов государственной политики РФ в области здорового питания является увеличение ассортимента хлебобулочных изделий высокого качества и обеспечение их безопасности («Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года», утвержденные распоряжением правительства РФ от 25 октября 2010 г, №1873-р; стратегия национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года, утверждённая Указом Президента Российской Федерации от 12 мая 2009 г. № 537; доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации, утверждённая Указом Президента Российской Федерации от 30 января 2010 г. № 120;).

По некоторым оценкам специалистов из-за деятельности микроорганизмов теряется примерно четверть всей пищевой продукции. Зачастую распространены такие заболевания хлеба как картофельная болезнь и плесневение [8, 59, 147].

Возбудителями картофельной болезни являются спорообразующие бактерии, относящиеся к подвиду *Bacillus subtilis*, которые распространены в почве, воздухе, растениях. В зараженном хлебе активно гидролизуются крахмал с образованием декстринов, что делает его мякиш липким, тянущимся. Протеолитические ферменты картофельной палочки разрушают белки до образования продуктов, придающих зараженному хлебу резкий специфический запах [107].

Плесневение хлеба вызывается поражением спорами плесени,

попадающими из окружающей среды, а также обсемененностью муки [56, 139]. Сначала плесневые грибы попадают на корку хлеба, а затем в мякиш и под действием ферментов начинают разлагать его, при этом портятся вкус и запах хлеба. Некоторые разновидности плесени способны образовывать ядовитые вещества. Хлеб, пораженный плесневыми грибами непригоден к реализации и к вторичной переработке [139].

Употребление в пищу зараженного хлеба может привести к поражению нервной системы и органов желудочно-кишечного тракта человека [124, 150]. Помимо этого, развитие нежелательной микрофлоры ведет к порче продукта, что приносит значительный материальный ущерб пищевым предприятиям [139].

Благодаря своему химическому составу, в частности, содержанию органических кислот (в том числе сорбиновой), проявляющих высокую эффективность в качестве консервантов, обладающих бактерицидным и противогрибковым действием, ППШ и ППР могут быть использованы в хлебопечении с целью профилактики развития нежелательной микрофлоры, которая вызывает порчу изделий из пшеничной муки, не ухудшая при этом качества готовой продукта [50].

Для подтверждения возможности применения ППШ+ППР+МП в рецептуре хлеба из пшеничной муки с целью обеспечения его микробиологической стойкости, были проведены пробные лабораторные выпечки хлеба с индуцированием спорных бактерий *Bacillus subtilis* и *Bacillus mesentericus*, из расчета общего количества  $10^2$  спор/г муки. Готовые изделия заворачивали во влажную бумагу, затем инкубировали при температуре  $37^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности воздуха 85 – 90 % в течение 36 часов. После этого органолептически определяли в хлебе проявление картофельной болезни. Полученные данные представлены в таблице 20.

По результатам органолептической оценки в образце, изготовленном из зараженной муки, с внесением ППШ+ППР+МП признаков заболевания картофельной болезнью обнаружено не было.

С целью определения ингибирующего эффекта воздействия растительных ингредиентов, определяли количественное содержание колоний *Bacillus subtilis* и *Bacillus mesentericus* бактериологическим методом. Метод основан на определении количества выросших видимых колоний в образце путем посева мякиша на плотную питательную среду. Полученные результаты представлены в таблице 21.

Таблица 20 – Органолептическая оценка проявления картофельной болезни в хлебе

Наименование образца	Проявление картофельной болезни
Хлеб из пшеничной муки	аромат, свойственный хлебу из пшеничной муки в/с; мякиш без признаков заболевания;
Хлеб из пшеничной муки ( $10^3$ спор/г муки)	липкий мякиш, специфический запах;
Хлеб из пшеничной муки ( $10^3$ спор/г муки + порошок из плодов шиповника и рябины в смеси с маслом подсолнечным)	мякиш без признаков заболевания;

Таблица 21 – Количество видимых в образцах колоний *Bacillus subtilis* и *Bacillus mesentericus*

Разведение	Хлеб из пшеничной муки ( $10^3$ спор/г муки)		Хлеб из пшеничной муки ( $10^3$ спор/г муки + порошок из плодов шиповника и рябины в смеси с маслом подсолнечным)	
$10^{-1}$		Сплошной рост		Сплошной рост
$10^{-2}$		99		11
$10^{-3}$		27		3

По результатам оценки данных, представленных в таблице 21, можно

сделать следующие выводы: внесение в рецептуру хлеба из пшеничной муки ППШ+ППР+МП способствует снижению обсемененности хлеба возбудителями картофельной болезни. Это, вероятно, связано с возрастанием кислотности теста обогащенных изделий, а содержащиеся в растительных ингредиентах органические кислоты, выступают в качестве натуральных консервантов.

Проведенные лабораторные выпечки хлеба из муки, не зараженной споровыми бактериями, подтвердили полученные ранее результаты. Выпеченные хлебобулочные изделия хранили в комнатных ( $t= 20 \div 22$  °С) и провоцирующих условиях ( $t= 37 \div 38$  °С, повышенная влажность воздуха). Полученные результаты представлены в таблице 22.

Таблица 22 – Микробиологическая устойчивость хлеба, обогащенного растительными ингредиентами, при хранении

Время хранения, ч	Значение микробиологической устойчивости			
	хранение в комнатных условиях		хранение в провоцирующих условиях	
	контроль	хлеба с эмульсией	контроль	хлеба с эмульсией
24	-	-	-	
48	-	-	-	
72	+	-	+Δ	+
96	++	+	++ΔΔ	+Δ

Примечание: (-) – плесневение и поражение хлеба картофельной болезнью не обнаружены; (+) – среднее плесневение; (++) – сильное плесневение; (Δ) – слабое поражение хлеба картофельной болезнью; (ΔΔ) – выраженное поражение хлеба картофельной болезнью

Анализ данных таблицы 22 свидетельствует о том, что признаки плесневения при хранении изделий в комнатных условиях появились в хлебе с ППШ+ППР+МП позже, чем в контроле. В изделиях, которые хранили в провоцирующих условиях, появились признаки картофельной болезни: в контроле – через 72 ч хранения, а в хлебе с растительными ингредиентами – только через 96 ч.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о положительном влиянии ППШ+ППР+МП на микробиологическую безопасность хлебобулочных изделий.

По результатам оценки изделий на содержание вредных химических соединений установлено их соответствие требованиям СанПин 2.3.2.1078-01

(табл. 23).

Таблица 23 – Содержание вредных химических соединений в хлебе из пшеничной муки, обогащенном растительными ингредиентами

Наименование показателя	Значение показателя	
	допустимый уровень	хлеб с эмульсией
Пестициды, мг/кг:		
ДДТ	0,02	<0,004
ДДЕ	0,02	<0,004
ГХЦГ	0,50	<0,008
Массовая доля токсичных элементов, мг/кг:		
Свинец	0,350	<0,03
Мышьяк	0,150	<0,02
Ртуть	0,015	<0,00001
Кадмий	0,070	<0,02

### **5.8 Химический состав хлеба из пшеничной муки, степень удовлетворения суточной потребности, экономическая эффективность**

Питание относится к важнейшим факторам, влияющим на здоровье человека. Оно определяет физическую и умственную работоспособность, продолжительность жизни человека, способствует повышению иммунитета в отношении неблагоприятной экологической обстановки, вредных привычек, стресса, физических и эмоциональных нагрузок. Немаловажным критерием поддержания здоровья является ежедневное снабжение его микронутриентами. Это возможно за счет разработки технологий обогащенных пищевых продуктов, с использованием нетрадиционных видов сырья.

Пищевая ценность продукта определяет его полезные и вкусовые качества, обусловленные наличием в нем разнообразных питательных веществ, таких как белки, жиры, углеводы, витаминов, макро-, микроэлементов и других биологически активных соединений, содержащихся в 100 г продукта. В связи с этим было исследовано влияние ППШ+ППР+МП на химический состав хлеба из пшеничной муки (табл. 24). Установлено, что даже на конец хранения, вносимые растительные

ингредиенты способствуют повышению пищевой ценности хлеба (приложение 5).

Таблица 24 – Химический состав исследуемых образцов

Наименование пищевых веществ	Рекомендуемая норма потребления [72]	Содержание пищевых веществ в 100 г хлеба		Степень удовлетворения суточной потребности, %	
		Хлеб из пшеничной муки (контроль)	Хлеб из пшеничной муки с эмульсией	Хлеб из пшеничной муки (контроль)	Хлеб из пшеничной муки с эмульсией
Белки, г	65,00	7,60	7,40	11,70	11,40
Жиры, г	70,00	0,80	2,67	1,10	3,80
Усвояемые углеводы, г:	320,00	49,20	47,78	15,40	14,90
- сахара		0,70	1,68		
-крахмал		48,50	46,10		
Пищевые волокна, г	20,00	2,60	3,86	13,00	19,30
Витамины, мг:	90,00 5,00 15,0	- - 1,10	2,38 0,30 1,40	0 0 7,30	2,60 6,00 9,30
- аскорбиновая кислота					
-β-каротин					
- токоферол	15,0	1,10	1,40	7,30	9,30
Минеральные вещества, мг:	1000,00	20,00	23,10	2,00	2,30
-кальций					
Энергетическая ценность, ккал/кДж	2500/10465	235/985	246/1031	9,40	9,80

Анализ результатов показал, что использование ППШ+ППР+МП в рецептуре хлеба из пшеничной муки незначительно влияет на содержание белков и усвояемых углеводов, но при этом возрастает доля моносахаридов. Внесение растительных ингредиентов в смеси с маслом подсолнечным незначительно повышает содержание жиров. Более существенное влияние растительные ингредиенты оказали на содержание пищевых волокон, количество которых возросло в 1,5 раза. Содержание кальция в хлебе из пшеничной муки, обогащенном растительными ингредиентами, увеличилось на 13% . Таким образом, употребление в день 300 ÷ 350 г обогащенного хлеба обеспечит степень удовлетворения суточной нормы в среднем: в белках на 33 ÷ 39 %, жирах 12 ÷ 14 %, углеводах 45 ÷ 53 %, пищевых волокнах 57 ÷ 67 %, витаминах 9 ÷ 32 %, кальции 6,3 ÷ 7,4 %.

На основании полученных результатов разработан проект технической

документации: ТУ (приложение 6), ТИ (приложение 7), РЦ (приложение 8).

Результаты диссертационной работы внедрены на ОАО «Тамбовский хлебозавод» и ТОГУП УПЦ «Комбинат школьного питания» (приложение 9).

С целью выявления ожидаемого экономического эффекта от внедрения предложенных технических решений был произведен расчет согласно методике [45].

Использование ППШ+ППР+МП в технологии хлеба из пшеничной муки способствует улучшению качества готовых изделий и повышению сроков их хранения. Все это делает промышленное производство таких изделий экономически целесообразным.

Прибыль от реализации 1 т хлеба из пшеничной муки с ППШ+ППР+МП, составит 4062,8 р. (приложение 10).

### **5.9 Совершенствование технологии булочки сдобной, обогащенной растительными ингредиентами**

Для совершенствования технологии булочки сдобной с использованием ППШ+ППР+МП проводили пробные лабораторные выпечки. Использовали опарный способ приготовления теста, т.к. он рекомендован при производстве сдобных изделий [30]. Булочки выпекали массой 100 г. Растительные ингредиенты вносили в тесто в смеси с МП в количестве 1 ÷ 5 % с соотношением ППШ и ППР 1:1. В качестве контрольных образцов служили пробы, приготовленные без внесения растительных ингредиентов [75]. Оценку качества готовых хлебобулочных изделий проводили через 16 ÷ 18 часов после выпечки по органолептическим и физико-химическим показателям (табл. 25).

Анализ результатов оценки образцов показал, что внесение ППШ+ППР+МП в рецептуру булочки сдобной, благоприятно сказывается на всех показателях готовых изделий. Опытные пробы обладают развитой тонкостенной пористостью, выраженным приятным вкусом и ароматом

плодов шиповника и рябины, корка булочек ровная и с более яркой окраской, чем у контроля.

