

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина

УДК 664.641.1.016.8

УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по научной работе  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ  
\_\_\_\_\_ А.В. Колесников

Отчет  
о научно-исследовательской работе по теме:  
**«Изучение влияния фитопорошков на технологические  
свойства муки»**

Руководитель НИР \_\_\_\_\_ Сидельникова Н.А.

п. Майский, 2016

## СПИСОК ОСНОВНЫХ ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель НИР  
Доцент, к.с/х н.

\_\_\_\_\_

Сидельникова Н.А.

подпись

Исполнители НИР:  
Доцент, к.б.н

\_\_\_\_\_

Шмайлова Т.А.

подпись

## РЕФЕРАТ

Отчет 43 с., 6 табл., 23 источн.

ПШЕНИЧНАЯ МУКА, ХЛЕБОПЕКАРНЫЕ СВОЙСТВА, ФИТОПОРОШКИ ИЗ ЯБЛОК И КРАПИВЫ, КЛЕЙКОВИНА, ПОРИСТОСТЬ, ОБЪЕМНЫЙ ВЫХОД, СРОК ХРАНЕНИЯ, ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ.

В отчете представлены результаты исследований, выполненных в рамках договора № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ *«Изучение влияния фитопорошков на технологические свойства муки»*.

**Цель работы** – изучить влияние фитопорошков из яблок и крапивы на технологические свойства пшеничной муки высшего и первого сортов, а также на качество готового хлеба, сроки его хранения.

**Научно-практическая значимость:** в ходе проведения исследований нами были изучены технологические свойства хлебопекарной муки при добавлении различных процентных дозировок фитопорошков из яблок и крапивы. Определен химический состав фитопорошков и готовой пробной выпечки для определения влияния внесения исследуемых порошков на пищевую ценность готового изделия. Установлено влияния фитопорошков на сроки хранения готовой продукции.

**Экономическая эффективность:** Анализ экономической эффективности использования порошков при приготовлении теста, показал, что сокращение продолжительности брожения на 30 мин и расстойки теста на 10 мин. приводит к интенсификации технологического процесса и к уменьшению затрат на электроэнергию.

**Использовались следующие методы:** При исследовании свойств сырья и качества готовых изделий использовали общепринятые физико-химические и органолептические методы, а также специальные методы, изложенные в тексте отчеты.

Все пробы пшеничной муки высшего и первого сортов анализировали по органолептическим и физико-химическим показателям. Органолептические показатели муки - цвет, запах, вкус и хруст определяли по ГОСТ 27558-87 «Мука и отруби. Метод определения цвета, запаха, вкуса и хруста».

Физико-химические показатели муки анализировали по следующим показателям: влажность, белизна, содержание и качество клейковины и по результатам пробной лабораторной выпечки. Влажность муки определяли по ГОСТ 9404-88 высушиванием в сушильном шкафу СЭШ-1 при 130° С в течение 40 мин и выражали в процентах. Белизну определяли с помощью фотоэлектрического прибора РЗ-БПЛ по ГОСТ 26361-81. Массовую долю сырой клейковины определяли после её отмывания по ГОСТ 27839-88. Качество сырой клейковины оценивали по сопротивлению деформирующей нагрузке сжатия с помощью прибора ИДК-1М. Оценку хлебопекарных свойств муки проводили по методу пробной лабораторной выпечки согласно ГОСТ 27669-88.

**Были получены следующие результаты:**

На основании проведенных исследований установлено, что применение порошков из яблок и крапивы способствует улучшению качества муки, интенсификации технологического процесса, возможности корректировки хлебопекарных свойств некондиционной муки, усилению лечебно-профилактических свойств готовой продукции за счет ценного химического состава исследуемых фитопорошков.

## СОДЕРЖАНИЕ

№п/п	Наименование этапа	Стр.
	Введение.....	6
	Основная часть.....	8
1.	Аналитический обзор.....	8
1.1	Применение нестандартного сырья при производстве хлеба из муки пшеничной.....	8
1.2	Изменение химического состава плодово-ягодного сырья в процессе сушки.....	16
1.3	Характеристика порошков из плодов и овощей.....	19
2.	Результаты экспериментальных исследований .....	21
2.1	Выбор объектов исследования.....	21
2.2	Выбор методов исследования.....	21
3.	Изучение влияния фитопорошков на технологические свойства муки.....	29
4.	Экономические аспекты.....	38
5.	Публикации по результатам выполнения научно-исследовательской работы.....	39
	Заключение.....	40
	Список использованной литературы.....	41

## ВВЕДЕНИЕ

В последние годы в нашей стране и за рубежом для улучшения структурно-механических, органолептических свойств и обогащения нутриентами хлебобулочных и мучных изделий все больше применяют добавки растительного происхождения, обладающие высокой пищевой ценностью и выраженной биологической активностью, содержащие жизненно необходимые для организма человека вещества: витамины, полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), незаменимые аминокислоты, пектиновые вещества, биофлавоноиды, биогенные амины и другие. Растительные добавки имеют преимущество перед химическими препаратами и их смесями, так как в них природные ингредиенты находятся в оптимальном соотношении, обеспечивающем согласованное взаимодействие нутриентов в организме человека.

Для обогащения хлебобулочных и мучных изделий в настоящее время все больше используются местные виды растительного нетрадиционного сырья и продукты их переработки, в том числе овощные и плодово-ягодные порошки.

Одним из важнейших элементов экономической и национальной безопасности страны, основной задачей которого является обеспечение населения страны экономически доступными и безопасными продуктами питания в необходимом количестве является продовольственная безопасность страны. Для решения данной проблемы особое значение имеет поиск импортозамещающего сырья для стимулирования отечественных сельхозпроизводителей по увеличению объемов производства плодовых (яблоко) и овощных (тыква, морковь, свекла, кабачок и др.) культур.

По данным Института питания РАМН, в рационе питания населения России выявлен дефицит полиненасыщенных жирных кислот, белков, витаминов (аскорбиновой кислоты – у 70-100% населения; тиамин, рибофлавин, фолиевой кислоты - у 60% населения;  $\beta$ -каротин - у 40-60% населения) и целого ряда минеральных веществ (кальций, железо, йод, фтор,

селен, цинк), который наблюдается в течении всего года в структуре питания всех возрастных и профессиональных групп. Недостаточное потребление витаминов является массовым и постоянно действующим фактором, что отрицательно влияет на здоровье большей части населения. Поэтому обогащение продуктов питания натуральными пищевыми ингредиентами растительного происхождения, содержащими витамины в легкоусвояемой форме, важно не только с экономической точки зрения, но и для решения проблем сбалансированного питания.

**Цель работы** – изучить технологические свойства муки с добавлением фитопорошков.

Для выполнения поставленной цели нами были определены следующие **задачи**:

1. исследование химического и микробиологического состава фитопорошков;
2. изучение влияния фитопорошков: на технологические свойства муки, физико-химических показатели теста, качество пробной выпечки;
3. Определение оптимальных дозировок фитопорошков.

## **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

### **1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР**

#### **1.1 Применение нестандартного сырья при производстве хлеба из муки пшеничной.**

Известно, что хлебобулочные изделия отличаются низкой биологической и физиологической ценностью. Но в тоже время, основная доля их имеют высокую калорийность. В связи с этим в настоящее время хлеб и хлебобулочные изделия производятся с добавлением витаминов, минеральных веществ. При этом продукты приобретают повышенную биологическую ценность и низкую калорийность.

Возможным способом получения хлеба функционального назначения может быть использование порошка из кожицы виноградных выжимок, который имеет светло-коричневый цвет. Влажность данного порошка 9-10%. По вкусу он кисло-сладкий и получают его из высушенных, измельченных и просеянных выжимок винограда, которые являются отходами при производстве вин. Составными компонентами этого порошка являются моно- и дисахариды, пектин и клетчатка, а также витамины и минеральные вещества. Содержание белков и липидов в порошке незначительно. Пектин и клетчатка повышают качество хлеба и продлевают срок его хранения.

Также при применении порошка повышается газо- и сахаробразующая способность теста, увеличивается гидрофильность клейковины, и её эластичность.

Данная добавка способствует улучшению физико-химических показателей. Но хлеб при этом получается с темным эластичным мякишем кисло-сладкого вкуса.

