

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФГАОУ ВО «ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ» (НИУ)
ВЫСШАЯ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ШКОЛА
КАФЕДРА «ПИЩЕВЫЕ И БИОТЕХНОЛОГИИ»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА
Рецензент

_____ / _____
_____ 2017г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой,
д.т.н., профессор

_____ / И.Ю. Потороко
_____ 2017г.

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ
ИЗДЕЛИЙ ПИЩЕВЫМИ ВОЛОКНАМИ**

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ
ЮУрГУ – 19.04.02. 2017. 350. ВКП

РУКОВОДИТЕЛЬ РАБОТЫ

к.с.-х.н, доцент

_____ / Ю.И. Кретьова
_____ 2017г.

НОРМОКОНТРОЛЬ

к.т.н., доцент

_____ / Н.В. Попова
_____ 2017 г.

АВТОР РАБОТЫ

студент группы МБ-294

_____ / Д.В. Коньшева
_____ 2017г.

АННОТАЦИЯ

Коньшева Д.В. Разработка технологии обогащения хлебобулочных изделий пищевыми волокнами. – Челябинск: ЮУрГУ 2017, МБ-294, 93 с., 11 табл., библиогр. список – 80 наим.

Выпускная квалификационная работа выполнена с целью разработки технологии обогащения хлебобулочных изделий пищевыми волокнами. В дипломной работе проведен аналитический обзор литературы для определения состояния и перспектив развития хлебобулочных изделий обогащенных пищевыми волокнами в России и за рубежом, приведена характеристика нормативной базы, регламентирующей качество и безопасность пищевой продукции, рассмотрен порядок разработки рецептур на хлебобулочные изделия обогащенные пищевыми волокнами.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБОГАЩЕНИЯ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ	10
1.1. Современное состояние рынка хлебобулочных изделий в России и за рубежом.....	10
1.2. Современные способы обогащения хлебобулочных изделий.....	21
1.2.1. Применение антиоксидантов для обогащения хлебобулочных изделий	21
1.2.2. Применение подсластителей для обогащения хлебобулочных изделий	28
1.2.3. Применение пищевых волокон для обогащения хлебобулочных изделий	32
2. СХЕМА ЭКСПЕРИМЕНТА, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	47
2.1. Исследование конъюнктуры спроса и предложения на обогащенные продукты питания в городе Челябинске.....	47
2.2.Схема эксперимента.....	51
ГЛАВА 3. ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН В ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	60
3.1. Результаты определения органолептических показателей качества	60
3.2. Результаты определения физико-химических показателей качества.....	60
ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ.....	79
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	83
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	87

ВВЕДЕНИЕ

Изменение структуры питания населения в настоящее время, которое связано с уменьшением потребления белков, витаминов, минеральных элементов требует производства продуктов, которые обогащены этими дефицитными компонентами. Кроме белков, витаминов, минеральных соединений, значительными компонентами в составе продуктов здорового питания являются пищевые волокна. Надобность введения пищевых волокон в ежедневные рационы питания определена большим количеством ученых.

Принимая во внимание значительную роль хлеба в традиционном питании населения России, целесообразно при его помощи обогащать рацион жизненно существенными компонентами, которые содействуют совершенствованию здоровья и профилактике разнообразных заболеваний. Самым перспективным, доступным и не дорогим источником натуральных пищевых волокон являются пшеничные отруби. Как известно, отруби плохо усваиваются организмом человека, так как клетки алейронового слоя окружены весьма плотными стенками. В связи с этим большинством исследователей разработаны и обоснованы разнообразные методы обработки отрубей, увеличивающие их усвояемость. Из предложенных методов (доизмельчение отрубей, обработка отрубей паром, сквашивание отрубей при помощи молочнокислых бактерий) широко используется вариант обогащения пшеничной муки доизмельченными отрубями, размер частиц которых составляет от 160 до 315 мкм.

На протяжении долгого времени отношение людей к соединениям, называемым пищевыми волокнами, было негативным. С позиций ранних теорий питания они представлялись ненужным балластом, который не представляет никакой ценности для организма человека.

В современном обществе пищевые волокна всё чаще включаются в рацион питания населения. Многолетние изучения ученых доказали необходимость повышения количества балластных соединений для

профилактики большинства заболеваний таких как ожирение, сахарный диабет, болезни желудочно-кишечного тракта и сердечно-сосудистые заболевания.

Сегодня пищевые волокна весьма растражированы к использованию в пищевой промышленности. Главной целью их использования является оздоровительный эффект от постоянного приёма волокон: растительные пищевые волокна располагают обширным спектром физиологического воздействия на организм человека. При этом пищевые продукты, не включающие пищевых волокон, быстро перевариваются, всасываются почти полностью и дают больше энергии, однако, необходимо обратить внимание, что они способствуют ожирению.

Проведенный анализ современных методов обогащения пищевых продуктов позволил сделать вывод о том, что исследования в области создания обогащенных и функциональных хлебобулочных изделий являются актуальными и своевременными, при этом особое значение в производстве таких изделий имеют пищевые добавки, положительно влияющие на качество готовых изделий и содержащие комплекс витаминов, пищевых волокон, макро- и микроэлементов

Цель и задачи исследования. Целью настоящего исследования явилась разработка хлебобулочных изделий обогащенных пищевыми волокнами, технологических решений её использования в производстве и расширения ассортимента обогащенной хлебобулочной продукции.

Для реализации поставленной цели решались следующие задачи:

- научное обоснование выбора пищевых волокон для разработки композиции и обогащения хлебобулочных изделий;
- исследование воздействия пищевых волокон (арабиногалактана, инулина и цитри-фая) на белково-протеиновый комплекс муки пшеничной высшего сорта;

- исследование воздействия пищевых волокон (арабиногалактана, инулина и цитри-фая) на углеводно-амилазный комплекс муки пшеничной высшего сорта;
- исследование воздействия пищевых волокон (арабиногалактана, инулина и цитри-фая) на реологические свойства теста;
- исследование воздействия пищевых волокон на качество хлеба при однофазном способе приготовления теста и оптимизация состава композиции пищевых волокон.

Научные положения, выносимые на защиту:

1. Выбор растворимых (арабиногалактан и инулин) и нерастворимых (цитри-фай) пищевых волокон, которые обладают разнообразными физиологическими свойствами и технологическим эффектом, обеспечивающими возможность обогащения хлебобулочных изделий в составе композиции.

2. Результаты экспериментальных исследований по воздействию разнообразных пищевых волокон на углеводно-амилазный и белково-протеиназный комплексы пшеничной муки, реологические свойства теста.

3. Технологические решения по использованию композиции пищевых волокон в производстве хлебобулочных изделий.

Научная концепция. Создание композиции растворимых и нерастворимых пищевых волокон с учетом различий в их свойствах, в том числе технологических решений использования композиции пищевых волокон в производстве для расширения ассортимента обогащенных хлебобулочных изделий.