Таблица 25 – Показатели качества булочки сдобной

Наименование показателей		Булочные изделия			
		контроль	с внесением порошка из плодов шиповника и рябины в смеси с маслом подсолнечным в количестве		
			1 % от массы муки	3 % от массы муки	5 % от массы муки
Органолептические	Внешний вид				
	Форма и состояние поверхности	Форма правильная, округлая, не расплывчатая, с выпуклой коркой. Поверхность ровная, без подрывов и трещин			
	Цвет	Светло-коричневый	Желто-коричневый	Коричневый	
	Состояние мякиша				
	Промес, пропеченность	Без комков и следов непромеса, мякиш - пропеченный			
	Характер пористости	Равномерная, развитая		Равномерная, хорошо развитая, тонкостенная	
	Вкус и аромат	Свойственные данному виду изделия, слабо выраженный, без посторонних вкуса и запаха	Свойственные данному виду изделия, с легким вкусом и ароматом плодов рябины и шиповника	Свойственные данному виду изделия с выраженным приятным вкусом и ароматом плодов рябины и шиповника	
Физико-химические и структурно-	Пористость, %	76,20	77,10	78,30	79,00
	Титруемая кислотность, град	1,80	2,00	2,20	2,50
	Формоустойчивость, Н/D	0,43	0,45	0,48	0,50
	ΔN <sub>общ</sub>	50,00	55,00	61,00	63,00

Добавление ППШ+ППР+МП в рецептуру булочки сдобной увеличивает по сравнению с контролем: формоустойчивость до 16,3 %; пористость до 3,7 %; общую деформацию мякиша до 26,0 %. На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что мякиш образцов, обогащенных ППШ+ППР+МП, более эластичный, по сравнению с контролем.

Показатель титруемой кислотности у обогащенных образцов выше, чем

у контрольного в  $1,1 \div 1,4$  раза, что обусловлено изначально высокой кислотностью ППШ и ППР. При этом необходимо отметить, что значение показателя кислотности образцов, обогащенных ППШ+ППР+МП, не выходит за рамки допустимых норм и не ухудшает их органолептические показатели.

На основе анализа комплекса экспериментальных данных и пробных лабораторных выпечек, уточнены режимы отдельных технологических стадий (табл. 26) и модернизирована технологическая схема производства булочки сдобной, обогащенной ППШ+ППР+МП, которая состоит из следующих стадий (рис. 33) [3, 22, 30, 75, 100]:

- 1) подготовка сырья к производству;
- 2) приготовление опары и теста;
- 3) разделка тестовых заготовок;
- 4) выпечка, остывание и хранение готового продукта.

Таблица 26 – Технологические параметры производства булочки сдобной с растительными ингредиентами

Наименование технологической стадии и режима	Параметры технологического режима	
	контроль	булочка сдобная с растительными ингредиентами
1. Режим приготовления опары: Влажность опары, % Температура, °C Продолжительность брожения, мин	47 $28 \div 30$ 210	47 $28 \div 30$ 210
2. Режим приготовления теста: Влажность теста, % Температура, °C Продолжительность брожения, мин	34 28 - 30 90	34 $28 \div 30$ 50
3. Режимы расстойки теста: Температура, °C Относительная влажность воздуха, % Продолжительность, мин	36 $75 \div 78$ 40	35 $75 \div 78$ 35
4. Режимы выпечки хлеба: Температура паровоздушной смеси, °C Продолжительность, мин	$230 \div 240$ $12 \div 15$	$230 \div 240$ $12 \div 15$

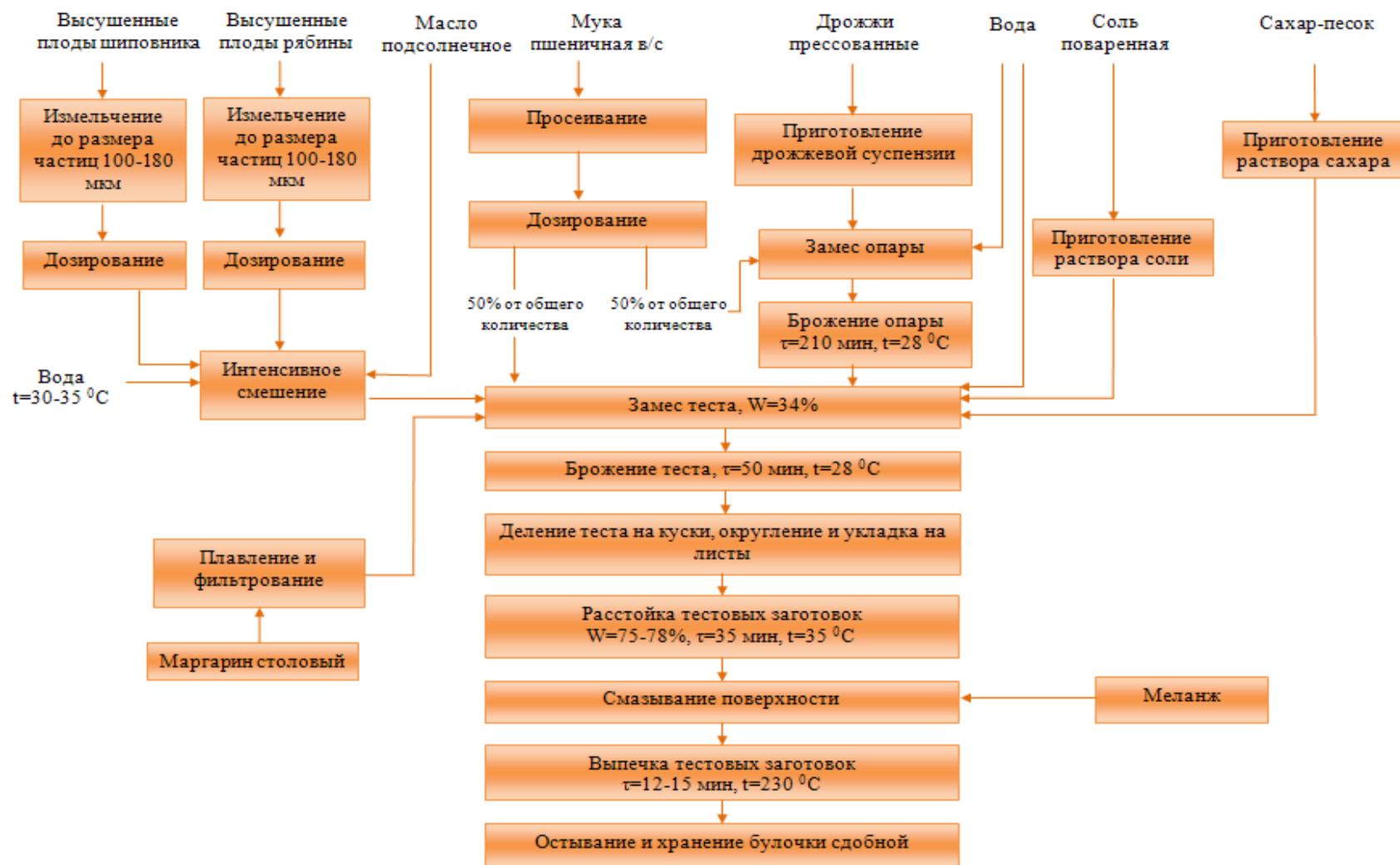


Рисунок 33 – Технологическая схема производства булочки сдобной, обогащенной порошками из плодов шиповника и рябины в смеси с маслом подсолнечным

Подготовку муки пшеничной, дрожжей хлебопекарных прессованных, соли поваренной и обогащающих растительных ингредиентов осуществляли аналогично п. 5.3. Маргарин растапливают и процеживают. При подготовке к производству сахара-песка его растворяют в воде температурой 40 °С до концентрации раствора 55 %, фильтруют и перекачивают в сборники.

Замес и брожение опары осуществляют аналогично п. 5.3. Тесто для булочки сдобной замешивают в тестомесильной машине периодического действия из всего количества выбродившей опары, с внесением оставшегося количества муки, обогащающих растительных ингредиентов, растворов соли и сахара, воды. Перед окончанием замеса добавляют растопленный маргарин. После замеса тесто направляют на брожение, продолжительность брожения по усовершенствованной технологии составляет 55 мин. Выбродившее тесто направляют на разделку.

Разделка теста для булочки сдобной включает в себя следующие операции: деление теста на куски, формование шарика и укладка на смазанные маслом листы, расстойка тестовых заготовок и смазывание поверхности меланжем.

Расстойку тестовых заготовок по усовершенствованной технологии проводят при температуре 35 °С, относительной влажности воздуха 75 – 78 %, в течение 35 мин. Поверхность расстойавшихся тестовых заготовок смазывают меланжем и направляют на выпечку.

Булочку сдобную, обогащенную ППШ+ППР+МП, выпекают в пекарной камере хлебопекарной печи при температуре паровоздушной среды 230 ÷ 240 °С, в течение 12 ÷ 15 мин.

Булочные изделия, вынутые из печи, остывают при температуре 18 ÷ 25 °С в остывочном отделении. Хранение и транспортирование булочных изделий осуществляется согласно ГОСТ 8227.

Основными преимуществами предложенной технологии по сравнению с традиционной являются: сокращение длительности брожения теста на 44 % и времени расстойки на 13 %, кроме того сдобные изделия обладают

высокими качественными характеристиками.

Модернизированную технологию можно адаптировать к технологическому процессу и оборудованию, установленному на действующих хлебопекарных предприятиях, таким образом дополнительных затрат не требуется (приложение 11) [136].

### 5.10 Разработка рецептуры булочки сдобной, обогащенной растительными ингредиентами

Постановка и проведение экспериментов с целью изучения влияния рецептурного соотношения компонентов на показатели качества готового продукта осуществлялась в соответствии с рототабельным центрально-композиционным планированием (табл. 27 и 28).

Таблица 27 – Интервалы и уровни варьирования факторов

Характеристика планирования	Факторы		
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>
Основной уровень (0)	1,5	1,5	3
Интервал варьирования	0,5	0,5	1
Верхний уровень (+1)	2,5	2,5	5
Нижний уровень (-1)	0,5	0,5	1
Верхняя «звездная» точка (+1,68)	2,84	2,84	5,68
Нижняя звездная точка (-1,68)	0,16	0,16	0,32

Модель представляет собой полином второй степени:

$$\bar{y}_u = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2, \quad (1)$$

где  $b_i$ ,  $b_{ij}$ ,  $b_{ii}$  – коэффициенты.

Выбор основных уровней и интервалов варьирования факторов обусловлен следующими предположениями: для ППШ и ППР – содержанием БАД в хлебобулочных изделиях и органолептическими показателями готовых изделий; для МП – органолептическими и физико-химическими показателями.

В качестве оценки влияния указанных факторов на состояние мякиша булочки сдобной приняли пористость  $y_1(\%)$ , значение которой определяли после выпечки хлеба, через  $16 \div 18$  часов.

Статистическая обработка экспериментальных данных осуществлялась аналогично п. 5.4 (приложение 12).

Таблица 28 – Матрица планирования эксперимента

Номер опыта	Кодированные значения фактора			Натуральные значения факторов			Функция отклика
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	+	+	+	2,5	2,5	5	79,0
2	+	+	-	2,5	2,5	1	78,4
3	+	-	+	2,5	0,5	5	78,5
4	+	-	-	2,5	0,5	1	77,7
5	-	+	+	0,5	2,5	5	76,9
6	-	+	-	0,5	2,5	1	75,8
7	-	-	+	0,5	0,5	5	72,9
1	2	3	4	5	6	7	8
8	-	-	-	0,5	0,5	1	72,2
9	-1,68	0	0	0,16	1,5	3	71,3
10	1,68	0	0	2,84	1,5	3	79,1
11	0	-1,68	0	1,5	0,16	3	73,7
12	0	1,68	0	1,5	2,84	3	77,0
13	0	0	-1,68	1,5	1,5	0,32	76,6
14	0	0	1,68	1,5	1,5	3,68	77,5
15	0	0	0	1,5	1,5	3	77,6
16	0	0	0	1,5	1,5	3	77,0
17	0	0	0	1,5	1,5	3	77,6
18	0	0	0	1,5	1,5	3	77,0
19	0	0	0	1,5	1,5	3	77,5
20	0	0	0	1,5	1,5	3	77,6

Полученное нелинейное уравнение регрессии (2), адекватно описывающее зависимость пористости булочки сдобной от концентрации растительных ингредиентов, имеет вид:

$$y=49,104+17,708x_1+12,582x_2+0,345x_3-3,2x_1x_2-2,892x_1^2-1,976x_2^2 \quad (2)$$

Максимальное рассогласование экспериментальных и рассчитанных по модели (2) данных не превысило 12%.

Согласно полученному уравнению (2) сила влияния рассмотренных факторов на состояние мякиша хлеба уменьшается в ряду  $x_1 > x_2 > x_3$ . Это свидетельствует о том, что наибольшее влияние на состояние мякиша оказывает именно концентрация ППШ, в то время как содержание ППР и МП влияет в меньшей степени.

На основании полученных данных разработана рецептура булочки

сдобной, обогащенной растительными ингредиентами (табл. 29).

Таблица 29 – Рецептатура булочки сдобной, обогащенной растительными ингредиентами

Наименование сырья	Расход сырья, кг
Мука пшеничная высшего сорта	100,00
Соль поваренная пищевая	0,94
Дрожжи хлебопекарные прессованные	2,65
Сахар-песок	17,14
Маргарин	23,14
Меланж (для смазки)	2,96
Масло растительное	4,40
Порошок из плодов шиповника	2,45
Порошок из плодов рябины	1,60
Итого:	155,28

### 5.11 Химический состав булочки сдобной с растительными ингредиентами, экономическая эффективность

Булочные изделия характеризуются совокупностью различных свойств: химических, физических, технологических и др. Комплекс этих свойств определяет их пользу для организма человека. При этом одной из важнейших характеристик полезности хлебобулочного изделия является его пищевая ценность. Вследствие этого было исследовано влияние обогащающих растительных ингредиентов на химический состав булочки сдобной (табл. 30). Установлено, что обогащение булочки сдобной ППШ+ППР+МП, способствует повышению пищевой ценности готового продукта (приложение 13).