При использовании порошка кожицы виноградных выжимок замедляется процесс очерствения хлеба, увеличивается содержание минеральных и пектиновых веществ, идёт обогащение его пищевыми волокнами [5].



Для производства хлеба функционального назначения можно применять сушёные плоды шиповника и рябины. Данная добавка содержит большое количество водо- и жирорастворимых витаминов, органических кислот, пектиновых веществ, макро и микроэлементов. Использование порошка измельченных плодов рябины и шиповника при производстве хлеба и хлебобулочных изделий позволяет повысить водопоглонительную способность муки и, хотя снижает количество клейковины, но способствует укреплению клейковинного каркаса. При этом увеличивается объём и пористость изделий, они получают правильную формы с ярко - окрашенной коркой и эластичным мякишем [3].

Источником функциональных пищевых ингредиентов может быть тыквенное пюре и порошок шрота крапивы. Внесение их в рецептуру теста сокращает продолжительность брожения за счет содержания витамина С и минеральных элементов, которые ускоряют процесс брожения.

Введение данных добавок немного снижает кислотность хлеба и продлевает срок хранения готовых изделий. Особенно это характерно для хлеба с порошком из шрота крапивы. Пюре из тыквы дает увеличение вязкости теста, а внесение в рецептуру и тыквенного пюре, и порошка крапивы улучшает органолептические показатели качества хлеба из пшеничной муки.

Культурой нового поколения является щавнат (межвидовой гибрид щавеля шпинатного). Он занимает одно из первых мест среди овощных растений, по содержанию белка и витаминов.

Для повышения биологической ценности хлебных изделий применяют сухой порошок щавната. Он способствует получению хлебных изделий с хорошими органолептическими показателями и большим содержанием белка. Но при этом повышается кислотность и уменьшается объём и пористость хлеба. Внесение сухого порошка щавната повышает водопоглонительную способность теста, снижает способность к разжижению и расплыванию тестовой заготовки при брожении [4].

В хлебопекарном производстве также применяют мальтозную патоку. Она способствует ускорению брожения теста, сохранению его свежести и увеличению  $V$  готовых изделий. Также патока снижает вязкость и увеличивает пластичность теста [6].

В качестве источника биологически активных веществ может применяться исландский мох. При увеличении количества внесенного лишайника ускоряется процесс брожения, как ржаного, так и ржано-пшеничного теста. При этом цвет мякиша не изменяется, а улучшаются пористость мякиша, удельный  $V$  и выход готовых изделий [7].

Применение порошка из семян пажитника сенного при производстве хлеба и хлебобулочных изделий не влияет на изменение органолептических показателей качества, но изменяет в сторону повышения физико-химические показатели качества. Хлеб из муки высшего сорта с добавлением порошка из семян пажитника имеет повышенную кислотность, объем и пористость мякиша [2].

Своеобразной добавкой при производстве хлеба могут быть морские сырьевые ресурсы. Одним из компонентов является гидробионты растительного происхождения - бурые морские водоросли. Они дают возможность обогатить пищевой рацион йодсодержащими соединениями, полиненасыщенными жирными кислотами, пищевыми кислотами и, таким образом, дают многоаспектное положительное действие на организм человека.

В рецептуру хлеба можно добавлять порошок бурой водоросли костарии ребристой. При этом происходит ускорение брожения тестовых заготовок, увеличение количества и качества клейковины, что является следствием большого содержания в составе водоросли белков, жиров, углеводов и минеральных веществ. Качество хлеба также улучшилось – хлеб имел развитую пористость, высокий объем и мякиш с мелкими вкраплениями порошка костарии. Использование бурой водоросли в рецептурах хлебобулочных изделий придает им оригинальные вкусовые свойства, улучшает физико-химические и реологические свойства готового продукта,

снижает интенсивность черствения при хранении, а так же обогащает хлебобулочные изделия минеральными веществами [9].

В хлебопечении могут быть использованы побочные продукты переработки растительного сырья. К ним относят микрокристаллическую целлюлозу, жмыхи ядра кедрового ореха, кунжутных и тыквенных семян. Применение данных растительных добавок оказывает влияние на структурно-реологические свойства теста. Увеличение водопоглотительной способности при использовании микрокристаллической целлюлозы можно объяснить её капиллярной структурой и, как следствие, повышенной способностью к адсорбированию воды с образованием коллоидных систем. Если вносят тыквенный или кунжутный жмых, то повышение водопоглощения связано с высоким содержанием белка(45%), обладающего гидрофильными свойствами. Если жмых, семена кунжута и тыквы вносят совместно – это приводит к увеличению длительности образования теста.

Значительное содержание крупных частиц жмыхов (более 1 мм) и снижение содержания клейковины при добавлении к пшеничной муке смеси из микрокристаллической целлюлозы, жмыха семян кунжута и тыквы заметно ухудшало состояние клейковинного каркаса и газодерживающую способность муки. Если данные растительные добавки брать в максимальных дозировках (за исключением микрокристаллической целлюлозы) имелась тенденция к снижению формоустойчивости хлеба, отмечалась сравнительно крупная толстостенная пористость [5].

На формирование потребительских свойств хлебобулочных изделий значительное влияние оказывают сухие хлебопекарные смеси. Хлебобулочные изделия из них будут не только менее калорийными, но так же способствует улучшению пищеварения и выводу токсичных веществ из организма за счет высокого содержание клетчатки. Диспергированное зерно в сравнении с традиционным сырьем (мукой) богаче содержанием полезных витаминов, минеральных элементов, пищевыми волокнами.

При производстве хлеба функционального назначения применяют витаминно-минеральную смесь для пищевых продуктов с целью увеличения содержания витаминов группы В и РР в хлебе. Если изделие имеет в составе 40% овсяных хлопьев, то оно будет богата белком, что способствует повышению пищевой ценностью продукта. Отмечено, что одним из основных достоинств изделий с добавлением витаминно-минеральной смеси является высокое содержание не усвояемых углеводов – пищевых волокон, способствующих улучшению пищеварения и снижению холестерина в крови [9].

Для обогащения хлеба и хлебобулочных изделий применяется такая функциональная добавка, как йодказеин, который представляет собой йодированный молочный белок казеин, порошок морской капусты (ламинарии).

Продлить срок хранения хлеба и хлебобулочных изделий позволяет применение добавки из грибов лисичек и шампиньонов в виде порошка. Грибной порошок способствует повышению газообразующей способности ускорению процесса брожения и расстойки теста. При использовании порошка из лисичек и шампиньонов улучшаются такие физико-химические показатели, как пористость, удельный объем хлеба, при выпечке и хранении замедляются процессы очерствения хлеба при длительном хранении [8].

Применение экстрактов дикорастущих растений в хлебобулочных изделиях функционального назначения, представляющих собой водно-спиртовые экстракты, полученные из отходов переработки калины, лимонника китайского и винограда амурского приводят к интенсификации процесса брожения теста из пшеничной муки, что зависит от высокого содержания минеральных веществ и простых сахаров, которые повышают бродильную активность дрожжей. Внесение экстрактов дикорастущих растений придает хлебобулочным изделиям выраженный пикантный вкус и аромат, способствует образованию развитой пористости и повышению объема готовых изделий [4].

Для производства хлеба функционального назначения может применяться такое нетрадиционное сырье, как выжимки томатов и тыквы, а также фосфолипидные концентраты. Эти, продукты вторичного производства обладают приятными вкусовыми и ароматными качествами, содержат компоненты для благоприятного развития дрожжей, а также витамины, фосфолипиды и пищевые волокна. В результате применение этой добавки идет укрепляющее действие на клейковину муки за счет образования прочных связей белков муки и углеводов добавок.

Внесение добавок обуславливает улучшение качества клейковины, увеличивая ее упругость и эластичность. Улучшению структурно-механических свойств теста объясняется высокой водопоглотительной способностью белков и пищевых волокон, содержащихся в добавках. Максимальное увеличение газообразующей способности муки достигается за счет введения в рецептуру выжимок тыквы [3].

Применение нетрадиционного сырья при производстве хлеба позволяет получить продукты диабетического назначения. Сырьем для этих изделий является цикорий. Благодаря содержанию инулина и фруктозы корни цикория находят широкое применение при лечении атеросклероза, сахарного диабета и ожирения.