Научная новизна. Научно обоснована и экспериментально подтверждена целесообразность применения композиции пищевых волокон в производстве хлебобулочных изделий для здорового питания, в том числе состав композиции пищевых волокон для обогащения хлебобулочных изделий, в которую включены пищевые волокна, различающиеся по растворимости, физиологическим свойствам и технологическому эффекту: растворимые

пищевые волокна – арабиногалактан, инулин и нерастворимые пищевые волокна – цитри-фай.

Выявлено разнообразное воздействие растворимых и нерастворимых пищевых волокон (арабиногалактана, инулина и цитри-фая) на белково-протеиназный и углеводно-амилазный комплексы пшеничной муки, которые проявляются в разнообразной степени укрепления клейковины, отличиях в её гидратационной способности и влиянию на активность ферментов муки.

Выявлены различия в технологической эффективности пищевых волокон, которые заключаются в повышении водопоглотительной способности и упругой деформации теста при внесении нерастворимых пищевых волокон (цитри-фая) и уменьшении адгезионного напряжения и упругой деформации теста при внесении растворимых пищевых волокон (инулина, арабиногалактана), что позволяет получить синергетический эффект при их совместном использовании.

Установлено оптимальное соотношение арабиногалактана, инулина и цитри-фая в композиции пищевых волокон, которое позволяет получить качественные хлебобулочные изделия с позиции обогащения хлебобулочных изделий именно этими видами пищевых волокон.

Научно обоснованы технологические решения по использованию композиции пищевых волокон в производстве формовых хлебобулочных изделий из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта, основанные на однофазном способе приготовления теста с предварительной подготовкой сырья, интенсивным замесом и ускоренной продолжительностью брожения теста.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБОГАЩЕНИЯ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

1.1. Современное состояние рынка хлебобулочных изделий в России и за рубежом

Современное хлебопекарное производство является динамичной, постоянно развивающейся системой, которая включает материально-техническое, информационное, организационное и научное снабжение. Существенной тенденцией развития этого производства в мире и в России является рост пищевой ценности хлебобулочных изделий. Это добывается путем увеличения ассортимента продукции диетического направления, в частности с помощью обогащения изделий жизненно необходимыми и незаменимыми нутриентами.

Основная цель развития хлебопекарной промышленности России выражена в соответствии с Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации до 2020 года и Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации как глубокое улучшение нужд населения в безвредных отечественных хлебобулочных изделиях при обеспечении постоянства внутреннего производства [25].

При этом улучшение потребностей подразумевает присутствие продукции определенного качества, в объеме и ассортименте, которые отвечают потребностям населения разнообразных групп. Достижение данной цели даст возможность решить задачу обеспечения продовольственной безопасности в сфере хлебопечения. Концепция подразумевает переход к новейшему виду развития хлебопекарной промышленности, который предусматривает совершенствование ассортимента производимой продукции при уменьшении удельных затрат ресурсов всех типов [22].

Предприятия хлебопекарной отрасли, которые занимаются решением вопросов технической модернизации и вводят новые технологии в сфере организации и управления производством, не только увеличивают

эффективность применения втягиваемых в переработку сырьевых ресурсов, увеличивая ассортимент производимой продукции, но и с помощью уменьшения издержек производства делают продукцию наименее дорогой и самой доступной огромному кругу потребителей.

Главные приоритетные направления развития хлебопекарной отрасли России в области изготовления хлебобулочных изделий такие: повышение выпуска диетических и функциональных хлебобулочных изделий (к 2019 году объем выпуска этой продукции должен дойти до 15 % от общего объема производства); изготовление хлеба из ржаной и смеси ржаной и пшеничной муки к 2019 году должно быть не меньше 3,5 – 4 млн. тонн в год, а в будущем дойти до 50 % используемых хлебобулочных продуктов; развитие производства замороженных полуфабрикатов и частично готовых хлебобулочных продуктов [22].

К линиям развития хлебопекарной промышленности в области обеспечения инновационного развития причисляются: повышение инвестиций в развитие отрасли, рост доли инвестиций к 2019 году до 12 % объема выручки; развитие отечественного производства хлебопекарного оборудования, рост доли отечественного оборудования в объемах поставок до 55 %; формирование инфраструктуры введения инноваций на базе тесного сотрудничества отраслевой науки, вузовской науки и бизнеса; развитие международного научно-технического сотрудничества; определение налоговых и таможенных льгот при внедрении совершенствований; увеличение экологической безопасности хлебопекарной отрасли.

Главное место в ассортиментной политике предприятий хлебопекарной отрасли причисляется введению технологий и рецептур, которые отвечают нынешним курсам развития ассортимента, росту их роли в формировании полноценного по химическому составу пищевого рациона и совершенствующего при этом потребительские качества. Совместно с этим видно, что проблемы управления качеством и ассортиментом как основными факторами повышения производства для большинства хлебопекарных

предприятий остаются за пределами повседневной деятельности, что и воздействует на объемы реализации и конкурентоспособности.

Хлебопекарная отрасль, которая обладает широкими масштабами производства и производящая социально важную продукцию, занимает первое место среди всех отраслей пищевой промышленности России. Сегодня в России производится больше 800 названий хлебобулочных продуктов на базе технологий, которые разработаны отечественными учеными. Производство формируется как за счет повышения выработки традиционных видов продуктов, так и за счет повышения ассортимента нетрадиционных сортов [3, 13, 22].

В нынешних условиях промышленная база хлебопекарной отрасли страны заключается из 13 тыс. маленьких и 885 больших и средних предприятий. Общее количество рабочих, которые заняты в отрасли, составляет больше 300 тыс. человек, а также на малых предприятиях – 110 тыс. человек. Материально-техническая база хлебозаводов и пекарен, общей годовой производительностью изготовления хлебобулочных продуктов примерно 12,5 млн. тонн, дает возможность стабильно обеспечивать потребности населения в хлебе, но производственный потенциал применяется всего на 42 %. Не смотря на это, Россия за счет собственного производства полностью возмещает внутренние потребности в разнообразных видах хлебобулочных продуктов, помимо этого, некоторая продукция экспортируется.

Анализ технического состояния хлебопекарной отрасли говорит о том, что главные производственные фонды большинства предприятий физически истощены, морально устарели и их необходимо обновить. Предприятия по изготовлению хлебобулочных продуктов в стране основали в дореформенный период с учетом количества потребителей определенного типа продукции, и на сегодняшний день мощности хлебопекарной отрасли находятся в основном в Центральном, Приволжском и Южном федеральных

округах, на долю которых доводится 36,1 %, 19,8 % и 14,7 % соответственно, то есть больше 70 % (рисунок 1) [13].