Анализ результатов показал, что использование ППШ+ППР+МП в рецептуре булочки сдобной незначительно влияет на содержание белков и усвояемых углеводов, но при этом возрастает доля моносахаридов. Внесение растительных ингредиентов в смеси с маслом подсолнечным незначительно повышает содержание жиров. Более существенное влияние растительные ингредиенты оказали на содержание пищевых волокон, количество которых возросло в 2 раза. Содержание кальция в обогащенных изделиях увеличилось на 15%.

Таким образом, употребление в день одной обогащенной сдобной булочки обеспечит степень удовлетворения суточной нормы в среднем: в белках на 12 %, жирах 18 %, углеводах 16 %, пищевых волокнах 22 %, витаминах 4 ÷ 22 %, кальция 3 %.

Таблица 30 – Химический состав исследуемых образцов

Наименование пищевых веществ	Рекомендуемая норма потребления [72]	Содержание пищевых веществ в 100 г булочки		Степень удовлетворения суточной потребности, %	
		Булочка сдобная (контроль)	Булочка сдобная с эмульсией	Булочка сдобная (контроль)	Булочка сдобная с эмульсией
Белки, г	65,00	7,85	7,51	12,10	11,60
Жиры, г	70,00	9,40	12,60	13,40	18,0
Усвояемые углеводы, г: - сахара -крахмал	320,00	54,90 8,60 46,30	52,50 10,30 42,20	17,20	16,40
Пищевые волокна, г	20,00	2,20	4,30	11,00	21,50
Витамины, мг: - аскорбиновая кислота -β-каротин - токоферол	90,00 5,00 15,00	- - 3,00	3,81 0,49 3,30	- - 20,00	4,20 9,80 22,00
Минеральные вещества, мг: -кальций	1000,00	24,10	28,50	2,41	2,80
Энергетическая ценность, ккал/кДж	2500/10465	336/1407	354/1482	13,40	14,20

На основании полученных результатов разработан проект технической документации: ТУ, ТИ РЦ (приложение 14, 15, 16).

Результаты диссертационной работы прошли промышленную апробацию в ТОГУП УПЦ «Комбинат школьного питания» (приложение 17).

С целью выявления ожидаемого экономического эффекта от внедрения предложенных технических решений был произведен расчет, согласно которому прибыль от реализации 100 шт. булочек сдобных с ППШ+ППР+МП, составит 1471 р. (приложение 18).

## ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. Обобщена информация о применении нетрадиционного сырья в производстве хлебобулочных изделий. Обоснована целесообразность применения растительных ингредиентов (порошков из плодов шиповника и рябины).

2. Изучены физико-химические свойства растительных ингредиентов (ППШ и ППР), доказано их положительное влияние на показатели качества муки пшеничной, дрожжей хлебопекарных и структурно-механические свойства теста (происходит укрепление клейковины в среднем на 12 %, повышается газообразующая способность на 5 %, жизнеспособность дрожжевых клеток на 11 % и показатель динамической вязкости на 13 %, адгезионная прочность снижается на 8 %).

3. Обоснован способ приготовления теста (опарный) и внесения порошков из плодов шиповника и рябины в виде эмульсии, позволяющие улучшить вкус и аромат хлебобулочных изделий, повысить удельный объем в среднем на 21 %, формоустойчивость на 16,3 % и пористость на 7 %, увеличить срок сохранения свежести и повысить микробиологическую устойчивость хлеба до 72 ч. Установлено, что потребление 100 г обогащенных хлебобулочных изделий обеспечит степень удовлетворения суточной нормы: в белках на  $\approx 12$  %, жирах  $\approx 11$  %, углеводах  $\approx 16$  %, пищевых волокнах  $\approx 21$  %, витаминах  $\approx 13$  %, кальция  $\approx 3$  %.

4. Проведен системный анализ технологии производства хлебобулочного изделия, создающий предпосылки к разработке математической модели и управлению процессом производства обогащенных хлебобулочных изделий.

5. Модернизация технологии хлеба из пшеничной муки и булочки сдобной, обогащенных порошком из плодов шиповника и рябины в смеси с маслом подсолнечным, позволяющие сократить время брожения теста в среднем на  $35 \div 40$  мин, окончательную расстойку – на 5 мин.

6. Разработана техническая документация на хлебобулочные изделия, обогащенные растительными ингредиентами. Результаты диссертационного исследования внедрены на ОАО «Тамбовский хлебозавод», прибыль от реализации 1 т. обогащенного хлеба из пшеничной муки составляет 4062,8 руб.; 100 шт. булочки сдобной, обогащенной растительными ингредиентами – 1471 руб.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

БАВ – биологически активные вещества;

МП – масло подсолнечное;

ПНЖК – полиненасыщенные жирные кислоты;

ППР – порошок из плодов рябины;

ППШ – порошок из плодов шиповника;

СВ – сухие вещества.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Адлер, Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных решений [Текст] / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский – М.: «Наука», 1971. – 283 с.
2. Атаев, А.А. Диетические хлебобулочные изделия для здорового питания [Текст] / А.А. Атаев, Р.Д. Поландова, Т.Г. Богатырева // Хлебопечение России.- 2000. - № 1. - С. 21.
3. Ауэрман, Л.Я. Технология хлебопекарного производства [Текст] / Л.Я. Ауэрман; под общей ред. Л.И. Пучковой: учебник. - Изд. 9 перераб. и доп. – СПб.: Профессия, 2003. – 316 с.
4. Ахназарова, С.Л. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии [Текст]: учеб. пособие хим.-технол. спец. вузов / С.Л. Ахназарова, В.В. Кафарова. –2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1985. – 328 с.
5. Бельчук, Е. Яблочное пюре в технологии бисквита [Текст] / Е. Бельчук // Хлебопродукты №1, 2010. - С. 36 - 38.
6. Березина, Н.А. Рисовая мука в производстве заварных ржано-пшеничных хлебобулочных изделий [Текст] / Н.А.Березина, С.Я. Корячкина // Хлебопечение России. - 2011. - №4. - С. 18 - 19.
7. Блинникова, О.М. Повышение пищевой ценности плодово-ягодных нектаров за счет использования нетрадиционного высококачественного местного сырья [Текст]: дисс. канд. техн. наук: 05.18.15. - СПб, 2005. - 187 с.
8. Богатырева, Т.Г. Пути повышения микробиологической чистоты хлебобулочных и макаронных изделий, методы контроля [Текст] / Т.Г. Богатырева, О.И. Сидорова – М.: ЦНИИТЭИ хлебопродуктов, 1994. – 40 с.
9. Борисенко, Д.В. Овощные функциональные ингредиенты в технологии хлеба с повышенной микробиологической устойчивостью [Текст]: Автореферат дисс. канд. техн. наук: 05.18.01, 05.18.07. – Воронеж, 2015. – 18 с.
10. Боряев, В.Е. Товароведение дикорастущих плодов, ягод и

лекарственного сырья [Текст] / В.Е. Боряев. – М.: Экономика, 1991. - 204 с.

11. Бывальцев, А.И. Практикум по курсу «Моделирование и оптимизация технологических процессов отрасли» [Текст]: учеб. пособие / А.И. Бывальцев, Н.М. Дерканосова, А.А. Журавлев. – Воронеж: ВГТА, 2004. – 140 с.

12. Веденева, Е.М. Путь к здоровью через хлеб [Текст] / Е.М. Веденева // Хлебопечение России. - 2007. - №5. - С.42 - 43.

13. Вершинина, О. Производство хлеба повышенной пищевой ценности, обогащенного тыквенным жмыхом [Текст] / О.Вершинина, В. Дервенко, Е. Миланова // Хлебопродукты. – 2010. - №11. – С. 42 - 43.

14. Гаппаров, М.М. Натуральные продукты – пища XXI века [Текст] / М.М. Гаппаров, С.Н. Панченко, В.Г. Угренинов // Пищевая промышленность. - 1999. - №9. - С. 58.

15. Гореликова, Г.А. Исследование антиоксидантных свойств экстрактов лекарственных растений [Текст] / Г.А. Гореликова, Е.В. Шигина, Л.А. Маюрникова, Л.В. Терещук // Хранение и переработка сельхозсырья. - 2007. - №3. - С. 26 - 30.

16. Горячева, А.Ф. Сохранение свежести хлеба [Текст] / А.Ф. Горячева, Р.В. Кузьминский – М.: Лег. и пищевая пром-ть, 1983. – 240 с.

17. Дворецкий, С.И. Компьютерное моделирование и оптимизация технологических процессов и оборудования: Учебное пособие / С.И. Дворецкий, А.Ф. Егоров, Д.С. Дворецкий - Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2003. - 224 с.

18. Деренько, С.А. Каротиноиды плодов *Sorbus aucuparia* (рябина обыкновенная) [Текст] / С.А. Деренько // Химия природ. соединений. - 1978. - №4. - С. 528 - 529.

19. Деренько, С.А. О содержании и накоплении биологически активных веществ в плодах рябины обыкновенной [Текст] / С.А. Деренько, Н.И. Супрунов // Тез. док. III Всесоюз. съезда фармацевтов. – Кишинев, 1980. - С. 204 - 205.

20. Джабоева, А.С. Создание технологий хлебобулочных, мучных кондитерских и кулинарных изделий повышенной пищевой ценности с использованием нетрадиционного растительного сырья [Текст]: Автореферат

дисс. докт. техн. наук: 05.18.01. - Москва, 2009. - 49с.

21. Дробот, В.И. Использование пектинового экстракта в хлебопечении [Текст] / В.И. Дробот, Е.В. Филиппова // Хлебопечение России. - 1997. - №5. - С. 30.

22. Дубровская, Н.О. Разработка рецептуры и технологии хлебобулочных изделий, обогащенных рябиновым порошком [Текст]: дисс. канд. техн. наук: 05.18.07. - СПб, 2009. – 138 с.

23. Дудкин, М.С. Новые продукты питания [Текст] / М.С.Дудкин, Л.Ф. Щелкунов. – М.: МЛИК «Наука», 1998. - 304 с.

24. Елисеева, С.И. Контроль качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции на хлебозаводах [Текст] / С.И. Елисеева – М.: Агропромиздат, 1987. – 192 с.

25. Еникеев, Р.Р. Использование функциональных добавок в хлебопечении [Текст] / Р.Р. Еникеев, А.В. Зимичев, А.Г. Кашаев // Пищевая промышленность. - 2009. - №8. - С. 47 - 49.

26. Еркинбаева, Р.К. Исследование технологических свойств тритикале [Текст] / Р.К. Еркинбаева, И.Т. Туркина // Хлебопродукты. - 1994. - №3. - С. 26.

27. Ермаков, А.И. Методы биохимического исследования растений [Текст] / А.И. Ермаков, В.В. Арасимович, Н.П. Ярош и др. – Л.: Агропромиздат, Ленинградское отделение, 1987. – 430 с.

28. Жилова, Р.М. Разработка технологий и рецептур мучных кондитерских изделий профилактического назначения с использованием продуктов переработки дикорастущей ежевики [Текст]: дисс. канд. техн. наук: 05.18.15. - СПб, 2006. – 194 с.

29. Застрогина, Н.М. Хлебобулочные изделия геродиетического направления: практические решения совершенствования технологии, прогнозирования количества и расширения ассортимента [Текст]: Автореферат дисс. канд. техн. наук 05.18.01. – Воронеж, 2015. – 24 с.

30. Зверева, Л.Ф. Технология и технохимический контроль хлебопекарного производства [Текст] / Л.Ф. Зверева, З.С. Немцова, Н.П.

Волкова- 3-е изд. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 416 с.

31. Зипаев, Д.В. Влияние концентрации биомассы кефирного грибка на основные свойства хлебобулочных изделий [Текст] / Д.В. Зипаев, А.Ф. Шевченко, Д.Ф. Валиулина // Инновационные технологии в пищевой промышленности: материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. - Самара, 2011. - С.69-71.

32. Исабаева, И.Б. Пюре из пассированной тыквы в производстве сухарей [Текст] / И.Б. Исабаев, К.Х. Мажидов // Хлебопечение России. - 2000. - №4. - С. 30.

33. Калинина, И.В. Влияние добавки кедровой муки на формирование качества, сохраняемость и пищевую ценность хлебобулочных изделий [Текст]: Автореферат дисс. канд. техн. наук: 05.18.15. - СПб, 2006. – 16 с.