За счет большого содержания фруктозы и органических кислот применение пюре из корней цикория приводят к повышению газообразующей способности муки и ускорению бродильной активности дрожжей. В результате действия аминокислот и сахаров в изделия образуются тёмноокрашенные продукты (меланоидины), благодаря чему изделия приобретают более насыщенную окраску и более выраженный вкус и аромат. Изделия, полученные с применением пюре из корней цикория, отличаются от хлеба, приготовленного по традиционной технологии, повышенным объемным выходом и пористостью [6].

Известно, что хлебобулочные изделия отличаются низкой биологической и физиологической ценностью. Но в тоже время, основная

доля их имеют высокую калорийность. В связи с этим в настоящее время хлеб и хлебобулочные изделия производятся с добавлением витаминов, минеральных веществ. При этом продукты приобретают повышенную биологическую ценность и низкую калорийность.

Возможным способом получения хлеба функционального назначения может быть использование порошка Пектиновый экстракт из плодов боярышника из-за большого содержания пектиновых веществ, взаимодействующих с белками и углеводами муки, способствует образованию повышенной доли связанной влаги, которое в минимальных количествах теряется при брожении, выпечке и хранении готовых изделий. Это качество повышает выход готовых изделий и увеличивает сроки хранения. Кроме того, использования водного экстракта из плодов боярышника сокращает длительность брожения тестовой заготовки, улучшает газообразующую способность муки и повышает качество готовых изделий [4].

Заменителем сахара при производстве хлеба профилактического назначения используется водный экстракт стевии. Применение этой вытяжки позволяет получить хлеб отличного качества, как по органолептическим, так и по физико-химическим показателям с характерным сладковатым привкусом стевии. Большое содержание сахаров в вытяжке незначительно повышает кислотность мякиша, увеличивает газообразующую способность и ускоряет процесс брожения теста. Внесение данной добавки незначительно понижает пористость готовых изделий [3].

В хлебопекарном производстве может применяться кукурузная мука. В результате ее использования кислотность хлеба повышается, увеличивается длительность брожения теста, в результате чего структура теста получается липкой и расплывчатой. Использование кукурузной муки как аналог пшеничной ухудшает такие органолептические показатели, как пористость, форма, цвет корки (интенсивно желтый) и снижает качество клейковины, понижая ее реологические свойства.

Если применять амарантовую муку при производстве хлеба, это приводит к ослаблению клейковины и снижению упругости теста, но способствует ускорению брожения, вследствие увеличения газо- и сахаробразующей способностью теста. Применение амарантовой муки позволяет получить хлеб с выраженным ароматом, развитой пористостью и эластичным мякишем.

Для расширения ассортимента хлеба функционального назначения применяется сорговая мука. При ее внесении увеличивается водоудерживающая способность муки. Так как сорговая мука не содержит клейковины, для получения хлеба хорошего качества необходимо применять не более 5% сорговой муки к массе пшеничной. Внесение сорговой муки в рецептуру хлеба способствуют ускорению процесса брожения, увеличению объемного выхода хлеба, увеличению кислотности, повышению эластичности мякиши и увеличению длительности хранения готовых изделий [2].

Одним из видов нетрадиционного растительного сырья, который может быть использован для расширения ассортимента хлебобулочных изделий с профилактическим и лечебным действием является девясил высокий.

Корни и корневища девясила имеют пряный ароматный запах и горьковатый жгучий вкус. Порошок корня девясила используется в качестве пищевой ароматической добавки при производстве пива, кваса, а также для отдушки для конфет за счёт преобладания в нем аромата мяты [3].

При добавлении порошка корня девясила хлеб получается пряный со жгучим сладковатым вкусом, серым мякишем и бледной коркой. Использование этого растительного сырья ведет к повышению кислотности мякиша и уменьшение объема готовых изделий. Благодаря наличию аскорбиновой кислоты девясил может служить в качестве улучшителя хлеба, так как аскорбиновая кислота ускоряет процесс брожения. Из-за содержания большого количества дубильных веществ продукт будет цениться за

антиоксидантные свойства. Корень девясила можно использовать в качестве заменителя имбиря.

## **1.2 Изменение химического состава плодово-ягодного сырья в процессе сушки**

В процессе технологической обработки плодово-ягодного сырья происходит изменение его химического состава, что оказывает влияние на органолептические свойства, пищевую и биологическую ценность продуктов. Наибольшее значение в комплексе веществ, обуславливающих пищевую ценность сушеных плодов и ягод, имеют превращения углеводов, органических кислот и биологически активных соединений.

В процессе технологической обработки плодово-ягодного сырья сахара могут подвергаться ферментативному и неферментативному гидролизу, а также глубоким изменениям в результате реакций карамелизации и меланоидинообразования.

В некоторых работах было изучено влияние тепловой сушки на изменение содержания сахаров (сахарозы, глюкозы, фруктозы) черники обыкновенной. Как показали исследования, потери сахаров зависят от режима высушивания и составляют 1,4-17,3%. Особенно ощутимы потери при высокотемпературной сушке (75 и 100 °С), вследствие их участия в процессах карамелизации и меланоидинообразования. Количество меланоидинов, образующихся при сушке плодово-ягодного сырья, увеличивается с повышением температуры. Температура 75-80 °С является той границей, за которой следует интенсивное накопление продукта деградации сахаров - фурфурола и оксиметилфурфурола. Вследствие высокой химической активности оксиметилфурфурол и фурфурол взаимодействуют со многими веществами, вызывая их изменение [6].

В работах Л.П. Малюк и А.А. Дубининой установлено: чем выше температура сушки, тем заметнее потери углеводов. Особенно они велики при перегреве высушиваемого сырья. Перегрев приводит к нарушению регидратационной способности высушиваемых плодов и ягод, что связано с



частичной или полной коагуляцией белков, а также с изменениями комплекса пектиновых веществ. Сохраняемость пектиновых веществ составляет 93-98% от исходного их содержания в высушиваемом сырье. С повышением температуры сушки происходит гидролиз протопектина.

Исследование химического состава плодов яблок и айвы при разных температурных режимах сушки, установлено, что содержание общего количества сахаров и органических кислот мало изменяется. Наибольшим изменениям в процессе сушки подвергаются термолабильные биологически активные вещества такие, как витамины С, В1, В2 и Р-активные соединения - катехины и лейкоантоцианы.

По имеющимся литературным данным, наиболее термолабильной из витаминов является аскорбиновая кислота. При температуре 60 °С через 30 мин сушки ее содержание уменьшается на 10%, а при нагревании до 90 °С - на 40%. Период полураспада витамина С в диапазоне температур 80-132 °С составляет от 19-74,2 мин [8].

Так же как и витамин С наиболее сильное разрушение под действием температуры претерпевают биофлавоноиды. В ходе исследований установлено, что переработка плодов при температуре до 50 °С приводит к значительному изменению полифенолов за счет ферментативных процессов, а при более высокой - неферментативных. Неферментативные изменения полифенолов обуславливает взаимодействие их с сахарами, азотистыми веществами и металлами [6].

---

Г. Скориковой совместно с Е. П. Ляшенко получены сравнительные данные по влиянию термообработки на природные смеси фенольных веществ. Показано, что при любом термическом воздействии содержание фенольных соединений снижается в первые минуты обработки. Скорость снижения содержания флавоноидов зависит от применяемой температуры. В пределах температур 35, 45 и 55 °С, при которых ферментативное окисление преобладает над неферментативным, скорость снижения мономерных форм фенольных веществ максимальна (наибольшая при температуре 45С);

окислительные превращения при температуре 35-55 °С завершаются в первые минуты нагревания. При нагревании до температур 65, 75, 85, 95, 100 °С процесс окислительного превращения фенольных веществ замедлен. Очевидно, в этот период происходят эпитимеризация и некоторое конденсирование мономерных форм, олигомеров, не сопровождающиеся потерей активных групп. По мере увеличения продолжительности прогревания и температуры возрастают потери мономеров, степень конденсации полимеров [16].

Химические превращения лейкоантоцианов в процессе сушки плодов и ягод изучены недостаточно из-за крайней их нестойкости в чистом виде.

С. В. Дурмишидзе изучено влияние температуры (50, 60, 70, 80, 90 °С) на превращения лейкоантоцианов винограда (семян и кожицы). Установлено, что наиболее быстрые превращения претерпевают фракции лейкоантоцианов семян по сравнению с теми же, но выделенными из кожицы, т.е. олигомеры более чувствительны к воздействию тепла, чем мономерные формы [8].