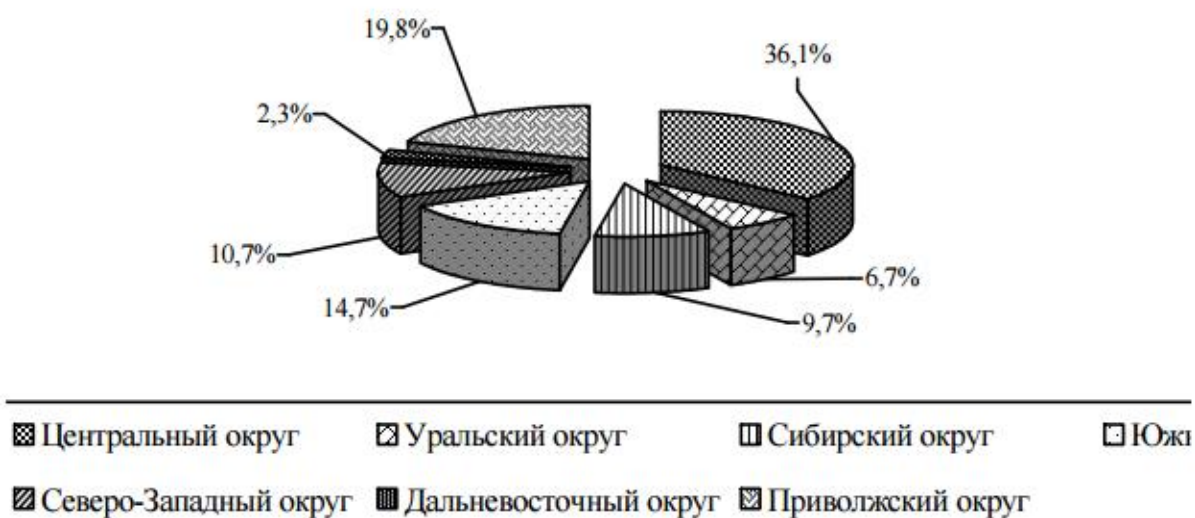


Рисунок 1 – Распределение по федеральным округам мощностей по изготовлению хлебобулочных продуктов в России

По показателям Росстата, индекс изготовления хлеба и хлебобулочных изделий в январе – июне 2014 года по сравнению с соответствующим периодом 2013 года был 99,3 %. Такое уменьшение объемов выработки хлебобулочной продукции в стране устанавливалось потребительским спросом [4].

По экспертным данным, объемы производства хлебобулочных продуктов на больших и средних предприятиях составляют примерно 73 %, на малых – 16 %, а на долю индивидуальных предпринимателей доводится 11 %. Хлебозаводы, которые производят массовые сорта хлеба и хлебобулочных изделий, снабжают ими значительную часть населения. Данные организации являются лидерами в изготовлении ржаных и ржано-пшеничных сортов хлеба. Но и малые предприятия приспособились к требованиям рынка и захватывают свой сегмент за счет выработки более обширного ассортимента продукции со значительным ценовым диапазоном и за счет расположения их в шаговой доступности от покупателя.

Изучим структуру изготовления хлеба и хлебобулочных изделий, которая изображена на рисунке 2.

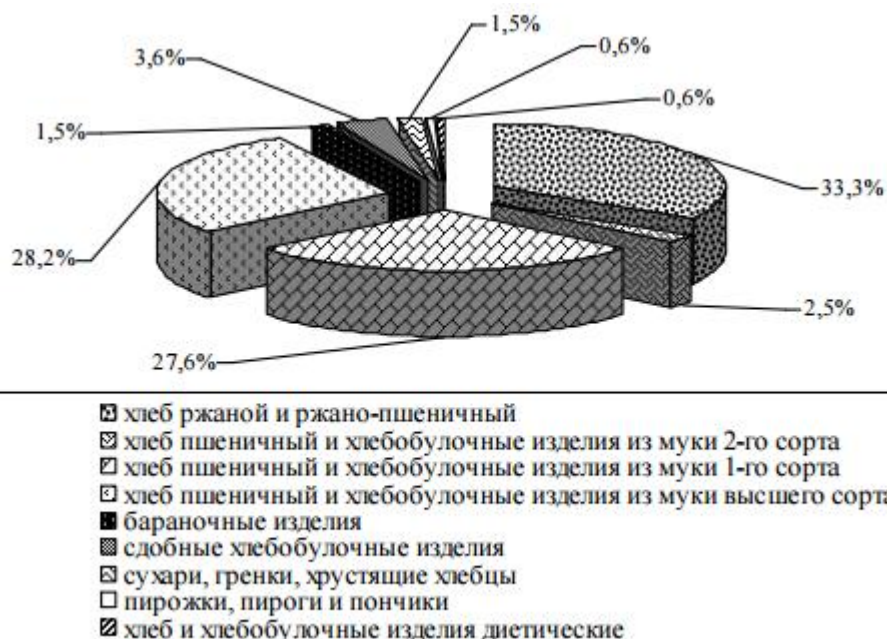


Рисунок 2 – Структура производства хлеба и хлебобулочных изделий (показатели 2015 года)

Значительную часть в структуре производства в 2015 году захватывал хлеб и хлебобулочные изделия, которые производились из пшеничной муки первого и высшего сорта (в сумме 56 %); на долю ржаного и ржано-пшеничного хлеба доводилось 33 %; удельный вес выработки хлеба и хлебобулочных изделий из пшеничной муки второго сорта – 3 %, а диетической продукции был всего 0,6 %. Действительно, на сегодняшний день в России имеется дефицит хлебобулочных продуктов диетического и лечебного назначения. Полагается, что диетических продуктов необходимо производить ежегодно в размере 1 – 1,5 млн. тонн. По данным Росстата, в 2015 году было изготовлено диетических хлебобулочных продуктов на 22,5 % ниже по сравнению с 2013 годом. Выработка хлеба специальных сортов для профилактических целей в стране слабо организована.

Динамичное, органичное развитие хлебопекарной отрасли России вероятно только в присутствии полноценной инновационной системы,

которая включает в себя образование, науку, новые технологии, современные виды оборудования, способы организации и управления производством, в том числе кадровый состав работников, которые могут использовать свои знания и практические навыки в решении задач, которые стоят перед отраслью [13, 22].

Выстраивание инновационной системы даст возможность более рационально применять сырьевые ресурсы, производить разнообразную продукцию, которая обеспечивает потребности рынка и может удовлетворить потребительские предпочтения разнообразных социальных слоев населения, увеличить уровень конкурентоспособности российских изготовителей хлебопекарной продукции на внутренних и зарубежных рынках. ГНУ ГОСНИИХП сформированы концепция и прогноз развития хлебопекарной промышленности России в 2015 – 2019 гг. В итоге работы на базе анализа нынешнего состояния и тенденций развития отрасли установлены ее долгосрочные цели и задачи, в том числе стратегии их достижения и исполнения, которые отвечают инновационному типу развития экономики в определенный период, в том числе основные показатели прогноза по двум главным сценариям – инерционному и инновационному. Существенная задача, которая стоит перед отраслью в изучаемый период, – стабилизация изготовления хлебобулочных изделий на уровне 7,7 – 11 млн. тонн в год и достижение уровня потребления, отвечающего рекомендуемым нормам рационального питания и свойственного для развитых европейских стран (75 – 85 кг/год на душу населения).

Совершенствование качества, пищевой ценности и увеличение ассортимента хлебобулочных изделий является одной из существенных и актуальных проблем, которые стоят перед хлебопекарной промышленностью сегодня. В связи с чем инновационные исследования, которые устремлены на разработку эффективных методов применения в хлебопечении нетрадиционного сырья и добавок, дающих экономию основного и

дополнительного сырья, в том числе увеличение качества и пищевой ценности продукции являются актуальными.