34. Касьянов, Г.И. Применение пряно-ароматических и лекарственных растений в пищевой промышленности [Текст] / Г.И. Касьянов, И.Е. Кизим, М.А. Холодцов // Пищевая промышленность. – 2000. - № 5. - С. 33 – 35.

35. Кац, З.А. Производство сушеных овощей, картофеля и фруктов [Текст] / З.А. Кац – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 216 с.

36. Кветный, Ф. Технология для экологически неблагоприятных районов [Текст] / Ф. Кветный, И. Петраш, И. Маслова, Г. Покровская, Л. Шатнюк, Л. Перевалов // Хлебопродукты. - 1997. - №4. - С. 23 - 24.

37. Кислухина, О.В. Витаминные комплексы из растительного сырья [Текст] / О.В. Кислухина. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 308 с.

38. Клиндухова, Ю.О. Совершенствование технологии хлебобулочных изделий с использованием продуктов переработки хмеля [Текст]: Автореферат дисс. канд. техн. наук: 05.18.01. - Краснодар, 2010. – 23 с.

39. Ковров, Г.В. Создание новых продуктов повышенной пищевой и биологической ценности [Текст] / Г.В. Ковров // Пищевая промышленность. -

1998. - №12. - С. 43.

40. Козьмина, Н.П. Биохимия хлебопечения [Текст] / Н.П. Козьмина – М.: Пищевая промышленность, 1971. – 436 с.

41. Коломникова, Я.П. Разработка технологий устойчивого к микробиологической порче пшеничного хлеба с применением антибиотических фитодобавок [Текст]: дисс. кандид. техн. наук: 05.18.01., 05.18.07 - Воронеж, 2009. - 168 с.

42. Комаров, В.И. К вопросу систематизации основных видов пищевых продуктов [Текст] / В.И. Комаров, А.И. Гурьянов // Пищевая промышленность. - 1999. - №1. - С. 9.

43. Кондратьев, Д.В. Разработка способов получения экстрактов из виноградных выжимок и их применение в технологии хлебобулочных изделий профилактического назначения [Текст]: Автореферат дисс. канд. техн. наук: 05.18.01. – М., 2009. – 23 с.

44. Конова, Н. Приготовление хлеба с добавлением растительного масла [Текст] / Н. Конова, Т. Рензяева, И. Шарфунова, Т. Кичаева, О. Рензяев // Хлебопродукты. - 2009. - № 2. - С. 50 - 51.

45. Королькова, Е. М. Оценка эффективности инвестиционного проекта [Текст]: метод. указ. / Е. М. Королькова. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 1999. – 37 с.

46. Корчагин, В.И. Перспективные обогатители растительного происхождения в производстве хлебобулочных изделий [Текст] / В.И. Корчагин, Г.О. Магомедов, Н.М. Дерканосова, Л.И. Столярова, В.И. Карпенко – Воронеж.: Воронеж. гос. технол. акад., 2001. – 161 с.

47. Корячкина, С. Использование сиропа цветков клевера лугового в производстве пшеничного хлеба [Текст] / С. Корячкина, Е. Кузнецова // Хлебопродукты. – 2011. - № 5. – С. 44 - 45.

48. Костюченко, М.Н. Влияние бетулинсодержащего экстракта бересты на хлебопекарные свойства пшеничной муки [Текст] / М.Н. Костюченко, Г.Ф. Дремучева, А.Ю. Веселова // Хлебопечение России. – 2014.

- №1. – С. 32 - 33.

49. Кочеткова, А.А. Современная теория позитивного питания и функциональные продукты [Текст] / А.А. Кочеткова, А.Ю. Колеснова, В.И. Тужилкин, И.Н. Нестерова, О.В. Большакова // Пищевая промышленность. - 1999. - № 4. - С. 7 - 10.

50. Красникова, Л.В. Микробиология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств: учеб. пособие [Текст] / Л.В. Красникова, И.Е. Кострова – СПб.: СПбГУНиПТ, 2001. – 81 с.

51. Куминов, Е.П. Нетрадиционные садовые культуры [Текст] / Е.П. Куминов. – Ростов-н-Дону: Феникс, 2005. – 253 с.

52. Курьянов, М.А. Рябина садовая [Текст] / М.А. Курьянов. – М.: Агропромиздат, 1986. – 78 с.

53. Лазуткин, А.А. Способы повышения функциональных свойств хлебобулочных изделий на основе цельносмолотого зерна пшеницы [Текст] / А.А. Лазуткин, А.И. Моисеева // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2010. - № 2. – С. 23 - 25.

54. Лаптева, Н.К. Перспективные сорта озимой тритикале для хлебопечения [Текст] / Н.К. Лаптева, Л.В. Митькиных, Н.З. Сафина // Хлебопечение России. - 2011. - № 4. – С. 16 - 17.

55. Левченко, Д.Б. Пектин. Пектинопрофилактика [Текст] / Д.Б. Левченко, Л.М. Тиховонова. – Краснодар: Краснодарское книжное издательство, 1992. - 16 с.

56. Лексаков, С. Грибковая обсемененность на предприятиях отрасли [Текст] / С. Лексаков // Хлебопечение России. - 2003. - № 3. - С. 40 - 41.

57. Лесникова, Н.А. Нетрадиционное сырье хлебопекарного производства [Текст] / Н.А. Лесникова, Л.Ю. Лаврова // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2011. - № 11. – С. 37 – 38.

58. Линд, А.Р. Медико-биологические аспекты использования молочной сыворотки в питании [Текст] / А.Р. Линд, А.Г. Соколова // Вопросы питания. - 1995. - № 6. - С. 29 - 33.

59. Лунин, В. Основные способы предотвращения микробиологической порчи мучных кондитерских и хлебобулочных изделий [Текст] / В. Лунин, Д. Сосунов // Хлебопродукты. – 2013. - № 6. – С. 32 – 34.

60. Магомедов, Г.О. Многокомпонентные порошкообразные полуфабрикаты: состав, свойства и перспективы использования / Г.О. Магомедов, Н.М. Дерканосова // Изв. Вузов. Пищевая технология. - 1996. - № 3 - 4. - С. 23 - 25.

61. Магомедов, Г.О. Моделирование и оптимизация структурно-механических свойств мармелада [Текст] / Г.О. Магомедов, И.Х. Арсанукаев, А.А. Журавлев, А.Я. Олейникова, Л.А. Лобосова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2009. - № 12. – С. 35 - 38.

62. Матвеева, И.В. Концепция и технологические решения применения хлебопекарных улучшителей [Текст] / И.В. Матвеева // Пищевая промышленность, 2005. - № 5. - С. 20 - 23.

63. Матвеева, И.В. Применение муки из семян амаранта при производстве хлеба: обзор [Текст] / И.В. Матвеева, Л.И. Пучкова, У.Н. Луценко, В.В. Писковец, Т.А. Юдина. - М.: ЦНИИТЭИ хлебопродуктов, 1994. – 32 с.

64. Матти Ваананен Новые направления развития пищевой промышленности Финляндии / Матти Ваананен [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.leipurin.ru> Дата обращения: 26.04.2012.

65. Мефлянский, В.Г. Лечебные свойства пищевых продуктов [Текст] / В.Г. Мефлянский, В.В. Закревский, М.Н. Андропова. – М.: ТЕРРА, 1996. - 544 с.

66. Мичурин, И.В. Рябины гибридные. Сочинения / И.В. Мичурин. – М.: Сельхозиздат, 1940. - Т. 2, 3. - С. 110 - 114.

67. Мочихина, Л.И. Создание технологии производства новых продуктов питания из семян льна [Электронный ресурс] / Л.И. Мочихина. – Режим доступа: <http://vniiz.org/allarticle.aspx> Дата обращения: 27.06.2012.

68. Началов, В.В. Статистические методы планирования

экстремальных экспериментов [Текст] / В.В. Налимов, Н.А. Чернова. - М.: Наука, 1965. - 340 с.

69. Нечаев А.П. Пищевая химия [Текст] / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова и др. Под ред. А.П. Нечаева – Издание 3-е, испр. - СПб.: ГИОРД, 2004. - 640 с.

70. Нечаев, А.П. Пищевая химия: лабораторный практикум. Пособие для вузов [Текст] / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова и др. Под ред. А.П. Нечаева – СПб.: ГИОРД, 2006. – 304 с.

71. Новости пищевой промышленности [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.foodsmarket.by> Дата обращения: 03.09.2011.

72. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации [Текст]: методические рекомендации МР 2.3.1.2432 – 08 - Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; рук. Г.Г. Онищенко. - М., 2008.

73. Октябрьская, Т.В. Дайкон, овсяный корень, пастернак и другие [Текст] / Т.В. Октябрьская– М.: МСП, 2006. – 64 с.

74. О состоянии заболеваемости, обусловленной дефицитом микронутриентов [Текст]: письмо руководителям управления Роспотребнадзора по субъектам Российской Федерации, по железнодорожному транспорту: №01/12925 – 8 - 32 от 12.11.2008 - Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; рук. Г.Г. Онищенко. - М., 2008.

75. Павлов, А.В. Сборник мучных кондитерских изделий [Текст] / А.В.Павлов– СПб.: Гидрометеиздат, 1998. – 294 с.

76. Пат. RU 2188550 Способ производства мучных изделий / Золотарева А.М., Бороноева Г.С., Чиркина Т.Ф., Павлова А.Б. – опубл. 10.09.2002.

77. Пат. RU 2206996 Способ приготовления хлебобулочных изделий профилактической направленности / Юловский В.М. – опубл. 27.06.2003.

78. Пат. RU 2264104 Способ производства хлеба / Никулина Е.О., Иванова Г.В. – опубл. 20.11.2005.

79. Пат. RU 2358430 Способ производства хлеба / Хамицаева А.С., Агузаров Х.В., Хамицаев А. Б., Етдзаева К. М. – опубл. 20.06.2009.

80. Пат. RU 2366185 Способ производства сдобных хлебобулочных изделий / Дубровская Н.О., Нилова Л.П., Винницкая В.Ф. – опубл. 10.09.2009.

81. Пат. RU 2420069 Способ производства хлеба / Косован А.П., Поландова Р.Д., Конь И.Я., Апульщина Е.В. Шлеленко Л.А. – опубл. 10.06.2011.

82. Пат. RU 2422004 Способ производства ржано-пшеничного хлеба / Цыбикова Г.Ц., Гергенова А.А., Арданова А.К. – опубл. 27.06.2011.

83. Пат. RU 2552053 Способ производства хлеба по ускоренной технологии с использованием подкисляющей добавки/ Кузнецова Л.И., Дубровская Н.О., Парахина О.И., Савкина О.А., Косован А.П. – опубл. 10.06.2015.

84. Пат. RU 2573326 Способ производства заварного хлеба по ускоренной технологии с использованием сухой комплексной заварки/ Парахина О.И., Кузнецова Л.И., Дубровская Н.О. – опубл. 24.09.2014.

85. Пат. RU 96107276 Способ введения чеснока в рецептуру хлеба / Слепко Г.И. – опубл. 20.07.98.

86. Пат. RU 2003138150 Способ приготовления хлебобулочного изделия / Корнен Н.Н., Маркова Е.Г., Шаззо А.А., Тазова З.Т., Петракова В.В., Ткаченко Ю.Н., Щипанова А.А. – опубл. 10.07.2005.

87. Пат. RU 2006142846 Способ приготовления хлеба / Конова Н.И., Реняева Т.В., Шарфунова И.Б., Качаева Т.Г., Реняев О.П. – опубл. 10.06.2008.

88. Пат. RU 2006147047 Способ производства хлеба / Козубаева Л.А., Есин С.Б. – опубл. 10.07.2008.

89. Пат. RU 20088105133 Способ производства хлеба / Козубаева Л.А., Захарова А.С. – опубл. 20.08.2009.