Большинство исследователей считают, что термообработка отрицательно сказывается на сохранности антоцианов. В пределах температур 45-110 °С существует линейная зависимость между количеством разрушенных антоцианов и увеличением температуры реакции. Из различных форм антоцианов наиболее термостабилен пеларгонидин-3-моноглюкозид, затем цианидин - производные. Термостабильность антоцианов зависит также от состава углеводного компонента.

Термообработка в меньшей мере затрагивает оксикоричные кислоты. Разложение их наблюдается при значительно более высоких температурах, чем те, которые используют при обработке плодов и ягод. Их превращения происходят в сочетании с действием ферментов [4].

Хлорогеновая кислота по сравнению с другими группами флавоноидов более стабильна при переработке. Так, при сушке яблок в течение 2 часов при температуре 75 °С и выше ее содержание уменьшается на 28,8-35,2% от первоначального.

### 1.3 Характеристика порошков из плодов и овощей

Удобной для использования формой растительного сырья, в частности, плодовых и овощных культур, в пищевой, в том числе и хлебопекарной, промышленности является применение его в виде порошков, так как в производстве они технологически доступны, хорошо растворяются в воде и обеспечивают однородность цвета изделий.

На отечественном рынке широко представлены порошки плодов и овощей, которые получены разными методами теплофизического воздействия (сублимационная, конвективная и инфракрасная сушка). Среди существующих способов сушки особое внимание заслуживает инновационный метод обезвоживания, обеспечивающий максимальное сохранение биологической ценности исходных овощей и фруктов. При данном способе сушки температура высушиваемого материала не превышает 40° С.

Сушеные яблоки содержат: различные сахара (до 12%) – фруктозу, глюкозу, сахарозу; органические кислоты (до 2,42%) – яблочную, лимонную, винную, хлорогеновую и арабиновую; пектиновые, дубильные и красящие вещества; минеральные соли, органические соединения железа и фосфора; витамины – провитамины А каротин (0,12 – 0,3 мг%), В (0,04 – 0,08 мг%), С (5 – 64,2 мг%) и эфирное масло. В состав эфирного масла входят уксусный альдегид и сложные эфиры амилового спирта с муравьиной, уксусной, капроновой и каприловой кислотами. Кожура плодов содержит флавоноиды.

Наличие пектина в яблоках делает эти продукты с низким гликемическим индексом. Индекс оценивает продукты в соответствии с их влиянием на уровень сахара в крови. Если продукту дается низкий гликемический индекс, это означает, что при его употреблении уровень сахара в крови поднимается медленно.

Сушеные яблоки применяются людьми страдающими ревматизмом, подагрой, атеросклерозом, хроническими экземами и другими заболеваниями

кожи. Они полезны для укрепления зрения, кожи, волос и ногтей, а также для устранения заболеваний нервного характера.

Сушеные яблоки оказывают положительное действие при низком кровяном давлении, и отвердевании сосудов, потому что они – мощный очиститель крови. Они также полезны для лимфатической системы. В яблоках есть вещества, благодаря которым организм лучше усваивает железо из других продуктов, например, из яиц или печени.

Использование порошка яблочного в хлебопекарной и кондитерской промышленности:

- как желирующее вещество для изготовления желеино-пастильных изделий (мармелада, карамели, пастилы, начинки для конфет, крема для тортов) в кондитерской промышленности.

- как добавка к лечебным сортам хлебобулочных и макаронных изделий; при добавлении к муке 5% порошка яблочного уменьшается зачерствение хлеба и пряников в 2 раза, они набухают на 20% больше, улучшаются их вкусовые качества.

## **2. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **2.1 Выбор объекта исследования**

В качестве объектов исследований использовали мелкодисперсные порошки из яблок и крапивы.

При проведении исследований также использовали: муку пшеничную первого сорта, муку пшеничную хлебопекарную в/с, дрожжи хлебопекарные прессованные, соль поваренную пищевую, отвечающие требованиям соответствующих нормативных документов на сырьё.

### **2.2 Выбор методов исследования**

#### 2.2.1 Анализ технологических свойств муки

##### **Метод определения влажности муки**

Влажность определяем в двух параллельных навесках. Из эксикатора извлекаем чистые просушенные металлические бюксы и взвешиваем с погрешностью не более 0,01 г.

Продукт помещаем в каждую взвешенную бюксу навеску продукта массой  $(5,00 \pm 0,01)$  г, после чего бюксы закрываем крышками и ставим в эксикатор. По достижении в камере сушильного шкафа температуры  $130^{\circ}\text{C}$  отключаем термометр и разогреваем шкаф до  $140^{\circ}\text{C}$ . Затем включаем термометр и быстро помещаем открытые бюксы с навесками продукта в шкаф, устанавливая бюксы на снятые с них крышки. Продукт высушивают в течение 40 мин, считая с момента восстановления температуры  $130^{\circ}\text{C}$ .

По окончании высушивания бюксы с продуктом вынимаем из шкафа тигельными щипцами, закрываем крышками и переносим в эксикатор для полного охлаждения, примерно на 20 мин (но не более 2 ч). Охлажденные бюксы взвешиваем с погрешностью не более 0,01 г и помещаем в эксикатор.

##### **Методы определения количества и качества клейковины.**

###### *Замес теста*

Навеску муки массой 25.00 г высыпаяем в дежу, мерным цилиндром отмериваем  $14\text{ см}^3$  воды и выливаем в дежу, которую вставляем в корпус

головки тестомесилки. Включают тумблер и нажимают кнопку «Пуск». По окончании замеса дежу снимают и затекают тесто, сформованное в виде цилиндра. Затем очищают штифты и дежу от возможных остатков теста и присоединяют их к общей массе, хорошо проминают его руками и скатывают в шарик.

*Отмывание клейковины вручную.*

Тесто, сформованное на тестомесилке и скатанное в виде шарика, помещаем в чашку, закрываем крышкой или часовым стеклом и оставляют на 20 мин для отлежки.

По истечении 20 мин начинаем отмывание клейковины в емкости с 2-3 дм<sup>3</sup> воды. Для этого тесто опускают в воду на ладони и разминают его пальцами. В процессе отмывания клейковины воду меняют не менее трех-четырёх раз, процеживая через сито.

Отмывание ведем до тех пор, пока оболочки не будут почти полностью отмыты, и вода, стекающая при отжимании клейковины, не будет прозрачной (без мути).

Отмытую клейковину отжимаем прессованием между ладонями, вытирая их сухим полотенцем. При этом клейковину несколько раз выворачиваем и снова отжимаем между ладонями, пока она не начнет слегка прилипать к рукам.

Отжатую клейковину взвешиваем с точностью до второго десятичного знака, затем еще раз промываем в течение 5 мин, вновь отжимаем и взвешиваем.

*Определение качества сырой клейковины на приборе ИДК-1.* Для определения качества клейковины из окончательно отмытой, отжатой и взвешенной клейковины выделяем навеску массой 4 г.

Формовку клейковины проводим, обминая три-четыре раза пальцами, придавая ей шарообразную форму с гладкой, без разрывов поверхностью.

Шарик клейковины помещают для отлежки в кювету или чашку с водой, температурой от 18 до 20 °С, и ставят в емкость с 2-3 дм<sup>3</sup> воды указанной выше температуры на 15 мин.

После отлежки шарик клейковины вынимаем из кюветы или чашки и помещаем его основанием в центр столика прибора ИДК-1.

Для измерения упругих свойств клейковины на приборе ИДК-1 нажимаем кнопку "Пуск" и, удерживая в нажатом состоянии 2-3 с, отпускают ее. По истечении 30 с перемещение пуансона автоматически прекращается, загорается лампочка "Отсчет". Записав показания прибора, нажимаем кнопку "Тормоз" и поднимаем пуансон в верхнее исходное положение. Клейковину снимаем со столика прибора.

### **Методы определения цвета, запаха, вкуса и хруста муки**

#### *1. Определение цвета*

Цвет муки или отрубей устанавливаем путем сравнения испытуемого образца с установленным образцом или с характеристикой цвета, указанной в соответствующих стандартах на продукцию. Цвет определяем визуально при рассеянном дневном свете. Навеску массой 10-15 г рассыпаем на стеклянную пластинку, разравниваем и придавливаем другой стеклянной пластинкой для получения гладкой поверхности.