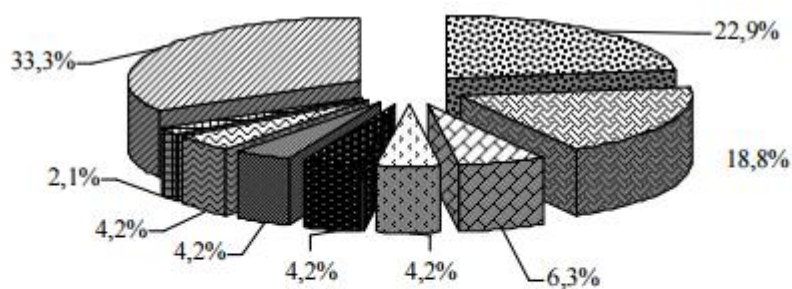
Существенный вклад в развитие научных основ технологий хлебобулочных изделий привнесли работы исследователей В.И. Дробот, Л.И. Казанской, С.Я. Корячкиной, Л.П. Пащенко, Р.Д. Поландовой, Л.И. Пучковой, Ю.Ф. Рослякова, Т.В. Саниной, Т.Б. Цыгановой и прочих.

Особенный интерес для нынешнего хлебопечения представляют сухие готовые полуфабрикаты – многокомпонентные смеси, которые определены для выработки обширного ассортимента хлебобулочных изделий ускоренным методом. По данным Института аграрного маркетинга за 2015 год, готовые смеси для изготовления хлебобулочных продуктов в России применяли 76,7 % хлебозаводов. Ассортимент производимых готовых смесей очень обширен и зависит от целевого назначения хлебобулочных продуктов. В состав готовых смесей включено натуральное растительное сырье (мука пшеничная и ржаная цельнозерновые, мука полбяная, гороховая, кукурузная, овсяная, ячменная, соевая, гречневая; пшеничные зародыши; хлопья пшеничные, ячменные, ржаные, гороховые, кукурузные, овсяные; крупа и зерно кукурузы, сои, ржи, гречихи; семена масличных культур и продукты их переработки: подсолнечника, льна, кунжута, голосеменной тыквы; продукты переработки плодов и овощей: картофельные хлопья и крупа, порошки томатов, моркови, лука; лекарственные растения: семена расторопши, амарантовая мука; продукты переработки солода) и улучшители.

Направленность использования некоторых типов сырья в составе смесей и необходимый технологический эффект определяются химическим составом, соотношением некоторых компонентов сырья, его физико-химическими, технологическими, функциональными параметрами и органолептическими показателями готовой продукции [15].

На рисунке 3 изображены самые популярные готовые смеси, применяемые для изготовления хлебобулочных изделий в России в 2015 году. Самые часто применяемые в хлебопечении готовые смеси – это смесь

«8 злаков» (23 %) и зерновые смеси (19 %); довольно популярна смесь «Фитнес» (6,3 %), в состав которой включены сушеные овощи.



8 злаков	Зерновые смеси	Фитнес
Солодовое ржаное зерно	Витаминно-минеральные смеси	Интергал
Мучные смеси	Мучные композиционные смеси	Прочие

Рисунок 3 – Популярные в 2014 году смеси для производства хлеба и хлебобулочных изделий

В рамках концепции здорового питания населения научно-производственным предприятием «Промавтоматика» (г. Белгород) произведено больше 25 сортов хлебобулочных изделий, которые обогащены разнообразными биологически активными веществами. В рецептуру каждого из них входят пектиновые смеси, производимые этим предприятием, в состав которых включены: пектин и прочие пищевые волокна, морская капуста, цитрат кальция, аскорбиновая кислота и вещества, совершенствующие органолептические и физико-химические параметры изделий – ферменты, эмульгаторы, пищевые кислоты. В зависимости от рецептуры в продукты добавочно включают натуральные продукты растительного происхождения (как сухие порошки), которые включают в себя биологически активные вещества.

Ассортимент хлебобулочных изделий увеличенной пищевой ценностью содержит такие виды: хлеб «Троицкий», «Пожарский» и «Петровский» с пищевыми волокнами; хлеб «Белгородский с морской капустой», «Спасский с морской капустой», «Стрелецкий с морской капустой», «Пеклеванный с морской капустой», «Старорусский на хмелю», «Заварной с морской

капустой», «Деревенский с морской капустой», «Казачий с морской капустой»; хлеб с шиповником, хлеб с боярышником, хлеб с тыквой, хлеб с паприкой [17].

Исследователями ВНИИПАКК была разработана комплексная пищевая добавка «ЦитроКаМ» (на базе цитратов кальция и магния), которая предназначена для использования в хлебопечении. Эта добавка совершенствует газообразующую способность теста, позитивно воздействует на удельный объем хлеба, пористость, структурно-механические свойства мякиша, в том числе содействует совершенствованию минерального состава хлеба [10].

Для производства витаминизированных хлебобулочных изделий на большинстве хлебопекарных предприятиях страны используется витаминно-минеральный премикс «Флагман», который включает 8 витаминов (тиамин, рибофлавин, пиридоксина гидрохлорид, цианокобаламин, фолиевая кислота, никотинамид, витамин Е, β -каротин) и железа.

Л.П. Пащенко предложил при изготовлении хлеба применять солодовые экстракты из бобов чечевицы. При добавлении 25 % дозировки экстракта при изготовлении хлеба из пшеничной муки первого сорта интенсифицируется технологический процесс приготовления хлеба, уменьшается период брожения на 60 минут, увеличивается газообразующая и газодерживающая способность теста, совершенствуется его бродильная активность, готовые изделия обладают более развитой пористостью, большим удельным объемом, затормаживается процесс черствения и существенно вырастает биологическая ценность [11].

Компания «ОРАФТИ» изготавливает пребиотические ингредиенты – такие как BENEО ТМ: продукты, которые содержат инулин, олигофруктозу, гипоксантин. Эти ингредиенты легко добавляются в хлеб и прочие печеные изделия. Самыми эффективными и освоенными пребиотиками являются инулин и олигофруктоза (BENEО ТМ), которые являются натуральными пищевыми ингредиентами, производимыми из корня цикория. Добавление

ингредиентов BENEО ТМ в хлебобулочные изделия дает целый ряд плюсов для их продвижения на рынке. Хлеб может позиционироваться на рынке в качестве пребиотического, содействующему тому, что организм сам станет производить полезные бактерии. С иной стороны, свойства ингредиентов BENEО ТМ в качестве волокон, которые имеют нейтральный вкус, могут быть применены при формировании пшеничных сортов хлеба с большим содержанием пищевых волокон [12].