90. Пат. RU 2009102205 Хлеб формовой / Шевченко А.Ф., Зимичев А.В., Темникова О.Е. – опубл 27.07.2010.
91. Пат. RU 2010108456 Способ производства хлебобулочных изделий с композитными смесями / Кондратенко Е.П., Егушова Е.А., Короткова О.Г., Стабровская О.И. – опубл. 20.09.2011.
92. Пат. RU 2010112182 Способ приготовления хлеба / Лыбенко Е.С., Хлопов А.А. – опубл. 10.10.2011.
93. Пат. RU 2010114347 Способ производства хлебобулочных изделий / Щеглов Н.Г., Мартиросян В.В., Кондратьев Д.В., Малкина В.Д., Жиркова Е.В. – опубл. 10.11.2011.
94. Пайбердин, М.В. Шиповник [Текст] / М.В. Пайбердин. - М.: Гослесбумиздат, 1963. - 156 с.
95. Пащенко, Л.П. Биотехнологические основы производства хлебобулочных изделий [Текст] / Л.П. Пащенко. – М.: Колос, 2002. – 368 с.
96. Пащенко, Л.П. Новый продукт из молочной сыворотки [Текст] / Л.П. Пащенко, С.М. Петров, Е.Е. Гореликова // Пищевая и перерабатывающая промышленность. - 1996. - № 1. - С. 36.
97. Пащенко, Л.П. Практикум по технологии хлеба, кондитерских и макаронных изделий (технология хлебобулочных изделий) [Текст] / Л.П. Пащенко, Т.В. Санина, Л.И. Столярова и др. – М.: КолосС, 2007. – 215 с.
98. Пащенко, Л.П. Применение свекольного пюре в технологии хлеба [Текст] / Л.П. Пащенко, А.В. Корниенко, Ю.Ю. Горбанева // Хранение и переработка сельхозсырья. - 2008. - № 3. - С. 69 - 73.
99. Пащенко, Л.П. Рациональное использование растительного белоксодержащего сырья в технологии хлеба [Текст] / Л.П. Пащенко, И.М. Жаркова. - Воронеж: ФГУП ИПФ «Воронеж», 2003. - 239 с.
100. Пащенко, Л.П. Технология хлебобулочных изделий [Текст] / Л.П. Пащенко, И.М. Жаркова – М.: КолосС, 2006. – 389 с.
101. Перегуда, Н.А. Разработка технологии хлебобулочных изделий диабетического назначения с использованием плодоовощных порошков

[Текст]: Автореферат дисс. канд. техн. наук: 05.18.01. - Киев, 1989. – 18 с.

102. Перфилова, О.В. Разработка технологии производства фруктовых и овощных порошков для применения их в изготовлении функциональных мучных кондитерских изделий [Текст]: Дисс. кандид. техн. наук: 05.18.01. - М., 2009. - 281 с.

103. Пилат, Т.Л. Биологически активные добавки к пище (теория, производство, применение) [Текст] / Т.Л. Пилат, А.А. Иванов. – М.: Аввалон, 2002. - 710 с.

104. Плаксин, Ю.М. Производство и применение пищевых добавок из растительного сырья: учебное пособие [Текст] / Ю.М. Плаксин, С.Я. Корячкина. – М.: Издательский комплекс МГУПП, 2003. – 134 с.

105. Плешков, Б.П. Биохимия сельскохозяйственных растений [Текст] / Б.П. Плешков – 4-е изд. издание доп. и перераб. - М.: Колос, 1980. - 495 с.

106. Подсолнечное масло: полезные свойства, состав и лечение [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.inmoment.ru> Дата обращения: 18.03.2015.

107. Поландова, Р.Д. Картофельная болезнь хлеба: проблемы и современные способы предупреждения [Текст] / Р.Д. Поландова, Т.Г. Богатырева, А.А. Атаева // Хлебопечение России. - 1998. - № 4. - С. 13 - 14.

108. Пономарева, Е.И. Влияние обогатителей на реологические свойства теста из муки цельносмолотого зерна пшеницы [Текст] / Е.И. Пономарева, Л.В. Шторх // Известия вузов. Пищевая технология. - 2011. - № 5 - 6. - С. 54 - 57.

109. Пономарева, М. Хлеб функционального назначения с использованием жмыха топинамбура [Текст] / М. Пономарева, Л. Крикунова, Т. Юдина // Хлебопродукты. - 2009. - № 10. - С. 44 - 45.

110. Поплавская, Т.К. Рябина как ценное нетрадиционное сырье многопланового использования [Текст] / Т.К. Поплавская // Сб. трудов НИИС им. М.А. Лисавенко «Состояние и проблемы садоводства России». - Новосибирск, 1997.

111. Программа отраслевая целевая «Развитие хлебопекарной промышленности Российской Федерации на 2014-2016 гг.» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru> Дата обращения 7.10.2015.

112. Пучкова, Л.И. Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства. – 4-е изд., перераб. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 264 с.

113. Резникова, Л.Г. Разработка технологий хлебобулочных и мучных кондитерских изделий профилактического назначения с использованием продуктов переработки цикория корнеплодного [Текст]: Автореферат дисс. канд. техн. наук: 05.18.01. - Москва, 2009. – 27 с.

114. Рогов, И.А. Функциональные продукты: состав, свойства, предназначение [Текст] / И.А. Рогов, А.И. Жаринов, М.П. Воякин // Мясные технологии. - 2010. - № 2. - С. 6 - 10.

115. Родичева, Н.В. Технология ржаного хлеба с использованием порошка из столовой свеклы [Текст] / Н.В. Родичева, В.Я. Черных // Хранение и переработка сельхозсырья. - 2012. - № 8. - С. 40 - 42.

116. Росляков, Ю.Ф. Научные разработки кафедры технологии хлебопекарного, макаронного и кондитерского производства КубГТУ для хлебопекарной и кондитерской промышленности [Текст] / Ю.Ф. Росляков // Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XIX века: материалы II международной научно-практической конференции. Краснодар, 2011. - С. 38 - 43.

117. Руководство по методам контроля и безопасности биологически активных добавок к пище [Текст] – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 240 с.

118. Рынок пищевого сырья и ингредиентов [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.foodnavigator.ru> Дата обращения: 05.06.2013.

119. Садыгова, М.К. Нутовая мука – улучшитель реологических свойств пшеничного теста [Текст] / М.К. Садыгова, Г.О. Магомедов, И.А. Кибкало, Л.В. Андреева // Хлебопечение России. - 2011. - № 3. – С. 23 - 25.

120. Сборник технологических инструкций для производства хлеба и хлебобулочных изделий [Текст]. – М.: Прейскурантиздат, 1989. – 494 с.

121. Сергиенко, И.В. Разработка технологий функциональных хлебобулочных изделий с применением соепродуктов [Текст]: дисс. канд. техн. наук: 05.18.01. - Воронеж, 2009. - 217 с.

122. Скрипников, Ю.Г. Технологические особенности переработки плодов рябины обыкновенной на лечебно-профилактические продукты [Текст] / Ю.Г. Скрипников, В.Ф. Винницкая. Мичуринск: Вестник МГАУ. 2002. - Т. 1. - № 1. - С. 83 - 86.

123. Скуратовская, О.Д. Контроль качества продукции физико-химическими методами. 1. Хлебобулочные изделия [Текст] / О.Д. Скуратовская – М.: ДеЛи принт, 2002. – 102 с.

124. Сорокулова, И.Б. Возбудитель «картофельной болезни» хлеба и здоровье человека [Текст] / И.Б. Сорокулова // Хлебопечение России. - 2000. - № 2. - С. 30.

125. Спиричев, В.Б. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология [Текст] / В.Б. Спиричев, Л.Н. Шатнюк, В.М. Поздняковский; под общ. ред. В.Б. Спиричева 2-е изд., стер. - Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. - 548 с.

126. Стабровская, О.И. Расширение ассортимента хлебобулочных изделий, обогащенных йодом [Текст] / Стабровская О.И., Шафоростова Т.П. // Хлебопечение России. - 2011. - № 2. - С. 16 - 17.

127. Стрелец, В.Д. Производственно-хозяйственное обоснование промышленного выращивания шиповника [Текст] / В.Д. Стрелец, В.Н. Еремин, М.Х. Тутов, Е.А. Корягина // Известия ТСХА. - 2005. - № 4. - С. 160-165.

128. Тарасова, А. Хлебобулочные изделия функционального назначения [Текст] / А. Тарасова, И. Матвеева, А.Нечаев // Хлебопродукты. - 2009. - № 6. - С. 54 - 55.

129. Типсина, Н.Н. Использование порошка облепихи в производстве кондитерских изделий [Текст] / Типсина Н.Н., Матюшев В.В., Присухина Н.В., Царёва Е.А. // Вестник КрасГАУ. Научный журнал. - 2013. - № 5. - С. 223 -228.

130. Тихомиров, В.Б. Планирование и анализ эксперимента (при проведении исследований в легкой и текстильной промышленности) [Текст] / В.Б. Тихомиров. – М.: «Легкая индустрия», 1974. – 262 с.

131. Товароведение и экспертиза товаров [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.znautovar.ru> Дата обращения: 10.01.2013.

132. Токаев, Э.С. Сравнительная характеристика антиоксидантной активности растительных экстрактов [Текст] / Э.С. Токае, Г.Г., Манукьян // хранение и переработка сельхозсырья. - 2009. - № 9. - С. 36 - 39.

133. Фалькович, Б.А. Применение полуфабрикатов лекарственных трав для разработки технологии кондитерских изделий нового поколения [Текст]: дисс. канд. техн. наук: 05.18.01. -Воронеж, 2000. - 160 с.

134. Химический состав пищевых продуктов. Кн. 2: Справочная таблица содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов / Под ред. И.М. Скурихина и М.Н. Волгарева.-2-е изд., перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 1987. - 360 с.

135. Храмова, Н.С. Разработка технологии получения гидратопектинов из плодов дикорастущих культур и их применение в хлебопечении [Текст]: Автореферат дисс. канд. техн. наук: 05.18.01. - Краснодар, 2008. – 23 с.

136. Хромеенков, В.М. Технологическое оборудование хлебозаводов и макаронных фабрик [Текст] / В.М. Хромеенков – СПб.: ГИОРД, 2002. – 496 с.

137. Хуршудян, С.А. Функциональные продукты питания: проблемы на фоне стабильного роста [Текст] /С.А. Хуршудян // Пищевая промышленность. - 2009. - № 1. - С. 8 - 9.

138. Цыганова, Т.Б. Новая технология производства хлебобулочных

изделий повышенной пищевой ценности [Текст] / Т.Б. Цыганова, В.П. Ангелюк, В.А. Буховец // Хлебопечение России. - 2011. - № 5. – С. 28 - 31.

139. Цыганова, Т.Б. Технология и организация производства хлебобулочных изделий: учебник для студ. сред. проф. образования [Текст] / Т.Б. Цыганова - 2-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 448 с.

140. Чалдаев, П.А. Современные направления обогащения хлебобулочных изделий (аналитический обзор рефератов ВИНТИ) [Текст] / П.А. Чалдаев, А.В. Зимичев // Хлебопечение России. - 2011. - № 2. – С. 24 - 27.

141. Шашков, В.Б. Прикладной регрессионный анализ. Многофакторная регрессия [Текст]: учебное пособие / В.Б. Шашков. – Оренбург: ГОУ ВПО ОГУ, 2003. – 363 с.

142. Шевченко, А.Ф. Хлеб с биомассой кефирных грибков [Текст] / А.Ф. Шевченко, Д.В. Зипаев, Д.Ф. Валиулина // Хлебопечение России. - 2011. - № 4. – С. 12 - 14.

143. Шнайдман, Л.О. Биологически активные вещества плодов рябины обыкновенной и перспективы их промышленного использования [Текст] / Л.О. Шнайдман, И.Н. Кущинская, М.К. Мительман и др. // Раст. ресурсы. - 1971. - Т. 7 - Вып. 1. - С. 68 - 71.

144. Щеколдина, Т.В. Применение белкового изолята подсолнечника в производстве хлеба из пшеничной муки [Текст] / Т.В. Щеколдина, П.И. Кудинов, Л.К. Бочкова, Г.Г. Сочиянц // Известия вузов. Пищевая технология. - 2010. - № 1. - С. 36 - 38.

145. Ямашев, Т.А. Влияние овсяной муки на реологические свойства тестовых полуфабрикатов и органолептические показатели хлеба [Текст] / Т.А. Ямашев, М.В. Харина, О.А. Решетник // Хлебопечение России. - 2011. - № 3. – С. 26 - 28.

146. Cortés-Rojas D.F. Physicochemical properties of phytopharmaceutical preparations as affected by drying methods and carriers [Текст] / Diego F. Cortés-Rojas, Wanderley P. Oliveira // Drying Technology. - DRY TECHNOL, vol.30, № 9. - 2012. - p. 921 - 934.