Определение цвета муки путем сравнения испытуемой пробы с установленным образцом проводят следующим образом. Из испытуемой муки и муки установленного образца берем навески массой по 5-10 г и насыпаем на стеклянную пластину. Обе порции муки осторожно, не смешивая, разравнивают лопаточкой. Толщина слоя муки должна быть около 5 мм, испытуемая мука должна соприкасаться с мукой установленного образца. Затем поверхность муки сглаживают и, накрыв стеклянной пластиной, спрессовывают. Края спрессованного слоя срезают с помощью лопаточки так, чтобы на пластине осталась плитка муки в виде прямоугольника.

## *2. Определение запаха, вкуса и хруста*

Для определения запаха из пробы, предназначенной для анализа, отбираем навеску муки массой около 20 г, высыпав на чистую бумагу, согреваем дыханием и устанавливаем запах. Для усиления ощущения запаха навеску муки переносим в стакан, обливаем горячей водой температурой 60°C, воду сливаем и определяем запах продукта.

Вкус и наличие хруста определяют путем разжевывания 1-2 навесок муки массой около 1 г каждая.

### **Метод определения крупности**

Определение крупности продукта проводим в навеске, выделенной из средней пробы, массой 50 г.

Для определения крупности подбираем сита, установленные нормативно-техническими документами на соответствующий вид продукта.

Навеску продукта высыпав на верхнее сито, закрываем крышкой, закрепляем набор сит на платформе отсева и включаем рассев.

По истечении 8 мин просеивание прекращаем, постукиваем по обечайкам сит и вновь продолжаем просеивание в течении 2 мин.

При просеивании навески продукта на каждое сито помещаем 5 очистителей.

По окончании просеивания очистители с сит удаляем. Остаток верхнего сита и проход нижнего сита взвешиваем и выражаем в процентах к массе взятой навески.

### **Метод пробной лабораторной выпечки**

Для определения пробной выпечки тесто готовят безопасным способом. Для этого требуемое количество воды взвешивают в емкости для брожения теста, затем в эту емкость вносят дрожжи, соль, сахар и после их тщательного перемешивания - испытываемую муку.

Замес ведут до получения теста однородной консистенции. Температура теста после замеса из муки высшего, первого сортов должна быть  $(31 \pm 1)$  °C.



В процессе брожения теста из муки высшего, первого сортов тесту дают две обминки через 60 и 120 мин от начала брожения; общая продолжительность брожения теста 170 мин.

Выбродившее тесто взвешивают и делят на равные по массе куски. Каждый кусок теста проминают следующим образом: кускам придают лепешкообразную форму, затем лепешку складывают пополам, тщательно проминают. Такую операцию повторяют несколько раз до удаления углекислоты. Поверхность теста должна быть гладкой, без пузырьков.

Допускается в случае липкости разделяемого теста смазать поверхность стола подсолнечным маслом или подсыпать муки. Куски теста помещают в смазанные растительным маслом формы. Формы с кусками теста ставят в термостат на расстойку. Конец расстойки определяют органолептически по состоянию и виду кусков теста и прекращают ее, не допуская его опадания. По окончании расстойки тестовую заготовку ставят в печь.

Выпечку проводят в печи с увлажнением пекарной камеры при температуре 220-230°C в течении 30 мин.

### 2.2.2 Анализ физико – химических показателей качества хлеба

Методику проведения анализа провели согласно требованиям ГОСТ.

#### *1. Влажность хлеба*

Влажность хлеба определяют для расчета его энергетической ценности, выхода продукта и проверки правильности дозировки основного сырья – муки и воды. Чем выше влажность хлеба, тем ниже его энергетическая ценность. При увеличении влажности хлеба на 1% его выход повышается на 2-3%. Для определения влажности хлеба используют ускоренный стандартный метод, по которому высушивают до постоянной массы навеску мякиша хлеба [6]. Влажность пшеничного хлеба в среднем 40-45% [1].

Из середины хлебобулочного изделия вырезают кусок массой около 70 г, срезают с него корки и подкорочный слой толщиной около 1 см. Мякиш быстро измельчают ножом и перемешивают. В предварительно взвешенные

бюксы (или химические стаканчики) помещают две навески по 5 г, взвешенные с точностью до 0,01 г, и переносят их в сушильный шкаф, нагретый до температуры 140-145°C, где сушат в течение 50 мин при температуре  $130 \pm 2$  °C. По истечении времени бюксы вынимают, закрывают крышками и охлаждают в эксикаторе (или на воздухе) 10-15 мин. Затем бюксы взвешивают и вычисляют влажность хлеба в процентах:

$$\omega(\text{H}_2\text{O})=100 \cdot (m-m_1)/m \quad (1)$$

где  $m$  – масса сырого мякиша;  $m_1$  – масса сухого вещества хлеба.

## *2. Пористость хлеба*

Под пористостью хлеба понимают объём пор, находящихся в данном объёме мякиша, выраженный в процентах. Пористость ( $\Pi$ ) рассчитывают по формуле:

$$\Pi=100 \cdot (V-V_1)/V \quad (2)$$

где  $V$  – объём вырезанного мякиша;  $V_1$  – объём беспористого мякиша, спрессованного до отказа.

Пористость характеризует важное свойство хлеба – его большую или меньшую успеваемость. Низкая пористость обычно присуща хлебу из плохо выброженного теста. Пористость пшеничного хлеба – 55-70% в зависимости от сорта хлеба и способа его выпечки. Определение пористости мы проводим по упрощённой методике [2, 3].

Из середины изделия вырезают кубик мякиша с длиной ребра 3 см, что соответствует объёму выемки  $27 \text{ см}^3$  ( $V$ ). Этот кубик разделяют на несколько частей, сжимают их пальцами до полного удаления пор и делают из них плотные шарики диаметром не более 1 см. Шарики опускают в мерный цилиндр с делениями по 0,5 или 1 мл, наполненный до определённого уровня керосином или маслом. По разности уровня жидкости в цилиндре определяют объём хлеба без пор ( $V_1$ ) и вычисляют его пористость.

Для пшеничного хлеба делают три выемки и находят среднее значение пористости.

### *3. Кислотность хлеба*

Кислотность хлеба выражают в градусах кислотности, под которыми понимают количество миллилитров 0,1 н. раствора щелочи, необходимой для нейтрализации кислот в 100 г хлеба. Для пшеничного хлеба кислотность не более 7-9<sup>0</sup>[4,5].

Для определения кислотности из мякиша хлеба вырезают небольшие кусочки и отвешивают на технoхимических весах с точностью до 0,01 г навеску в 25 г. После тщательного измельчения ее переносят в сухую колбу или банку объемом до 500 мл с хорошо пригнанной пробкой, добавляют по частям 250 мл подогретой до 60°С дистиллированной воды. Вначале около 1/4 взятой воды вливают в колбу с хлебом и растирают мякиш шпателем для получения однородной массы, а затем добавляют оставшуюся воду, закрывают колбу пробкой и энергично встряхивают в течение 2—3 мин. Смесь оставляют стоять при комнатной температуре на протяжении 1 мин, после чего жидкий слой сливают в сухую колбу через два слоя марли. В последующем отбирают в две колбы пипеткой 50 мл отстоявшейся жидкости (без осадка), прибавляют по 2—3 капли 1%-ного спиртового раствора фенолфталеина и титруют из бюретки 0,1 н. раствором едкого натрия до появления слабо-розового окрашивания, не исчезающего в течение минуты. Кислотность хлеба рассчитывают по формуле

$$X = a \cdot V \cdot 100/p \cdot v \cdot 10 \quad (3)$$

### **Метод определения плесневения хлеба**

Разработанная в ГОСНИИХП «Методика определения плесневения хлеба» предназначена для исследования различных способов предупреждения плесневения хлеба (способ тестоприготовления, применение полуфабрикатов-заквасок, пищевых добавок-улучшителей, физических способов обработки готовых изделий и др.), новых технологий и видов хлебобулочных изделий, способов их упаковки, а также для корректировки существующего технологического процесса на хлебопекарном предприятии с целью повышения микробиологической