Н.Ю. Шарова советует в качестве пищевой добавки и биокатализатора при изготовлении хлебобулочных продуктов опарным и безопарным методами для интенсификации процесса брожения, совершенствования качества готового продукта, в частности батона нарезного и хлеба из пшеничной муки высшего сорта и увеличения сроков хранения готовой продукции применять комплексную пищевую добавку «Глюкоамилонигрин». В состав этой добавки включены кислотостабильные ферменты: α -амилаза, глюкоамилаза, мальтаза, ксиланаза, протеиназа в соотношении активностей 30:800:1:5:3, которые сохраняются на высоком уровне при рН от 2,5 до 6,5 и термостатировании на протяжении 1 – 2 часов при температуре 20 – 70 °С – для жидкой формы и 20 – 60 °С – для порошкообразной; лимонная кислота; цитрат кальция (регуляторы кислотности и буферности системы) в соотношении массовых долей 6:1. В состав добавки также включен стабилизатор ферментативной активности (кальций) и консервант, пролонгирующие действие гидролаз и сроки хранения добавки [23].

Л.И. Войно и О.И. Коновой изучена возможность применения белковых препаратов «Летипорин», произведенных путем культивирования высшего съедобного базидиального гриба *Leitiporus sulphureus*, при изготовлении пшеничного хлеба из муки высшего сорта. При этом совершенствуется пористость мякиша, растет количество белка и затормаживается процесс черствения хлеба [2].

Л.Ю. Лавровой, Е.Л. Борцовой и И.А. Якутовой проанализирована возможность использования механоактивированных органо-порошков,

которые получены из оболочек овса, при изготовлении пшеничного хлеба из муки первого и второго сортов в количестве 5 – 8 % взамен муки, в том числе органо-порошков, которые получены из оболочек гречихи в приготовлении хлеба из ржаных и ржано-пшеничных сортов муки в количестве 4 – 6 % взамен муки, в итоге чего готовые изделия обогащаются пищевыми волокнами [9].

Учеными Куб ГТУ разработана оригинальная технология производства из выжимок томатов биологически-активная добавка «Янтарная», которая включает широкий спектр пищевых волокон, витаминов, макро- и микроэлементов, весь комплекс незаменимых аминокислот. Эта добавка входит в состав новейших видов хлебобулочных изделий функционального назначения из пшеничной и ржано-пшеничной муки [6].

Н.В. Сокол, Н.С. Храмова и О.П. Гайдукова предлагают для производства хлеба функционального назначения применять пектиновый экстракт из плодов боярышника, благодаря чему увеличивается пищевая ценность хлеба из пшеничной муки первого сорта, совершенствуется его качество и растет срок хранения [14].

О. Вершина, В. Деревенко и Е. Милованова в качестве источника нетрадиционного растительного сырья для обогащения хлебобулочных изделий из пшеничной муки употребляли тыквенный жом, произведенный способом экструзионной обработки семян тыквы сорта «Мускатная» подвида «Витаминная». На базе осуществленных исследований авторами разработаны рецептуры новых сортов хлеба – «Фантазия» и «Богатырь»[1].

Таким образом, сегодня главными тенденциями развития рынка хлебобулочных изделий в России является применение нетрадиционного сырья при приготовлении хлебобулочных изделий с целью увеличения содержания главных пищевых веществ, улучшения сбалансированности основных незаменимых нутриентов, повышения качества и роста срока хранения готовой продукции, а также придания продукции функциональной направленности.

1.2. Современные способы обогащения хлебобулочных изделий

Сегодня используют различные способы обогащения хлебобулочных изделий: использование антиоксидантов, подсластителей и пищевых волокон. Рассмотрим каждый способ более подробно.

1.2.1. Применение антиоксидантов для обогащения хлебобулочных изделий

В последнее время особую популярность приобрели функциональные пищевые продукты, содержащие ингредиенты, оказывающие благоприятное воздействие на здоровье человека. Они способствуют улучшению многих физиологических процессов в организме человека, повышает его резистентность и дают организму реальную возможность сопротивляться агрессивными воздействиям внешней среды, особенно, в условиях сложной экологической обстановки [18].

В настоящее время на рынке представлено большое количество пищевых добавок. Пищевые добавки используются для моделирования показателей качества продукции общественного питания. Деление пищевых добавок на биологически активные и технологически полезные – условно, так как многие пищевые добавки обладают многофакторным действием. Следовательно, необходим поиск универсальных биологических добавок, которые способны улучшить показатели качества данной продукции, не теряя лечебно-профилактических свойств [31, 67, 75, 77].

Глобальный рынок пищевых ингредиентов – важнейшая часть мирового рынка продуктов и напитков. Он стабильно развивается, ежегодно увеличиваясь на 2 – 3 %. Процессы глобализации в индустрии пищевых ингредиентов, как и в других отраслях, идут очень интенсивно. Активная глобализация приводит к консолидации рынка. Согласно оценке РБК.Research, на долю пяти крупнейших производителей приходится почти 70 % рынка: ABF Ingredients (Associated British Foods) имеют долю в 18,0 %,

Kerry Ingredients & Flavours – 16,5 %, Cargill Food Ingredients – 15,0 %, IFF – 10,5 %, Danisco – 9,7 %

Общепризнано, что главная тенденция на мировом продовольственном рынке – рост спроса на «здоровые» продукты. Следовательно, увеличивается потребность в ингредиентах для производства продуктов и напитков, полезных для здоровья и хорошего самочувствия. Кроме того, становится все более актуальным использование натуральных и органических пищевых ингредиентов, что вынуждает мировых производителей рассматривать натуральные ингредиенты как выгодную альтернативу синтетическим.

Увеличение спроса на натуральные компоненты в производстве продуктов питания и напитков свидетельствует о постоянно повышающихся требованиях к качеству ингредиентов, как со стороны производителей, так и со стороны населения. Потребители становятся все более внимательными к составу пищи, стремясь принимать в пищу качественные продукты и напитки, не содержащие ГМО и искусственных компонентов.

На европейском рынке высокими темпами растет спрос на антиоксиданты природного происхождения. По прогнозу экспертов компании Frost and Sullivan, европейский рынок пищевых антиоксидантов с 2011 по 2018 год увеличится более чем в два раза – с 103 млн долл. (около 79 млн евро) до 246,1 млн долл. (188 млн евро). При этом производители продуктов питания для продления срока годности все чаще используют смеси натуральных и синтетических антиоксидантов, поскольку стоимость природных ингредиентов достаточно высока. Тем не менее, согласно прогнозу экспертов, тенденция все более широкого использования натуральных антиоксидантов продолжится, несмотря на рост цен на сырье для их производства [22].

К природным антиоксидантам относятся токоферолы, каротиноиды, аскорбиновая кислота, флавоноиды – которые содержатся в различных соотношениях и композициях в растительном сырье и его экстрактах [29].

К веществам, обладающим антиоксидантной активностью, относятся фенольные соединения, которые благодаря особенностям электронной структуры бензольного кольца и наличию гидроксильных групп, обладают способностью к легкому окислению. Наиболее активными антиокислителями являются флавоноиды, катехины, антоцианы, полифенольные соединения и дубильные вещества. Антиоксидантное действие флавоноидов связано с их способностью акцептировать свободные радикалы и/или хелатировать ионы металлов, катализирующих процессы окисления [16].

Биофлавоноиды – основная группа природных полифенолов, известно более 6500 видов. Более 2 % всего фотосинтезированного органического углерода в растениях конвертируется в флавоноиды или близкие полифенолы. Биофлавоноиды – сильные антиоксиданты, блокируют свободные радикалы в биологических системах, ингибируют переокисление липидов, обладают разнообразной физиологической активностью [80].