147. Davidson, P.M., Juneja, V.K. Antimicrobial agents [Текст] / Eds. A.L. Branen, P.M. Davidson, S. Salminen // Food Additives. - NY.: Marcel Dekker, Inc, 1990. – 83 - 137 pp.
148. De Escalada Pla, M.F. Composition and functional properties of enriched fiber products obtained from pumpkin (*Cucurbita moschata* Duchesne ex Poiret) / M.F. de Escalada Pla, N.M. Ponce, C.A. Stortz, L.N. Gerschenson, A.M. Rojas // LWT – Food Science and Technology. – 2007. – V. 40, №7. – P. 1176-1185.
149. Escudero, N.L. Nutrient and antinutrient composition of amaranthus muricatus [Текст] / Escudero N.L., Albarracin G., Fernandez S., de Arellano L.M., Mucciarelli S. // Plant Foods for Human Nutrition. - 1999. - № 54. - P. 327 - 336.
150. Fritze, D. Taxonomy of the genus *Bacillus* and related genera: the aerobic endosporeforming bacteria [Текст] / D. Fritze // Phytopathology.- 2004. – 94 (11). - p. 1245 - 1248.
151. Holtekjolen, A.K Antioxidant properties and sensory profiles of breads containing barley flour / A.K, Holtekjolen, A.B. Baevre, M. Rodbotten et al. // Food Chem. – 2008.-Vol. 110. - № 2. – P. 414 - 421.
152. Hosig, K.B. Comparison of large-bowel function and calcium balance during soft wheat bran and oat bran consumption / K.B. Hosig, L.F. Shinnick, M.D. Johnson, S.A. Story, S.A. Marlett // Cereal Chem. - 1996. - 73, №3. - C. 392 - 398.
153. National Center for Biotechnology Information [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov> Дата обращения: 27.08.2013.
154. Пат. US 4643900 Method making bakery products / Porter Roy W. – опубл. 17.02.1987.
155. Ситник, І.П. Розробка технології хліба для екологічно забруднених зон з використанням водорості [Текст] / І.П. Ситник: дисс. канд. Техн. наук/ Київ: Національний університет харчових технологій, 2002. – 215 с.
156. Xiao-ling, J. Protein Content and Amino Acid Composition in Grains of Wheat-Related Species [Текст] / J. Xiao-ling, t.si-chun, H. Zhi, Z.Wei-dong // Agricultural Sciences in China. – 2008. -№ 7 (3). – P. 272 - 279.

УТВЕРЖДАЮ

Директор Технологического института  
ФГБОУ ВПО "ТГТУ",

председатель Методического совета

Д.Л. Полушкин

2015 г.

## АКТ ВНЕДРЕНИЯ

Комиссия в составе: председатель заведующий кафедрой «Технологии и оборудование пищевых и химических производств» ФГБОУ ВПО «ТГТУ», д.т.н., доцент Дворецкий Д.С., доцент, к.т.н. Акулинин Е.И., доцент, к.т.н. Смолихина П.М. составили настоящий акт о том, что результаты диссертационной работы Апаршевой Веры Викторовны (в частности, технологические решения по созданию хлебобулочных изделий, обогащенных растительными ингредиентами) были использованы:

1) в учебном процессе кафедры «Технологии и оборудование пищевых и химических производств» ФГБОУ ВПО «ТГТУ» по направлению 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья», а именно в дисциплинах: «Технологические добавки и улучшители для производства продуктов питания из растительного сырья», «Технологии пищевых производств», «Проектирование рецептур продуктов питания», «Современные методы исследования продуктов питания»;

2) в учебном процессе кафедры «Технологии и оборудование пищевых и химических производств» ФГБОУ ВПО «ТГТУ» по направлению 19.03.01 «Биотехнология», а именно в дисциплинах: «Пищевая биотехнология», «Техника и технология подготовки сырья».

Председатель Научно-методического совета по направлениям

19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья»,

19.03.01 «Биотехнология»

Дворецкий Д.С.

Члены комиссии:

Акулинин Е.И.

Смолихина П.М.

Протокол заседания дегустационной комиссии по органолептической  
оценке качества хлеба из пшеничной муки с растительными  
ингредиентами

25 июня 2013 г

Члены дегустационной комиссии:

Дворецкий Д.С., д.т.н, и.о. зав. кафедрой

«Технологии продовольственных продуктов» ТГТУ

Ковалева В.Н., зам. директора по производству

ОАО «Тамбовский хлебозавод»

Буянина О.А., зав. производством ТОГУП УПЦ

«Комбинат школьного питания»

Шаронова В.С., мастер производственного обучения ТОГАОУ СПО

«Многопрофильный колледж им. И.Т. Карасева»

Миронова О.Л., мастер производственного обучения ТОГАОУ СПО

«Многопрофильный колледж им. И.Т. Карасева»

Апаршева В.В., аспирант ТГТУ

Настоящий протокол составлен в том, что в лаборатории качества ТОГУП УПЦ «Комбинат школьного питания» был проведен дегустационный анализ опытных образцов хлеба из пшеничной муки высшего сорта. В качестве образцов были представлены:

1. Хлеб из пшеничной муки высшего сорта, изготовленный по традиционной рецептуре и технологии;
2. хлеб из пшеничной муки, обогащенный порошком из плодов шиповника и рябины в смеси с маслом подсолнечным в количестве 1 % от массы муки, при соотношении компонентов 1:1:1;
3. хлеб из пшеничной муки, обогащенный порошком из плодов шиповника и рябины в смеси с маслом подсолнечным в количестве 2 % от

## Приложение 2. Продолжение.

массы муки, при соотношении компонентов 1:1:1;

4. хлеб из пшеничной муки, обогащенный порошком из плодов шиповника и рябины в смеси с маслом подсолнечным в количестве 3 % от массы муки, при соотношении компонентов 1:1:1;

5. хлеб из пшеничной муки, обогащенный порошком из плодов шиповника и рябины в смеси с маслом подсолнечным в количестве 4 % от массы муки, при соотношении компонентов 1:1:1;

6. хлеб из пшеничной муки, обогащенный порошком из плодов шиповника и рябины в смеси с маслом подсолнечным в количестве 5 % от массы муки, при соотношении компонентов 1:1:1;

Итоги работы комиссии по органолептической оценке образцов отражены в таблице 1.

Таблица 1 – Усредненные результаты органолептической оценки образцов с учетом коэффициентов весомости

Показатели качества	Значение показателей в					
	контроле	хлебе из пшеничной муки с растительными ингредиентами				
		содержание растительных ингредиентов, % от массы муки				
		1	2	3	4	5
Внешний вид: -форма изделия, состояние поверхности	2	2	2,5	2,5	2	2
-окраска корок	0,9	1,5	1,5	1,2	0,9	0,9
Состояние мякиша: -характер пористости	1,2	1,6	2	2	1,6	1,6
- цвет мякиша	1,2	1,5	1,5	1,2	0,9	0,9
Эластичность	1,5	1,5	2	2	1,5	1,5
Запах (аромат)	2,4	3,2	3,2	4	3,2	3,2
Вкус	3,2	3,2	4	4	3,2	2,4
Разжевываемость мякиша	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,2
Итого	14	16,1	18,3	18,5	14,9	13,7

Оценка приведена с применением 5 уровневой балловой шкалы оценки органолептических показателей качества хлебобулочных изделий. Дегустация проводилась в период с 21 по 25 июня 2013г.

В результате проведенных анализов было установлено, что внесение

## Приложение 2. Продолжение.

порошков из плодов шиповника и рябины с маслом подсолнечным в рецептуру хлеба из пшеничной муки в количестве 1 – 3 % благоприятно отразилось на органолептических показателях. Внесение растительных ингредиентов способствовало приобретению хлебом золотисто-желтого окраса, приятного фруктового вкуса и аромата, развитой, тонкостенной однородной пористости, благоприятно отразилось на состоянии мякиша. Эксперты отметили, что внесение растительных ингредиентов свыше 3 % способствовало ухудшению органолептических показателей, в особенности, таких как состояние мякиша, аромат и вкус.

В связи с выше изложенным членами комиссии решено:

1. Считать порошки из плодов шиповника и рябины, вносимые совместно с маслом подсолнечным перспективным ингредиентом в производстве хлеба из пшеничной муки для улучшения органолептических показателей качества.
2. Установить количество вносимых растительных ингредиентов не более 3 % от массы муки.

И.о. зав. кафедрой «ТПП»

Д.С. Дворецкий

Зам. директора по производству

ОАО «Тамбовский хлебозавод»

В.Н.Ковалева

Зав. производством ТОГУП УПЦ

«Комбинат школьного питания»

О.А. Буянина

УТВЕРЖДАЮ

Ген. директор

ОАО Хлебозавод №5

*Удсан*  
подпись / А.В. Насе кин  
инициалы, фамилия



АКТ

Производственных испытаний изготовления 40 буханок пшеничного хлеба из муки высшего сорта с растительной добавкой (порошок из плодов рябины и шиповника) в условиях ОАО Хлебозавода № 5. Замес теста производили на тестомесильной машине А2-ХТБ. Выброженное тесто делили на куски, укладывали в формы и направляли на расстойку, а затем выпекали в печи ППЦ-250.

Присутствовали: зам. генерального директора по производству ОАО Хлебозавод № 5 Ковалева В.Н., начальник производственной лаборатории ОАО Хлебозавод № 5 Бучнева О.Ф., и.о. зав. кафедрой ТПП ТГТУ, к.т.н., Дворецкий Д.С., аспирант кафедры ТПП ТГТУ Апаршева В.В.

Производство изделий производилось согласно разработанной рецептуры и технологии.

Готовые изделия имели правильную форму, ярко окрашенную корку, развитую, тонкостенную однородную пористость.

Зам. генерального директора по производству *Ковалева* Ковалева В.Н.

Начальник производственной лаборатории *Бучнева* Бучнева О.Ф.

И.о. зав. кафедры ТПП, к.т.н. *Дворецкий* Дворецкий Д.С.

Аспирант кафедры ТПП *Апаршева* Апаршева В.В.



Ген. директор

ТОГУПУЦ «Комбинат школьного питания»

1 Ганков А. В.

инициалы, фамилия

« 21 » июня 2010 г

## АКТ

Производственных испытаний изготовления 50 буханок пшеничного хлеба из муки высшего сорта с растительной добавкой (порошок из плодов рябины и шиповника) в условиях пекарни ТОГУП УПЦ «Комбинат школьного питания». Замес теста производили на тестомесильной машине ТММ-140, расстойка тестовых заготовок осуществлялась в шкафу предварительной расстойки «Бриз плюс», выпечка – в печи электрической ротационной конвекционной 99MP-02.

Присутствовали: зав. производством ТОГУП УПЦ «Комбинат школьного питания» Буянина О.А., мастер производственного обучения ТОГОУ СПО «Многопрофильный колледж» Шаронова В.С., доцент кафедры «Технологическое оборудование и пищевые технологии» ТГТУ, к.т.н., Дворецкий Д.С., аспирант кафедры «Технологическое оборудование и пищевые технологии» ТГТУ Апаршева В.В.

Производство изделий производилось согласно разработанной рецептуры и технологии.

Готовые изделия имели правильную форму, ярко окрашенную корку, развитую, тонкостенную однородную пористость.

Зав. производством

Мастер производственного обучения

Доцент кафедры «ТО и ПТ», к.т.н.

Аспирант

Буянина О.А.

Шаронова В.С.

Дворецкий Д.С.

Апаршева В.В.

Статистический анализ результатов эксперимента исследования  
зависимости пористости хлеба из пшеничной муки от рецептурных  
параметров

Для расчета коэффициентов уравнений регрессии при рототабельном планировании с учетом числа факторов  $k=3$  можно использовать следующие формулы:

$$b_0 = 0,1663 \sum_1^{20} y_u - 0,0568 \sum_1^3 \sum_1^{10} x_i^2 y_u \quad (1)$$

$$b_i = 0,0732 \sum_1^{10} x_{iu} y_u \quad (2)$$

$$b_{ij} = 0,125 \sum_1^8 x_{iu} x_{ju} y_u \quad (3)$$

$$b_{ii} = 0,0625 \sum_1^{10} x_{iu}^2 y_u + 0,0069 \sum_1^3 \sum_1^{10} x_{iu}^2 y_u - 0,0568 \sum_1^{20} y_u \quad (4)$$

С учетом формул (1-4) значения коэффициентов уравнения регрессии равны:  $b_0=78,433$ ,  $b_1=2,116$ ,  $b_2=1,05$ ,  $b_3=0,345$ ,  $b_{12}=-0,8$ ,  $b_{13}=-0,05$ ,  $b_{23}=-0,025$ ,  $b_{11}=-0,692$ ,  $b_{22}=-0,639$ ,  $b_{33}=-0,039$ .

Таким образом, уравнение регрессии имеет вид:

$$\bar{y}_u = 78,433 + 2,116x_1 + 1,05x_2 + 0,345x_3 - 0,8x_1x_2 - 0,05x_1x_3 + 0,025x_2x_3 - 0,692x_1^2 - 0,639x_2^2 - 0,039x_3^2 \quad (5)$$

Значимость коэффициентов регрессии в уравнении проверяли с учетом уравнений:

$$b_0 = \pm 0,816 S_{\{\bar{y}\}}^2 \quad (6)$$

$$\Delta b_i = \pm 0,542 S_{\{\bar{y}\}}^2 \quad (7)$$

$$\Delta b_{ij} = \pm 0,708 S_{\{\bar{y}\}}^2 \quad (8)$$

$$\Delta b_{ii} = \pm 0,526 S_{\{\bar{y}\}}^2 \quad (9)$$

Для расчета дисперсии воспроизводимости пользовались уравнением:

$$S_{\{y\}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_0} (y_{0i} - \bar{y}_0)^2}{n_0 - 1},$$

где  $y_{0i}$ -результат отдельного наблюдения в нулевой точке;  $\bar{y}_0$  - среднее арифметическое значение опыта в нулевой точке;  $n_0$ -число наблюдений в нулевой точке.