безопасности продукции. Методика определения плесневения хлеба предусматривает использование органолептического метода - визуального выявления роста видимого мицелия (колоний) плесневых грибов на поверхности изделий, упакованных в прозрачные пакеты, после их термостатирования при температуре  $24\pm 1^{\circ}\text{C}$ . Оптимальным температурным интервалом для роста плесневых грибов на поверхности хлеба является  $30-37^{\circ}\text{C}$ . При данной температуре плесневение визуально выявляется на 3-4-й день; при температуре  $24^{\circ}\text{C}$  - на 5-6-й день. Однако при температуре  $30-37^{\circ}\text{C}$  активно развивается картофельная болезнь хлеба, затрудняющая определение плесневения. Поэтому выявление визуальных признаков плесневения осуществляли при температуре  $24\pm 1^{\circ}\text{C}$  и термостатировании хлебобулочных изделий без увлажнения, так как при температуре  $24\pm 1^{\circ}\text{C}$  не наблюдается временного разрыва в появлении признаков плесневения увлажненного и неувлажненного изделия. Для определения плесневения хлеба органолептическим методом проводили пробную лабораторную выпечку хлебобулочных изделий согласно рецептуре и технологическим параметрам приготовления исследуемых изделий с последующим термостатированием упакованного хлеба. Подготовка образцов хлеба для определения плесневения. После выпечки хлеб вынимали из форм, перекладывали на деревянные доски и охлаждали в течение 1,5-2,0 ч до температуры  $18-22^{\circ}\text{C}$ . Один образец ножом, обработанным этиловым спиртом разрезали пополам, затем целые и разрезанные образцы вкладывали в прозрачные двойные полиэтиленовые пакеты и помещали в термостат с температурой  $(24\pm 1)^{\circ}\text{C}$  и фиксировали время. Образцы хлеба просматривали, не вынимая из пакетов, через 3, 4, 5, 6, 7, 8 и последующие сутки до появления роста видимого мицелия (колоний) плесневых грибов. После появления видимого роста плесеней делали заключение о сроках плесневения изделий с точностью до суток

### 3. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ФИТОПОРОШКОВ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МУКИ

В работе применяли тонкодисперсные порошки из яблок и крапивы полученные методом дезинтеграционно-конвективной обработки. Данный метод предусматривает измельчение плодов вместе с семенами и кожурой, их быстрое обезвоживание при температуре 40 °С, что позволяет максимально сохранить все полезные вещества исходных овощей, фруктов и ягод. Использование тонкодисперсных овощных и фруктово-ягодных порошков в рецептурах хлебобулочных изделий обеспечит их необходимыми нутриентами (флавоноиды, каротиноиды, минеральные вещества, витамины), содержащимися в порошках в легко усвояемой форме, что будет способствовать повышению антиоксидантных свойств организма, снизит метаболические расстройства. При использовании тонкодисперсных растительных порошков, возможно, изменение показателей качества теста и готовых изделий, поэтому было изучено влияние различных видов тонкодисперсных порошков и их количество на технологические свойства муки, теста и пробной выпечки. В качестве контроля использовали пробу хлеба, приготовленного без внесения порошков. Тонкодисперсный порошок яблок вносили в тесто в количестве 2,5, 5 и 7,5 % к массе муки совместно с мукой, а порошок крапивы в количестве 0,1, 0,5 и 1,5% к массе муки. При проведении исследования использовали муку пшеничную хлебопекарную в/с.

Для изучения химического состава в исследуемых продуктах определяли содержание сахаров, пектина, клетчатки, органических кислот, белков, жира, минеральных веществ и витаминов (таб.1).

Таблица 1- **Физико-химические показатели фитопорошков**

Наименование показателей	Значение показателя для порошков, на 100 г продукта	
	Порошок из яблок	Порошок из крапивы
Массовая доля влага, %	6,0	5,0
Массовая доля сахаров, %	48,7	39,5
Массовая доля органических кислот (по яблочной кислоте), %	5,0	2,3
Массовая доля клетчатки, %	13,4	10,1

Массовая доля пектиновых веществ, %	12,4	8,3
Активная кислотность, РН	4,0	4,6
Влагоудерживающая способность, г воды/г	8,0	10,0
Белки, г	6,7	9,2
Жиры, г	6,8	4,9
Минеральные вещества, мг		
Калий	329	480
Кальций	83	155
Магний	70	136
Фосфор	240	546
Витамины, мг		
Витамин А,	0,27	3,5
Витамин С,	13	10
Витамин Е,	1,2	2,34

В ходе исследований установлено, что сухие вещества порошков из яблок и крапивы представлены в основном углеводами. В порошках обнаружены пектиновые вещества в яблочном порошке в количестве 12,4, а в порошке крапивы - 8,3%. Сравнительная оценка минерального состава исследуемых объектов показала, что порошок из крапивы превышает порошок из яблок по содержанию фосфора, калия, кальция и магния. Кроме того порошки служат источником витаминов А, С, Е.

Анализ физических свойств порошков показал, что они имеют кислую среду и высокую влагоудерживающую способность. Так, яблочный порошок удерживает 8,0 г воды/г, а порошок из крапивы на 2 г воды/г больше.

Органолептическая оценка фитопорошков показала, что цвет яблочного порошка - серо-коричневый, крапивного – темно-зеленый; вкус и цвет приятные, свойственные исходному сырью, без постороннего привкуса и запаха.

Проведенный анализ физико-химических показателей фитопорошков из яблок и крапивы показал, что их использование в качестве добавок при производстве хлебобулочных изделий, обеспечит значительное повышение пищевой ценности готовых изделий.

Для определения влияние исследуемых порошков на хлебопекарные свойства пшеничной муки были проведены исследования таких показателей как, белизна, количество и качество клейковины, число падения, кислотность

(табл. 2.) Анализируя таблицу 2 можно сделать вывод, что показатель белизны с увеличением массовой доли порошка из яблок в смесях соответственно снижается, что обусловлено светло-коричневым цветом порошка. При анализе порошка из крапивы данный показатель был ниже контроля на 19-62,5%, соответственно.

Это можно объяснить темно-зеленым цветом порошка, что также негативно сказывается на белизне смеси. В связи с этим мы могли бы рекомендовать использование изучаемых фитопорошков для производства ржано-пшеничного хлеба.

**Таблица 2 - Хлебопекарные свойства смесей пшеничной муки высшего сорта и порошков из яблок и крапивы**

Показатель	дозировка порошка из яблок, % к массе муки				дозировка порошка из крапивы, % к массе муки		
	Контрольный без добавок	2,5	5,0	7,5	0,1	0,5	1,5
Белизна, ед. пр. РЗ-БПЛ	63,9	30,8	11,4	6,5	45,9	32,9	26,7
Массовая доля сырой клейковины, %	28,5	28,3	26,7	23,4	28,4	27,6	25,3
Качество сырой клейковины, ед. пр. ИДК	69,0	75,6	76,8	80	68,3	68,9	69,5
Кислотность, град	4,1	4,8	5,3	6,1	3,8	4,2	4,3
Число падения, с	185,0	187,2	188,3	189,2	184,3	185,1	185,1

Массовая доля отмываемой клейковины в смесях уменьшается, при этом наблюдается изменение ее упругих свойств в сторону укрепления. Так, качество сырой клейковины увеличилось с 62 ед. в контроле до 80 ед. при внесении порошка из яблок в количестве 7,5% к массе муки. При внесении 2,5 и 5% порошка из яблок качество клейковины увеличилось на 9,6% и 11,3% , соответственно. Внесение порошка из крапивы в исследуемых дозировках не оказывает влияния на количество и качество клейковины смеси. В ходе изучения технологических свойств муки было доказано, что наибольшее влияние на качество клейковины оказало внесение 7,5% порошка яблок к массе муки, поэтому для выпечки хлеба можно

рекомендовать более низкие сорта (общего назначения, 1 сорт) с добавлением фитопорошков для улучшения технологических свойств муки.

Укрепление структурно-механических свойств клейковины, вероятно, обусловлено образованием комплексных соединений белков муки с углеводами и липидами вносимых добавок. При этом, по-видимому, происходит уплотнение "упаковки" белковых молекул вследствие образования дополнительных ионных, сорбционных, водородных и других связей. Укреплению клейковины также могут способствовать перекиси, образующиеся из ненасыщенных жирных кислот липидов порошков, которые принимают участие в окислении - SH-групп белков, и, следовательно, влияют на их структуру.

Кислотность смесей повысилась за счет содержащихся в исследуемых порошках органических кислот, в первую очередь, яблочной. Число падения увеличивается, вероятно, за счет увеличения кислотности.