Одним из источников биологически активных веществ являются растения (фрукты, овощи и травы). Фрукты и ягоды традиционно применялись в отечественной кондитерской промышленности для производства многих видов изделий. Их высокая пищевая ценность обусловлена удачным сочетанием многих важных в пищевом отношении составных частей, в том числе хорошо усвояемых углеводов – глюкозы, фруктозы, сахарозы и веществ, имеющих приятный вкус и аромат [24].

Особое значение имеет использование фруктов и ягод, обладающих приятным сильным ароматом и красивой окраской. Так в кондитерской промышленности используется концентрированный краситель из выжимок темных сортов винограда, ягод вороники, бузины, черной смородины, черноплодной рябины. Все более широкое применение в кондитерской промышленности находят полуфабрикаты (порошки, подварки, соки, сиропы) из фруктов и ягод [11].

Для того чтобы плодово-ягодные продукты сохраняли природный цвет, вкус и аромат, необходимо создать прогрессивную технологию производства.

Прежде всего, необходимо изучить химические и биохимические изменения наиболее важных компонентов плодов, влияющих на стабильность вкусовых достоинств продуктов. В последние годы большое развитие получила химия полифенольных соединений, к которым относятся антоцианы и флавоноиды, входящие в состав большинства плодов и ягод. Полифенольные вещества являются продуктами нормального обмена веществ в жизни растений.

Полифенольные вещества формируют вкус плодов. Известно, что основной вкус фруктов обусловлен определенным сочетанием сладких, горьких, кислых и вяжущих веществ. При этом носителями сладкого вкуса являются углеводы, кислого – органические кислоты, вяжущего – полифенольные вещества, в основном флавонолы и их производные, горького – флавононы. Катехины, флавонолы и антоцианы способны предупреждать или уменьшать отрицательные последствия лучевых поражений [51].

В последнее время возрос интерес к природным антиоксидантам и их применению в пищевой промышленности. Многочисленные исследования установили разноплановое влияние антиоксидантов на улучшение состояния здоровья людей, что является положительным фактором их использования при разработке рецептур специализированных функциональных продуктов [41].

Воздействие искусственных антиоксидантов на организм полностью не изучено, но благодаря некоторым исследованиям есть основания утверждать, что они не несут положительного влияния на организм и даже могут провоцировать серьезные заболевания:

- 1) вызывать аллергические реакции;

Особенно часто это происходит у детей до 7 лет. Можно лечить различные вторичные заболевания сколько угодно, но не устранив первоочередную причину, это не будет успешным. К тому же в группу риска входят люди, уже имеющие аллергию на другие виды веществ.

- 2) провоцировать онкологические заболевания;

Употребление продуктов с искусственными антиоксидантами увеличивает риск развития опухолей. В наше время было бы очень хорошо минимизировать канцерогенные факторы, их намного больше, чем некоторые думают. Это и экология, и стрессы, и плохой иммунитет и многое другое, но употребление продуктов с химией только повышает вероятность появления таких заболеваний.

- 3) в продуктах питания могут провоцировать головные боли;
- 4) провоцировать заболевания печени, почек и желудка;
- 5) нарушать репродуктивную функцию [15, 18, 26].

Искусственно синтезированные антиоксиданты менее активны, чем те которые получены из продуктов, поскольку каждый витамин в природе встречается в виде минимум двух изомеров (то есть закрученных по-разному в пространстве молекул). Синтезированные витамины могут быть лишь в одном виде. У каждого изомера – собственная роль в организме, поэтому натуральные фрукты и овощи, безусловно, у таблеток выигрывают [16].

К пищевым антиоксидантам предъявляются следующие требования: отсутствие токсичности, проявляющейся в аллергических реакциях; высокая эффективность при использовании в небольшом количестве; отсутствие влияния на запах, цвет и вкус продукта; хорошая растворимость в продукте; устойчивость к действию температур и наличие разрешения на использование в продуктах питания местными регулирующими органами.

Перечень антиоксидантов, разрешенных к применению в пищевых продуктах в России, включает L-аскорбиновую кислоту (E 300), ее соли (E 301 – 303) и эфиры (E 304, E 305), смеси натуральных и синтетических токоферолов (E 306 – 309), производные галловой кислоты (E 310 – 312), бутилгидроксианизол (E 320), бутилгидрокситолуол (E 321), третбутилгидрохинон (E 319), этилендиаминтетраацетат (E 386) и немногие другие.

Эффективность профилактического действия пищевых добавок во многом зависит от химической структуры, пищевой и биологической

ценности рационов или продуктов питания, в составе которых они применяются. При этом функциональные свойства пищевых композиций с пищевыми добавками можно максимально направить на профилактику конкретных метаболических нарушений, наблюдаемых при том или ином заболевании, путем корректировки химического состава пищевых ингредиентов. Однако иногда комплексное использование нескольких пищевых добавок в одном продукте затруднено в связи с различными технологическими свойствами [1].

В пищевой промышленности и медицине благодаря целенаправленным научным поискам широко используются сотни типов лекарственно-технического сырья. Обогащение рецептур пищевых продуктов экстрактами лекарственно-технического сырья дает возможность не только увеличить их пищевую ценность, но и придать им профилактические свойства.

Функциональные свойства лекарственно-технического сырья, главным образом, определяются содержащимися в них антиоксидантами. Такой высокий интерес к антиоксидантам объясняется их способностью блокировать вредное влияние на организм кислородных свободных радикалов и защищать человека от многих болезней, а также опасных социально значимых, и старения. Избыточное количество свободных радикалов в организме человека можно убрать при помощи антиоксидантной терапии, то есть путем регулярного потребления с пищей в установленном количестве природных антиоксидантов, которые наличествуют и в лекарственных травах [2].

Мелисса, пустырник, валериана, мята, боярышник и шалфей располагают выраженными седативным эффектом, к тому же богаты макро- и микроэлементами, эфирными маслами, алкалоидами, органическими кислотами и флавоноидами, которые обладают высокой антиоксидантной активностью [1].

Одним из направлений разработок в области здорового питания является формирование пищевых продуктов с антиоксидантными свойствами.

Оказание профилактического эффекта природными антиоксидантами возможно только при регулярном их потреблении вместе с пищевыми продуктами, поэтому обогащать нужно продукты массового спроса, применяемые ежедневно, к примеру, хлебобулочные изделия.

Антиоксидантами именуют соединения, которые могут при химическом взаимодействии замедлять развитие процессов свободно радикального окисления. Любая стрессорная ситуация в организме человека сопровождается резким увеличением активных форм кислорода, активирует антиоксидантную систему и запускает действие регуляторных механизмов. После исчерпания возможностей всех защитных механизмов начинает развиваться оксидативный стресс, который приводит к развитию разнообразных заболеваний [1, 2]. Эндогенный синтез антиоксидантов в организме напрямую зависит от их поступления с пищей.