Тогда  $S_{\{y\}}^2 = 0,09$ . Существует правило: коэффициент уравнения регрессии значим, если его абсолютная величина больше доверительного интервала.

В соответствии с формулами (6-9), находим дисперсии коэффициентов:  $b_0 = \pm 0,244$ ,  $\Delta b_i = \pm 0,162$ ,  $\Delta b_{ij} = \pm 0,212$ ,  $\Delta b_{ii} = \pm 0,158$ .

Сравнение абсолютных величин коэффициентов регрессии и соответствующих погрешностей в их оценке показывает, что с доверительной вероятностью 0,95 можно считать значимыми все коэффициенты уравнения (5), кроме  $b_{13}$ ,  $b_{23}$  и  $b_{33}$ . Таким образом, уравнение (5) принимает вид:

$$\bar{y}_u = 78,433 + 2,116x_1 + 1,05x_2 + 0,345x_3 - 0,8x_1x_2 - 0,692x_1^2 - 0,639x_2^2 \quad (10)$$

Адекватность уравнения (10) проверяли с помощью критерия Фишера:

$$F = \frac{S_{ao}^2}{S_{\{y\}}^2}, \quad (11)$$

где  $S_{ao}^2$  - остаточная дисперсия или дисперсия адекватности.

При рототабельном планировании второго порядка, когда опыты повторяются только в центре эксперимента, для расчета дисперсии адекватности можно использовать следующее уравнение:

$$S_{ao}^2 = \frac{S_R - S_E}{f_{ao}} = \frac{\sum_{i=1}^N (y_{ii} - \hat{y}_u)^2 - \sum_{i=1}^{n_0} (y_{0i} - \bar{y}_0)^2}{N - \lambda - (n_0 - 1)}, \quad (12)$$

где  $S_R$  - остаточная сумма квадратов;  $S_E$  - сумма квадратов отклонений, связанная с дисперсией воспроизводимости;  $f_{ad}$  - число степеней свободы, связанное с дисперсией адекватности;  $N$  – число опытов плана;  $\lambda$  - число коэффициентов уравнения;  $y_{ii}$  - число отдельных опытов, включая повторения в нулевой точке.

Число коэффициентов уравнения регрессии для планирования второго порядка можно найти из следующего уравнения:

$$\lambda = \frac{(k+2)(k+1)}{2 \cdot 1},$$

где  $k=3$  – число факторов.

Тогда  $\lambda=10$ .

Подставляя полученные значения в уравнение (12) получим дисперсию адекватности:

$$S_{ad}^2 = \frac{2,475 - 0,448}{20 - 10 - (6 - 1)} = 0,405 .$$

В соответствии с уравнением (11) находим расчетное значение критерия Фишера:

$$F_{рас} = \frac{0,405}{0,09} = 4,521 .$$

Полученное расчетное значение критерия Фишера сравниваем с табличным, при выбранной доверительной вероятности, для проверки значимости между дисперсией адекватности и дисперсией воспроизводимости. Если это различие окажется незначительным, то расчетное значение критерия Фишера не превысит табличного значения, поэтому уравнение будет считаться адекватным. Табличное значение критерия Фишера для доверительной вероятности 0,95 находим зная число степеней свободы для большей ( $f_{ad} = 5$ ) и меньшей ( $f_E = 5$ ) дисперсий.  $F_{табл} = 5,0503$ . Таким образом,  $F_{рас} < F_{табл}$ . Поэтому модель второго порядка (10) можно считать адекватной с доверительной вероятностью 95%.

**ИЛЦ «БИОТЕСТ» ГОУ ВПО МГУПБ**  
**Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии**  
 Аттестат аккредитации АИЛЦ № РОСС RU. 0001.21ПМ31.  
 Срок действия аттестата с 23.08.2010 по 23.08.2015  
**Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека**  
 Аттестат аккредитации АИЛЦ № ГСЭН.RU ЦОА.464 от 13.05.2008 г.  
 Срок действия аттестата от 13.05.2008 до 13.05.2013  
**Сертификат соответствия требованиям ГОСТ Р ИСО 9001:2008(ИСО 9001:2008)**  
 № РОСС.RU ИС.08.K01014  
 Срок действия сертификата от 14.04.2010 до 14.04.2013 г.  
 1093016, г. Москва, ул. Талалихина, д. 33, т. 6786073, т/ф 6770741

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ**  
 образцов  
 № 170631/11 от 29.06.2011 г.

1. Наименование образца: Хлеб из пшеничной муки с растительными ингредиентами.
2. Шифр образца: 1731/06.
3. Количество образцов: 2 x 650,0 г.
4. Предъявитель образцов: Апаршева В.В.
5. Заявитель: Апаршева В.В.
6. Сопроводительный документ: направление от 17.06.2011 г.
7. Время испытаний: начало – 17.06.2011, окончание – 29.06.2011.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ:**

Наименование определяемых показателей	НД на методы исследований	Норма по НД	Результат испытания
<b>ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ:</b>			
Содержание белков, г/100 г	ГОСТ 23327-98	-	7,40
Содержание жиров, г/100 г	ГОСТ 5668-68	-	2,67
Содержание углеводов, г/100 г	ГОСТ 5672-68	-	47,78
Содержание β-каротина, мг/100 г	Р.4.1.1672-03 с. 51	-	0,30
Содержание пищевых волокон, %	Р.4.1.1672-03 с. 46	-	3,86
Содержание кальция, мг/100 г	Р.4.1.1672-03 с. 85	-	23,10
Содержание витамина С, мг/100 г	ГОСТ 24556-89	-	2,38
Содержание витамина Е, мг/100 г	Р.4.1.1672-03 с. 51	-	1,40

Протокол касается только образцов, подвергнутых испытанию.  
 Настоящий протокол не может быть частично или полностью перепечатан без разрешения испытательной лаборатории

Руководитель ИЛЦ «БИОТЕСТ»

Ответственный за подготовку протоколов



Н.В. Нефедова

И.Г. Кириченко

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ОКП 911468

Группа Н 32  
(ОКС 67.060)

СОГЛАСОВАНО

Главный врач филиала ФБУЗ  
«Центр гигиены и эпидемиологии  
в Тамбовской области» в г. Рассказово,  
Кирсанове, Рассказовском, Кирсановском,  
Гавриловском, Уметском  
и Бондарском районах



*И.В. Машина*  
15.08.2011 г.



Проректор по научно-инновационной  
деятельности ФГБОУ ВПО «ТГТУ»  
С.И. Дворецкий

УТВЕРЖДАЮ

« 15 » *август* 2011 г.

ХЛЕБ «ТАМБОВСКАЯ ОСЕНЬ» ИЗ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ

Технические условия

ТУ 911468-001-02069289

Срок введения \_\_\_\_\_

РАЗРАБОТАНО:

Кафедра «ТПП» ФГБОУ ВПО ТГТУ

Аспирант кафедры: *В.В. Апаршева*И.о. заведующего кафедрой *Д.С. Дворецкий*

Тамбов 2011 г

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ОКП 911468

Группа Н 32  
(ОКС 67.060)  
УТВЕРЖДАЮ

СОГЛАСОВАНО

Главный врач филиала ФБУЗ  
«Центр гигиены и эпидемиологии  
в Тамбовской области» в г. Рассказово,  
Кирсанов, Рассказовском, Кирсановском,  
Гавриловском, Уметском  
и Бондарском районах

Проректор по научно-инновационной  
деятельности ФГБОУ ВПО «ТГТУ»  
С.И. Дворецкий



*Л.Б. Ланина*  
2011 г



*С.И. Дворецкий*  
2011 г

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ

по производству

ХЛЕБ «ТАМБОВСКАЯ ОСЕНЬ» ИЗ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ

к ТУ 911468-001-02069289-2011

Срок введения \_\_\_\_\_

РАЗРАБОТАНО:

Кафедра «ТПП» ФГБОУ ВПО ТГТУ

Аспирант кафедры: *В.В. Апаршева*

И.о. заведующего кафедрой *Д.С. Дворецкий*

Тамбов 2011 г

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ОКП 911468

Группа Н 32  
(ОКС 67.060)

СОГЛАСОВАНО

Главный врач филиала ФБУЗ  
«Центр гигиены и эпидемиологии  
в Тамбовской области» в г. Рассказово,  
Кирсанове, Рассказовском, Кирсановском,  
Гавриловском, Уметском  
и Вондарском районах

*М.И. Машин* *И.Б. Машин*  
«15» \_\_\_\_\_ 2011 г



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научно-инновационной  
деятельности ФГБОУ ВПО «ТГТУ»  
С.И. Дворецкий

«15» \_\_\_\_\_ 2011 г

## РЕЦЕПТУРА

ХЛЕБ «ТАМБОВСКАЯ ОСЕНЬ» ИЗ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ

по ТУ 911468-001-02069289

Производится по технологической инструкции

к ТУ 911468-001-02069289

Срок введения \_\_\_\_\_

РАЗРАБОТАНО:

Кафедра «ТПП» ФГБОУ ВПО ТГТУ

Аспирант кафедры: *В.В. Апаршева* В.В. АпаршеваИ.о. заведующего кафедрой *Д.С. Дворецкий* Д.С. Дворецкий

Тамбов 2011 г



«Утверждаю»  
 Директор КГАУ по  
 научно-инновационной деятельности  
 С.И. Дворецкий

«Утверждаю»  
 Генеральный директор  
 ОАО «Хлебозавод №5  
 А.В. Насекин



### АКТ ВНЕДРЕНИЯ

Технология производства хлеба пшеничного с внесением порошка из плодов шиповника и рябины

1. Наименование и шифр научно-исследовательской работы

Разработка технологии хлебобулочных изделий с использованием порошка из плодов рябины и шиповника выполняемой ТГТУ по плану госбюджетной НИР кафедры Технологии продовольственных продуктов

под руководством к.т.н. Д.С. Дворецкого

результаты которой по состоянию на 20 апреля 2011 г. внедрены в производство.

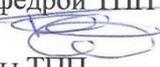
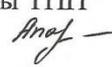
2. Наименование объекта, где внедрены результаты ОАО Хлебозавод №5, г. Тамбов

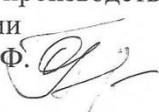
3. Основные технико-экономические внедрения

Создание пшеничного хлеба повышенной пищевой и биологической ценности, в рецептуру которого введен порошок из плодов рябины и шиповника. Данная добавка улучшает традиционные показатели качества – вкус, аромат, пористость хлеба.

Авторы не претендуют на денежное вознаграждение

Представители ТГТУ

к.т.н., и.о. зав кафедрой ТПП  
 Дворецкий Д.С.   
 аспирант кафедры ТПП  
 Апаршева В.В. 

Представители ОАО  
 Хлебозавод № 5, г. Тамбов  
 Зам. генерального директора  
 по производству  
 Ковалева В.Н.   
 Начальник производственной  
 лаборатории  
 Бучнева О.Ф. 

## Показатели эффективности инвестиционного проекта

№ п/п	Наименование показателя	Единица измерения	Значение показателя
1	Годовой объем производства хлеба из пшеничной муки с растительными ингредиентами	т	7000
2	Капиталовложения в проект	руб.	1667256,99
3	Себестоимость единицы продукции	руб.	17,4
4	Рентабельность продукции	%	14,0
5	Оптовая цена за единицу продукции	руб.	20,24
6	Максимальный прирост денежных поступлений	руб.	669557,0
7	Норма дисконта	%	11,5
8	Чистый дисконтный доход	руб.	387613,4
9	Внутренняя норма доходности	%	21,0
10	Индекс доходности инвестиций	доли ед.	1,2
11	Срок окупаемости инвестиций	годы	3,25
12	Горизонт расчета	годы	4,0



Ген. директор

ТОГУПУП «Комбинат школьного питания»

/ Панков А.В.

« 21 » июня 2011 г

## АКТ

Производственных испытаний изготовления 30 булочек сдобных из муки высшего сорта с растительной добавкой (порошок из плодов рябины и шиповника) в условиях пекарни ТОГУП УПЦ «Комбинат школьного питания». Сформованные тестовые заготовки выпекали в печи электрической ротационной конвекционной 99MP-02.

Присутствовали: зав. производством ТОГУП УПЦ «Комбинат школьного питания» Буянина О.А., мастер производственного обучения ТОГОУ СПО МК им. И.Т. Карасева Шаронова В.С., и.о. зав. кафедры «Технологии продовольственных продуктов» ТГТУ, к.т.н., Дворецкий Д.С., аспирант кафедры «Технологии продовольственных продуктов» ТГТУ Апаршева В.В.

Производство изделий производилось согласно разработанной рецептуры и технологии.

Готовые изделия имели гладкую, ярко окрашенную корку, развитую, тонкостенную однородную пористость, мягкий и эластичный мякиш, выраженный вкус и аромат.

Зав. производством  
 Мастер производственного обучения  
 И.о. зав. кафедры «ТПП», к.т.н.  
 Аспирант

Буянина О.А.  
 Шаронова В.С.  
 Дворецкий Д.С.  
 Апаршева В.В.