Учитывая благоприятное влияние порошков, полученных из яблок и крапивы, на хлебопекарные свойства пшеничной муки, а также их богатый химический состав, нами были проведены исследования по их влиянию на предварительную активацию прессованных дрожжей. В качестве контроля использовали активированные прессованные дрожжи на водно-мучной суспензии (табл.3).

**Таблица 3 - Влияние фитопорошков из яблок и крапивы на активацию дрожжей**

Наименование показателя	Дозировка порошка из яблок, % взамен муки				Дозировка порошка из крапивы, % взамен муки		
	Контрольный без добавок	2,5	5,0	7,5	0,5	1,0	1,5
Время активации дрожжей, мин	90	85	60	60	90	85	63
Подъемная сила дрожжей, мин	60	57	54	48	61	60	59

Установлено, что добавление 5 и 7,5% порошка из яблок и 1,5% порошка из крапивы повышает биологическую активность дрожжей и сокращает продолжительность активации прессованных дрожжей до 1 часа



(продолжительность активации прессованных дрожжей без внесения порошков – 2,5 часа).

Использование яблочного порошка для активации дрожжей обусловлено содержанием в нем таких микроэлементов, как натрия, калия, кальция и магния. Иону натрия придается особо важное значение. Его передвижения связаны с двумя механизмами: пассивное поступление в клетку из среды и активное перемещение из клетки в среду при помощи натриевого насоса. При пассивном переносе натрия вслед за ним внутрь клетки поступают сахара и аминокислоты даже против градиентов концентраций и потенциала для этих веществ. При активном переносе иона натрия из клетки вслед за ним происходят пассивное перемещение иона хлора по электрохимическому градиенту из клетки в среду и одновременно поступление иона калия в клетку. Калий активирует многочисленные ферменты дрожжевой клетки (киназы, дегидрогеназы), стимулирует сбраживание мальтозы и мальтотриозы; тесно связан с размножением дрожжей и скоростью брожения. Кальций стимулирует размножение клеток, магний активирует многочисленные ферменты (фосфокиназы, декарбоксилазы), стимулирует сбраживание мальтозы. Роль витаминов в жизнедеятельности дрожжей связана с тем, что они входят в состав разнообразных ферментных систем. Обнаружены и другие биологически активные вещества. Следовательно, яблочный порошок представляет собой биологически ценную добавку, которую целесообразно использовать для повышения бродильной активности дрожжей.

В ходе наших исследований мы определили, что добавление фитопорошков оказывает влияние на подъемную силу прессованных дрожжей. Так при внесении 2,5% яблочного порошка от массы муки улучшается подъемная сила дрожжей на 5%, при внесении 5%- подъемная сила увеличивается на 10%, а при внесении 7,5% яблочного порошка увеличение подъемной силы происходит на 20% относительно контроля.

Внесение порошка из крапивы существенного влияния на подъемную силу не оказывает.

Это является очень важным показателем, по которому можно судить о возможном сокращении продолжительности технологического процесса.

Учитывая все вышеизложенное, было решено использовать порошок из яблок в рецептурах хлебобулочных изделий из пшеничной муки в дозировке 2,5% взамен муки, порошок из крапивы в дозировке 0,5% взамен муки.

Степень влияния добавки изучаемых фито порошков на качество хлебобулочных изделий оценивали методом пробной лабораторной выпечки (по ГОСТ 27669-88).

Нами были исследованы различные способы внесения порошка из яблок и крапивы в оптимальных дозировках при приготовлении пшеничного теста безопасным способом.

Наилучшими по органолептическим и физико-химическим показателям были пробы хлеба, приготовленные с внесением порошка из яблок в виде суспензии в воде и с внесением порошка из крапивы в виде суспензии в молочной сыворотке. Пробы хлеба отличались большим удельным объемом, нежным эластичным мякишем с более развитой тонкостенной пористостью.

В целях определения потребительских свойств хлеба, нами была проведена пробная выпечка хлеба с анализируемыми образцами. К показателям пробной выпечки хлеба относят: объемный выход формового хлеба, расплываемость подового хлеба, качество мякиша хлеба по пористости, кислотность, а также органолептические показатели качества хлеба: поверхность, форма, цвет корки, пористость, эластичность, цвет мякиша, вкус и запах[3].

При определении органолептических показателей пробной выпечки нами было отмечено, что с ростом дозировки в тесто порошка из яблок хлеб приобретает вкус и запах яблок, а мякиш – не свойственный пшеничным изделиям серовато-коричневый цвет с вкраплениями частиц порошка.

Физико-химические показатели качества пшеничных хлебобулочных изделий с добавлением порошка из яблок представлены в таблице 4. Из данных таблицы видно, что при внесении порошка из яблок в количестве 2,5% влажность хлеба уменьшается на 1%. Дальнейшее увеличение дозировки порошка приводит к снижению влажности пробной выпечки.

Внесения порошка из яблок в количестве 2,5% оказало положительное влияние на пористость пробной выпечки, и она увеличилась на 3%. В остальных анализируемых образцах данный показатель ухудшается с повышением дозы внесения порошка из яблок.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что добавление порошка из яблок в дозировках выше 2,5 % отрицательно сказывается на качестве готовых изделий из пшеничной муки, что выражается в резком снижении пористости мякиша изделий. Кислотность мякиша с увеличением дозировки порошка из яблок возрастает, что связано с наличием в последних органических кислот, однако показатель находится в норме. Необходимо отметить и положительное влияние порошка из яблок на качество готового хлеба, которое проявляется в снижении влажности, пропорционально увеличению дозировки порошка.

**Таблица 4 - Физико-химические показатели качества пшеничных хлебобулочных изделий с добавлением порошка из яблок**

Наименование показателя	Дозировка порошка из яблок, % к массе муки в тесте			
	Контрольный без добавок	2,5	5	7,5
Влажность, %	43	42	41	39
Кислотность, град	2,7	2,8	3,0	3,1
Пористость, %	70	73	67	64

В связи с тем, что внесение яблочного порошка более 2,5%, а порошка из крапивы - более 0,5% приводит к потемнению мякиша, нами была установлена оптимальная дозировка фито порошков при выпечке пшеничного хлеба. Так, можно рекомендовать использование фито порошков из крапивы в количестве 0,5%, а из яблок 2,5% взамен муки.

Необходимо отметить что, внесение рекомендованных дозировок фитопорошков оказало положительное влияние на химический состав

готовой продукции, обогащая его пищевыми волокнами, минеральными веществами и витаминами (табл.5).

**Таблица 5 - Химический состав и пищевой ценность хлеба с мелкодисперсными порошками**

Наименование показателей	Контроль	С порошком из яблок 2,5 %	С порошком из крапивы 0,5%
Белки, г	10,20	10,81	10,93
Жиры, г	4,2	3,8	3,6
Углеводы, г	61,2	62,5	61,8
Пищевые волокна, г	3,9	6,4	5,6
Органические кислоты, г	0,02	0,51	0,34
Минеральные вещества, мг			
Калий	87,7	130	227
Кальций	29,6	51,8	45,0
Магний	42,5	63,9	54,6
Фосфор	2,11	3,21	2,93
Витамины, мг			
Витамин С	0,2	0,33	0,31
Витамин А	2,2	2,6	2,8

В ходе наших исследований нами установлено, что применение продуктов переработки растительного сырья способствует улучшению качества муки, интенсификации технологического процесса, возможности корректировки хлебопекарных свойств некондиционной муки, усилению лечебно-профилактических свойств готовой продукции за счет ценного химического состава фитопорошков из яблок и крапивы.