Пополнение запасов антиоксидантов извне при помощи пищевых продуктов, которые располагают антиоксидантными свойствами, может свести оксидативный стресс к минимуму, существенно уменьшить степень его проявления или даже предотвратить «поломки» в организме, которые происходят в итоге негативного действия свободных радикалов.

Пищевые продукты с антиоксидантными свойствами можно классифицировать на две группы:

1) пищевые продукты, где вещества антиоксиданты находятся изначально и проявляют антиоксидантный эффект при включении их в рацион питания (фрукты и овощи, шоколад с натуральными какао-продуктами, красное вино, чай, кофе, масло из рисовых отрубей и др.);

2) обогащенные пищевые продукты, в рецептуру которых специально вносят обогащающие добавки из природного сырья, которые содержат вещества-антиоксиданты [3].

1.2.2. Применение подсластителей для обогащения хлебобулочных изделий

Воздействие на организм человека неблагоприятных факторов, среди которых загрязнение окружающей среды, радиация, ультрафиолетовое облучение, инфекционные болезни, постоянные стрессы, нездоровые привычки, некачественное питание, способствуют уменьшению защитных сил организма человека, снижению активности антиоксидантной системы.

В результате этих процессов в организме возрастает концентрация свободных радикалов, избыток которых приводит к серьезным патологическим изменениям и заболеваниям. Разрушительное действие свободных радикалов проявляется в ускорении процесса старения организма, ослаблении иммунитета, возникновении различных заболеваний. Многочисленные хронические заболевания, такие как ишемическая болезнь сердца, рак, болезнь Альцгеймера, диабет, ревматический артрит или катаракта, в значительной мере являются следствием оксидативного стресса, возникающего при нарушении антиоксидантной защиты организма.

Одним из важнейших компонентов иммунитета в целом является антиоксидантная защита. Некоторые из антиоксидантов самостоятельно вырабатываются в организме (ферменты и восстанавливающие вещества), другие должны поступать с пищей (витамины, каротиноиды, микроэлементы, флавоноиды, и т. д.).

Решения этой проблемы – дополнение пищевого рациона природными веществами – антиоксидантами, которые усиливают защиту от свободных радикалов, повышают тем самым иммунитет, устойчивость организма к воздействию неблагоприятных внешних факторов, замедляют процессы старения.

Повышение антиоксидантной защиты организма – важнейший фактор устойчивости и коррекции иммунитета, профилактика повреждения клеток тканей, уменьшение патогенетических механизмов образования болезней и

их исправление при уже развившемся заболевании. Организм человека постоянно подвергается воздействию недоокисленных продуктов обмена веществ, называемых свободными радикалами. Свободные радикалы – это молекулы со свободным, т. е. непарным электроном. Стремясь сохранить четное количество электронов, такие молекулы отнимают электроны других молекул, вследствие чего те также становятся свободными радикалами. Когда процесс повторяется, начинается цепная реакция свободных радикалов, при этом происходит разрушение клеточных мембран, нарушаются важные биологические процессы.

К категории свободных радикалов относятся гидроксильные, перекисные, анионные радикалы, перекись водорода и синглетный молекулярный кислород. Как высокоактивные соединения, свободные радикалы образуются под действием радиоактивного излучения, присутствующего в загрязненном воздухе, табачном дыме и возникающего в самом организме при нормальном расщеплении жиров и белков.

Свободные радикалы способны обратимо или необратимо разрушить вещества всех биохимических классов, включая и свободные аминокислоты, липиды и липопротеины, углеводы и молекулы соединительных тканей. В последнее время доказано, что свободные радикалы играют определенную роль в развитии многих заболеваний. Одним из наиболее негативных влияний является формирование липидной пероксидации, при которой свободные радикалы окисляют липиды и происходит образование опасной формы липидного пероксида. Многие ученые связывают образование липидных пероксидов с раком, болезнями сердца, ускоренным старением и иммунным дефицитом [1, 2, 3].

Предотвратить образование свободных радикалов путем объединения свободных электронов в пары помогают антиоксиданты. Как правило, антиоксиданты вырабатываются в организме человека: в молодом возрасте – в достаточном количестве, а к старости антиоксидантная защита организма снижается. Запасы антиоксидантов в организме можно пополнить при

помощи правильного питания. Многие продукты содержат естественные природные антиоксиданты.

Среди антиоксидантов важная роль принадлежит каротиноидам. Все каротиноиды – сильные антиоксиданты, защищающие клетки от разрушительного воздействия свободных радикалов.

Каротиноиды – пигменты, определяющие красную, оранжевую и желтую окраску, как самих растений, так и их плодов. Каротиноиды высших растений представлены двумя группами пигментов – каротинами и их кислородсодержащими производными – ксантофиллами. В зеленых листьях основная доля пигментов приходится на β -каротин и ксантофиллы (лютеин, неоксантин, виолоксантин и зеаксантин). Показано, что к наиболее распространенным пигментам плодов относятся β -каротин и ликопин, тогда как в основном пигментом семян является лютеин [5]. Каротиноиды играют важнейшую роль в поддержании здоровья организма человека, снижают чувствительность кожи к ультрафиолетовым лучам и дополняют действия солнцезащитных средств. Поскольку организм человека не может синтезировать каротиноиды, их поступление зависит только от источников питания. Каротиноиды присутствуют в эпидермисе и роговом слое кожи человека, считается, что, реализуя свои антиоксидантные свойства, они защищают кожу от воздействия ультрафиолетового излучения. Среди них наиболее важная роль принадлежит альфа-каротину, бета-каротину, ликопину, лютеину и зеаксантину. Альфа- и бета-каротины являются предшественниками (провитаминами) витамина А. Они накапливаются в сетчатке и защищают глаза от воздействия наиболее вредной синей части светового спектра путем отражения и поглощения лучей света. Лютеин и зеаксантин так же нейтрализуют свободные радикалы – агрессивные молекулы, разрушающие клетки сетчатки и вызывающие помутнение хрусталика, вследствие чего, уменьшается риск возрастной дистрофии сетчатки. Наиболее мощным каротиноидным антиоксидантом, защищающим клетки организма является ликопин, в организме человека он накапливается

преимущественно в предстательной железе и снижает риск заболеваний раком.

β -Каротин успешно используется в отраслях пищевой промышленности: масложировой (производство маргарина, масла коровьего, жиров, майонеза); молочной (производство мороженого); хлебобулочной и макаронной (производство булок, батонов, макарон, рожек, лапши, чипсов); кондитерской (производство печенья, конфет); сыроваренной (производство сыра).

Другим растительным антиоксидантом является ликопин. Ликопин – каротиновый пигмент, синтезируемый растениями и определяющий их ярко-красный цвет. Ликопин, в отличие от β -каротина, не является провитамином А. Интерес к ликопину как витамину-антиоксиданту резко возрос в последнее десятилетие, после того как были продемонстрированы его радиопротекторные, гиполипидемические и антипролиферативные свойства. Среди каротиноидов ликопин выделяется высокой антиокислительной активностью (почти в три раза более активен, чем β -каротин) и отсутствием токсического действия, даже в высоких дозах. Ликопин концентрируется в клеточных мембранах, защищая их от повреждающего действия активных форм кислорода и окиси азота. Несмотря на то, что целебные свойства ликопина определяются в основном его антиоксидантным действием, экспериментальные данные свидетельствуют о возможном участии их в других механизмах, таких как модуляция межклеточных взаимодействий, воздействие на эндокринную и иммунную системы и пути метаболизма.