Статистический анализ результатов эксперимента исследования зависимости пористости булочки сдобной от рецептурных параметров

Для расчета коэффициентов уравнений регрессии при рототабельном планировании с учетом числа факторов  $k=3$  можно использовать следующие формулы:

$$b_0 = 0,1663 \sum_1^{20} y_u - 0,0568 \sum_1^3 \sum_1^{10} x_i^2 y_u \quad (1)$$

$$b_i = 0,0732 \sum_1^{10} x_{iu} y_u \quad (2)$$

$$b_{ij} = 0,125 \sum_1^8 x_{iu} x_{ju} y_u \quad (3)$$

$$b_{ii} = 0,0625 \sum_1^{10} x_{iu}^2 y_u + 0,0069 \sum_1^3 \sum_1^{10} x_{iu}^2 y_u - 0,0568 \sum_1^{20} y_u \quad (4)$$

С учетом формул (1-4) значения коэффициентов уравнения регрессии равны:  $b_0=77,421$ ,  $b_1=2,116$ ,  $b_2=0,927$ ,  $b_3=0,345$ ,  $b_{12}=-0,8$ ,  $b_{13}=-0,05$ ,  $b_{23}=0,025$ ,  $b_{11}=-0,723$ ,  $b_{22}=-0,494$ ,  $b_{33}=-0,070$ .

Таким образом, уравнение регрессии имеет вид:

$$\bar{y}_u = 77,421 + 2,116x_1 + 0,927x_2 + 0,345x_3 - 0,8x_1x_2 - 0,05x_1x_3 + 0,025x_2x_3 - 0,723x_1^2 - 0,494x_2^2 - 0,07x_3^2 \quad (5)$$

Значимость коэффициентов регрессии в уравнении проверяли с учетом уравнений:

$$b_0 = \pm 0,816 S_{\{\bar{y}\}}^2 \quad (6)$$

$$\Delta b_i = \pm 0,542 S_{\{\bar{y}\}}^2 \quad (7)$$

$$\Delta b_{ij} = \pm 0,708 S_{\{\bar{y}\}}^2 \quad (8)$$

$$\Delta b_{ii} = \pm 0,526 S_{\{\bar{y}\}}^2 \quad (9)$$

Для расчета дисперсии воспроизводимости пользовались уравнением:

$$S_{\{y\}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_0} (y_{0i} - \bar{y}_0)^2}{n_0 - 1},$$

где  $y_{0i}$ -результат отдельного наблюдения в нулевой точке;  $\bar{y}_0$  - среднее арифметическое значение опыта в нулевой точке;  $n_0$ -число наблюдений в нулевой точке.

Тогда  $S_{\{y\}}^2 = 0,08$ . Существует правило: коэффициент уравнения регрессии значим, если его абсолютная величина больше доверительного интервала.

В соответствии с формулами (6-9), находим дисперсии коэффициентов:  $b_0 = \pm 0,235$ ,  $\Delta b_i = \pm 0,156$ ,  $\Delta b_{ij} = \pm 0,204$ ,  $\Delta b_{ii} = \pm 0,151$ .

Сравнение абсолютных величин коэффициентов регрессии и соответствующих погрешностей в их оценке показывает, что с доверительной вероятностью 0,95 можно считать значимыми все коэффициенты уравнения (5), кроме  $b_{13}$ ,  $b_{23}$  и  $b_{33}$ . Таким образом, уравнение (5) принимает вид:

$$\bar{y}_u = 77,421 + 2,116x_1 + 0,927x_2 + 0,345x_3 - 0,8x_1x_2 - 0,723x_1^2 - 0,494x_2^2 \quad (10)$$

Адекватность уравнения (10) проверяли с помощью критерия Фишера:

$$F = \frac{S_{ao}^2}{S_{\{y\}}^2}, \quad (11)$$

где  $S_{ao}^2$  - остаточная дисперсия или дисперсия адекватности.

При рототабельном планировании второго порядка, когда опыты повторяются только в центре эксперимента, для расчета дисперсии адекватности можно использовать следующее уравнение:

$$S_{ao}^2 = \frac{S_R - S_E}{f_{ao}} = \frac{\sum_{i=1}^N (y_{ii} - \hat{y}_u)^2 - \sum_{i=1}^{n_0} (y_{0i} - \bar{y}_0)^2}{N - \lambda - (n_0 - 1)}, \quad (12)$$

где  $S_R$  - остаточная сумма квадратов;  $S_E$  - сумма квадратов отклонений, связанная с дисперсией воспроизводимости;  $f_{ao}$  - число степеней свободы,

связанное с дисперсией адекватности;  $N$  – число опытов плана;  $\lambda$  - число коэффициентов уравнения;  $y_{ii}$  - число отдельных опытов, включая повторения в нулевой точке.

Число коэффициентов уравнения регрессии для планирования второго порядка можно найти из следующего уравнения:

$$\lambda = \frac{(k+2)(k+1)}{2 \cdot 1},$$

где  $k=3$  – число факторов.

Тогда  $\lambda=10$ .

Подставляя полученные значения в уравнение (12) получим дисперсию адекватности:

$$S_{ad}^2 = 0,381.$$

В соответствии с уравнением (11) находим расчетное значение критерия Фишера:

$$F_{дан} = \frac{0,381}{0,08} = 4,613 .$$

Полученное расчетное значение критерия Фишера сравниваем с табличным, при выбранной доверительной вероятности, для проверки значимости между дисперсией адекватности и дисперсией воспроизводимости. Если это различие окажется незначительным, то расчетное значение критерия Фишера не превысит табличного значения, поэтому уравнение будет считаться адекватным. Табличное значение критерия Фишера для доверительной вероятности 0,95 находим зная число степеней свободы для большей ( $f_{ad} = 5$ ) и меньшей ( $f_E = 5$ ) дисперсий.

$$F_{табл} = 5,0503 .$$

Таким образом,  $F_{рас} < F_{табл}$  . Поэтому модель второго порядка (10) можно считать адекватной с доверительной вероятностью 95%.

**ИЛЦ «БИОТЕСТ» ГОУ ВПО МГУПБ****Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии**

Аттестат аккредитации АИЛЦ № РОСС RU. 0001.21ПМ31.

Срок действия аттестата с 23.08.2010 по 23.08.2015

**Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека**

Аттестат аккредитации АИЛЦ № ГСЭН.RU ЦОА.464 от 13.05.2008 г.

Срок действия аттестата от 13.05.2008 до 13.05.2013

**Сертификат соответствия требованиям ГОСТ Р ИСО 9001-2008(ИСО 9001:2008)**

№ РОСС.RU ИС.08.К01014

Срок действия сертификата от 14.04.2010 до 14.04.2013 г.

1093016, г. Москва, ул. Талалихина, д. 33, т. 6786073, т/ф 6770741

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ**

образцов

№ 170632/11 от 29.06.2011 г.

1. Наименование образца: Булочка сдобная с растительными ингредиентами.
2. Шифр образца: 1732/06.
3. Количество образцов: 4 x 100,0 г.
4. Предъявитель образцов: Апаршева В.В.
5. Заявитель: Апаршева В.В.
6. Сопроводительный документ: направление от 17.06.2011 г.
7. Время испытаний: начало – 17.06.2011, окончание – 29.06.2011.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ:**

Наименование определяемых показателей	НД на методы исследований	Норма по НД	Результат испытания
<b>ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ:</b>			
Содержание белков, г/100 г	ГОСТ 23327-98	-	7,51
Содержание жиров, г/100 г	ГОСТ 5668-68	-	12,60
Содержание углеводов, г/100 г	ГОСТ 5672-68	-	52,50
Содержание β-каротина, мг/100 г	Р.4.1.1672-03 с. 51	-	0,49
Содержание пищевых волокон, %	Р.4.1.1672-03 с. 46	-	4,30
Содержание кальция, мг/100 г	Р.4.1.1672-03 с. 85	-	28,50
Содержание витамина С, мг/100 г	ГОСТ 24556-89	-	3,81
Содержание витамина Е, мг/100 г	Р.4.1.1672-03 с. 51	-	3,30

Протокол касается только образцов, подвергнутых испытанию.

Настоящий протокол не может быть частично или полностью перепечатан без разрешения испытательной лаборатории

Руководитель ИЛЦ «БИОТЕСТ»

Ответственный за подготовку протоколов



Н.В. Нефедова

И.Г. Кириченко

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ОКП 911468



Группа Н 32  
(ОКС 67.060)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научно-инновационной  
деятельности ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

С.И. Дворецкий

*С.И. Дворецкий* 2011 г

БУЛОЧКА СДОБНАЯ, ОБОГАЩЕННАЯ РАСТИТЕЛЬНЫМИ  
ИНГРЕДИЕНТАМИ

Технические условия

ТУ 911468-002-02069289

Срок введения \_\_\_\_\_

РАЗРАБОТАНО:

Кафедра «ТПП» ФГБОУ ВПО ТГТУ

Аспирант кафедры: *В.В. Апаршева* В.В. АпаршеваИ.о. заведующего кафедрой *Д.С. Дворецкий* Д.С. Дворецкий

Тамбов 2011 г

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ОКП 911468

Группа Н 32  
(ОКС 67.060)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научно-инновационной  
деятельности ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

С.И. Дворецкий



2011 г

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ**

по производству

**БУЛОЧКА СДОБНАЯ, ОБОГАЩЕННАЯ РАСТИТЕЛЬНЫМИ  
ИНГРЕДИЕНТАМИ**

к ТУ 911468-002-02069289-2011

Срок введения \_\_\_\_\_

РАЗРАБОТАНО:

Кафедра «ТПП» ФГБОУ ВПО ТГТУ

Аспирант кафедры: В.В. АпаршеваИ.о. заведующего кафедрой Д.С. Дворецкий

Тамбов 2011 г

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ОКП 911468

Группа Н 32  
(ОКС 67.060)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научно-инновационной  
деятельности ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

С.И. Дворецкий



2011 г

**РЕЦЕПТУРА**

**БУЛОЧКА СДОБНАЯ, ОБОГАЩЕННАЯ РАСТИТЕЛЬНЫМИ  
ИНГРЕДИЕНТАМИ**

по ТУ 911468-002-02069289

Производится по технологической инструкции

к ТУ 911468-002-02069289

Срок введения \_\_\_\_\_

РАЗРАБОТАНО:

Кафедра «ТПП» ФГБОУ ВПО ТГТУ

Аспирант кафедры: \_\_\_\_\_ В.В. Апаршева

И.о. заведующего кафедрой \_\_\_\_\_ Д.С. Дворецкий

Тамбов 2011 г



«Утверждаю»  
 Проректор ТГТУ по  
 научно-инновационной деятельности  
 С.И. Дворецкий



«Утверждаю»  
 Генеральный директор  
 ТОГУП УПЦ  
 «Комбинат школьного питания»  
 А.В. Панков

### АКТ ВНЕДРЕНИЯ

Технология производства булочки домашней с внесением порошка из плодов шиповника и рябины

1. Наименование и шифр научно-исследовательской работы

Разработка технологии хлебобулочных изделий с использованием порошка из плодов рябины и шиповника выполняемой ТГТУ по плану госбюджетной НИР кафедры Технологии продовольственных продуктов под руководством к.т.н. Д.С. Дворецкого

результаты которой по состоянию на 1 июля 2011 г. внедрены в производство.

2. Наименование объекта, где внедрены результаты ТОГУП УПЦ «Комбинат школьного питания», г. Тамбов

3. Основные технико-экономические внедрения

Создание булочки слобной повышенной пищевой и биологической ценности, в рецептуру которой введен порошок из плодов рябины и шиповника. Данная добавка способствует образованию гладкой, яркоокрашенной корки, равномерной тонкостенной пористости, мягкого и эластичного мякиша, выраженного вкуса и аромата.

Авторы не претендуют на денежное вознаграждение

Зав. производством

Мастер производственного обучения

И.о. зав. кафедры ТПП, к.т.н.

Аспирант

Буянина О.А.

Шаронова В.С.

Дворецкий Д.С.

Апаршева В.В.

## Показатели эффективности инвестиционного проекта

№ п/п	Наименование показателя	Единица измерения	Значение показателя
1	Годовой объем производства булочки сдобной с растительными ингредиентами	т	1500
2	Капиталовложения в проект	руб.	1284986,12
3	Себестоимость единицы продукции	руб.	13,85
4	Рентабельность продукции	%	14,0
5	Оптовая цена за единицу продукции	руб.	16,1
6	Максимальный прирост денежных поступлений	руб.	578716,02
7	Норма дисконта	%	11,5
8	Чистый дисконтный доход	руб.	491093,35
9	Внутренняя норма доходности	%	28,0
10	Индекс доходности инвестиций	доли ед.	1,38
11	Срок окупаемости инвестиций	годы	2,89
12	Горизонт расчета	годы	4,0