Для определения влияния фитопорошков на степень сохранения свежести хлеба проводили лабораторные выпечки хлеба из пшеничной муки высшего сорта. Тесто готовили безопасным способом по рецептурам и технологическим параметрам, приведенным в разделе 2.2. Контрольные пробы готовили без добавления порошков, опытные - с 2,5% порошка яблок и 0,5 % порошка крапивы которые вносили в сухом виде. Образцы хранили упакованными в течение 5 суток. Порядок упаковывания приведен в разделе 2.2. Через 1,2,3,4 и 5 суток хранения органолептически определяли состояние поверхности хлеба и наличие признаков заболевания картофельной болезнью. Если образец не был заражен плесенью и картофельной болезнью,

определяли влажность и структурно-механические свойства мякиша - на пенетрометре по методике. В течение 5-ти суток хранения снижалась влажность, деформация сжимаемости и упругости мякиша всех исследуемых образцов хлеба. Степень потери влаги в контрольном образце была несколько выше: через сутки и до 5-ти суток – от 1,1 % до 4,9 % по сравнению с опытными – от 0,7 % до 4,4 %. При этом количество вносимых порошков не влияло на степень снижения влажности мякиша опытных образцов. При хранении контрольного образца хлеба степень снижения деформации сжимаемости мякиша по отношению к 1-ым суткам от 2-ых до 5-х суток составляла от 24 % до 61 %, упругости – от 24 % до 62 %, опытных образцов деформация сжимаемости – от 24 % до 64 %, упругости – от 24 % до 65 % соответственно. Количество порошков почти не влияло на уровень изменения данных показателей мякиша. Следовательно, на степень снижения деформации сжимаемости мякиша при хранении введение порошков не оказывало влияния.

#### 4. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Анализ экономической эффективности использования порошков при приготовлении теста, показал, что сокращение продолжительности брожения на 30 мин и расстойки теста на 10 мин. приводит к интенсификации технологического процесса и к уменьшению затрат на электроэнергию.

Таблица 6 - **Производственная рецептура хлеба с исследуемыми порошками**

Наименование сырья, технологического процесса	Контроль	Хлеб с порошком из яблок	Хлеб с порошком из крапивы
Мука пшеничная в/с, г	1000	1000	1000
Порошок из яблок, г	-	25	-
Порошок из крапивы, г	-	-	5
Вода, л	446	446	446
Дрожжи, г	20	20	2,0
Соль, г	1,5	1,5	1,5
Масло растительное, г	3,4	3,4	3,4
Начальная температура, °С	28-29	28-29	28-29
Влажность температуры,%	42,0	41,8	41,6
Продолжительность брожения, мин	120	90	120
Конечная кислотность, г	2,5	2,7	2,6
Масса тестовых заготовок, г	300	300	300
Продолжительность расстойки, мин	45-50	35-40	40-45
Продолжительность выпечки, мин	20	20	20
Температура печей, °С	180	180	180

## **5. ПУБЛИКАЦИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТА**

Список публикаций по проекту.

1. Сидельникова Н.А. Перспективы использования фитопорошков для улучшения технологических свойств муки / Н.А. Сидельникова, Т.А. Шмайлова // Успехи современной науки и образования. – 2016. - № 12. – Том 9. – С. 91-96.

Копии статей

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенных исследований влияния фитопорошков на технологические свойства муки показали:

- использование фитопорошков из яблок и крапивы в качестве добавок при производстве хлебобулочных изделий обеспечит значительное повышение пищевой ценности готовых изделий.

- добавление порошка из яблок в дозировках выше 2,5 % отрицательно сказывается на качестве готовых изделий из пшеничной муки, что выражается в резком снижении пористости мякиша изделий. Кислотность мякиша с увеличением дозировки порошка из яблок возрастает, что связано с наличием в последнем органических кислот, однако показатель находится в норме.

- добавление фитопорошков оказывает влияние на подъемную силу прессованных дрожжей.

- выявили, что использование фитопорошков обеспечивает устойчивый эффект улучшения структурно-механических свойств мякиша и снижение потерь влаги при хранении, что способствует более длительному сохранению свежести продукции;

- на основании проведенных исследований установлено, что применение продуктов переработки растительного сырья способствует улучшению качества муки, интенсификации технологического процесса, возможности корректировки хлебопекарных свойств некондиционной муки, усилению лечебно-профилактических свойств готовой продукции за счет ценного химического состава фитопорошков из яблок и крапивы.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азии Д.Л. Растительные порошки и пищевая ценность хлебобулочных изделий / Д.Л. Азии, Н.Ю. Меркулов // Хлебопечение России. - 2000. - №6.
2. Аксенова Л.М. Научно-практические основы здорового питания в кондитерской отрасли / Л.М. Аксенова // Пищевая пром-сть. - 2004. - №3.
3. Веселова, А. Ю. Влияние овощных и фруктовых порошков на органолептические показатели хлебных палочек диабетического назначения / А.Ю. Веселова, М.Н. Костюченко, Г.Ф. Дремучева, С.А. Смирнова // Хлебопечение России, 2014. - № 5 – С. 18-20.
4. Веркин В.И., Дмитриев В.М., Максименко Г.И. Способ консервирования растительного сырья // Пищевая промышленность. — 1989 №1, С. 27-28.
5. ГОСТ Р – 2003. Мука пшеничная. Общие технические условия. –Введ. 01.2005. – Изд-во стандартов, 2003. – 7с.
6. ГОСТ 27842-88. Хлеб из пшеничной муки. Технические условия.
7. ГОСТ 27669-88. Мука пшеничная хлебопекарная. Метод пробной лабораторной выпечки хлеба.- введ. 01.07.89. – Изд-во стандартов, 1988.-9с.
8. Донченко Л.В. Безопасность пищевого сырья и продуктов питания / Л.В. Донченко В.В. Надыкта. -М.: Пищепромиздат, 1999. - 356 с.
9. Доронин А.Ф. Функциональные пищевые продукты. Введение в технологии / А.Ф. Доронин, Л.Г. Ипатова, А.А. Кочеткова, А. П. Нечаев, С.А. Хуршудян, О.Г.Шубина Под ред. А.А. Кочетковой. – М.: ДеЛи принт, 2009.- 288с.
10. Доронин, А.Ф. Функциональное питание / А.Ф. Доронин, Б.А. Шендеров – М.:Грантъ.-2002. -С.294. 42. Драчева, Л. В. Пути и способы обогащения хлебобулочных изделий / Л.В. Драчева // Хлебопечение России. – 2002. - № 2 – С 20.
11. Корячкина С.Я. Новые виды мучных и кондитерских изделий / С.Я. Корячкина. - Орел: Труд, 2001. -212с.

12. Косован, А.П. Методическое руководство по определению химического состава и энергетической ценности хлебобулочных изделий / А.П. Косован, Г.Ф. Дремучева, Р.Д. Поландова– М.: Московская типография №2, 2008.- С. 208

13. Лебедев Е.И. Комплексное использование сырья в пищевой промышленности. — М.: Пищевая промышленность, 1992 — 83 с.

14. Магомедов Г.О. Структурообразование кондитерских дисперсных систем на основе пищевых порошков/ Воронеж, гос. технол. акад. Воронеж, 2001. 204 с.

15. Платова Л. А. Применение пищевых волокон в различных группах продуктов / Л. А. Платова, А. Кочеткова // Бизнес пищевых ингредиентов. - 2008. - № 6(9).

16. Сидельникова Н.А. Изучение влияния фитопорошков на технологические свойства муки/Н.А. Сидельникова, Т.А. Шмайлова// Современные проблемы науки и образования.- 2015.- №12.

17. Сидельникова Н.А. Перспективы использования фитопорошков для улучшения технологических свойств муки / Н.А. Сидельникова, Т.А. Шмайлова // Успехи современной науки и образования.-2016.-№12

18. Сидельникова Н.А. Влияние фитопорошков из яблок и крапивы на технологические свойства муки/ Н.А. Сидельникова, В.В. Смирнова, Т.А. Шмайлова// Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий. Материалы XX Международной научно-производственной конференции (Белгород, 23-25 мая 2016г.). Том -1.-Белгород: Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2016.- 297 с.

19. Типсина, Н.Н. Производство мучных кондитерских изделий: учеб. пособие / Н.Н. Типсина, Е.А. Струпан, Т.В. Полякова. - Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2007. - 135 с.

20. Типсина, Н.Н. Мучные изделия: учеб. пособие / Н.Н. Типсина. - Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2007-172 с.

21. Типсина, Н.Н. Мелкоплодные яблоки Сибири в кондитерских изделиях пищевой промышленности и массовом питании / Н.Н. Типсина. - Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 1997. - 103 с.

22. Цыганова Т.Б. Технология хлебопекарного производства: Учеб. для нач. проф. Образования. – М.: ПофОбрИздат, 2001, - 432 с.

23. Шмайлова Т.А. Мониторинг технологических свойств муки различных производителей / Т.А. Шмайлова, Н.А. Сидельникова // Современные проблемы науки и образования.- 2014.- №12.