Ликопин – один из наиболее мощных каротиноидов антиоксидантов. На плазменные уровни ликопина влияют питание, возраст, пол, гормональный статус, конституция, уровни липидов крови, курение, алкоголь и понижающие уровень холестерина лекарства. В организме человека ликопин содержится в печени, простате, более 80 % сконцентрировано в надпочечниках, яичках; что предполагает связь ликопина с их биологическими функциями. Главные источники ликопина – помидоры и

продукты из помидоров; они обеспечивают 85 % количества поступающего с пищей ликопина[10].

Показан к применению при заболеваниях сердечно-сосудистой системы, предстательной железы, молочной железы, для повышения иммунитета на клеточном и системном уровне, предупреждения развития онкологических заболеваний, а также людям, проживающим в неблагоприятных экологических условиях и имеющим наследственные заболевания.

Антиоксидантами, защищающими сетчатку и хрусталик глаз человека от действия свободных радикалов, являются лютеин и зеаксантин. Лютеин содержится в желто-красных овощах и фруктах, в темно-листных овощах, кудрявой капусте, шпинате и яичном желтке. Это – оранжевый перец, морковь, сладкая кукуруза, черный виноград, хурма, брокколи, шпинат, авокадо.

Каротиноиды лютеин и зеаксантин содержатся в сетчатке и хрусталике глаза каждого человека. Некоторые исследователи считают, что сочетание лютеина и зеаксантина заметно усиливает антиоксидантную защиту глаз по сравнению с действием одного лютеина [7].

При рождении человек получает необходимую дозу лютеина и зеаксантина. Однако под воздействием неблагоприятных факторов окружающей среды и разрушительного влияния синего света, количество лютеина и зеаксантина в течение всей жизни снижается.

1.2.3. Применение пищевых волокон для обогащения хлебобулочных изделий

Один из главных принципов концепции здорового питания состоит из того, что пища должна не только удовлетворять потребности организма человека в пищевых веществах и энергии, но и исполнять профилактические и лечебные цели. Анализы в области биохимии и физиологии показали, что пища за счет присутствия в ней установленных биологически активных веществ может контролировать и модулировать разнообразные функции

организма и, как итог, участвовать в поддержании здоровья человека. В последнее время вопрос производства продуктов питания прогнозируемого и гарантированного качества все чаще выступает на первый план по сравнению с вопросом о производимом их количестве. При этом самый актуальный вопрос – формирование продуктов с заданным химическим составом, с учетом медико-биологических рекомендаций.

В большинстве стран высокий интерес проявляют к добавкам растительного происхождения, которые содержат эссенциальные соединения, такие как витамины, макро- и микроэлементы, полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), пищевые волокна (ПВ).

В составе верно подобранной композиции сберегается не только установленное количество сырья, но и формируется новый или возрастает существующий положительный биологический эффект питания. Любое обогащение имеет характер взаимообогащения, т. е. в такой композиции усиливают свою биологическую ценность все включенные в смесь компоненты. Использование добавок растительного происхождения дает возможность производить новейшие продукты, которые обладают увеличенной пищевой ценностью, хорошими органолептическими показателями и функциональными свойствами [1].

Одним из компонентов, применяемых при обогащении продуктов, являются пищевые волокна, которые выводят из организма человека отдельное количество метаболитов пищи и загрязняющих ее соединений – соли тяжелых металлов, шлаки, избыток слизи, в том числе содействуют регуляции физиологических процессов в органах пищеварения, уменьшению массы тела, уровня сахара и холестерина в крови [6].

Недостаточное содержание в рационе главных источников пищевых волокон – фруктов и овощей, продуктов, содержащих цельное зерно, муку грубого помола, отрубей привело к распространению различных нарушений обмена веществ. Определено, что дефицит ПВ в пище является фактором риска таких заболеваний, как рак толстой кишки, синдром раздраженной

толстой кишки, гипомоторная дискинезия толстой кишки с синдромом запоров, дивертикулез, аппендицит, грыжа пищевого отверстия диафрагмы, желчно каменная болезнь, сахарный диабет, ожирение, атеросклероз, ишемическая болезнь сердца, диабет, варикозное расширение и тромбоз вен нижних конечностей [3].

По исследованиям ФАО/ВОЗ, малое потребление пищевых волокон наблюдается практически во всех странах мира: вместо нужных 25 – 30 г в сутки среднестатистический человек съедает их не больше 10 – 15 г.

Уменьшить дефицит пищевых волокон в питании населения позволяет введение волокон в качестве пищевой добавки в разнообразные пищевые продукты. Успех такого решения во многом зависит от понимания химической структуры пищевых волокон и физического воздействия на организм человека, знания их физико-химических свойств и поведения в технологических процессах.

Пищевые волокна – это комплекс биополимеров растений, который включает некрахмальные полисахариды, к которым причисляются целлюлоза, гемицеллюлоза, пектин, гумми, камеди, слизи, пентозаны. Помимо этого, в состав ПВ входят лигнины и связанные с ними белковые соединения, формирующие клеточные стенки растений [5, 8].

Пищевые волокна не перевариваются в тонком кишечнике человека, полностью или частично ферментируются в толстом кишечнике.

Пищевые волокна классифицируются на два огромных класса – нерастворимые (клетчатка) и растворимые, значительно отличающиеся по своим физико-химическим и физиологическим эффектам в организме. В пищеварительном тракте нерастворимые ПВ не модифицируются, а растворимые ПВ могут подвергаться частичной деструкции под воздействием микрофлоры кишечника. Нерастворимая фракция, зачисляющаяся с пищей ПВ, нужна для нормальной работы толстого кишечника.

Таким образом, клетчатка составляет часть, причем не преобладающую (от 32 % до 42 % для плодоовощного сырья и 12 – 22 % для зерновых), фактических пищевых волокон и не может ни в какой степени верно характеризовать данный значительный показатель пищевой ценности [7].

Целлюлоза (клетчатка) является собой волокнистое, прочное, водонерастворимое вещество. Она включена в состав оболочек зерна, стеблей злаков, трав и прочих деревянистых частей растений.

Целлюлоза – линейный неразветвленный гомополисахарид, который включает 10 000 и больше остатков D-глюкозы, которые связаны друг с другом 1,4-глюкозидными связями. Ее молекулы имеют нитевидную форму и соединены в мицеллы. Целлюлоза в существенной степени структурирует пищу, почти не переваривается в кишечнике, ее усвояемость в значительной степени устанавливается происхождением, количеством в пищевом рационе и характером предварительной обработки и колеблется от 7 до 24 % [6].

Гемицеллюлозами именуют группу высокомолекулярных полисахаридов, которые хорошо растворимы в воде и щелочных растворах. При гидролизе с кислотами гемицеллюлозы формируют маннаны (состоящие из моносахарида маннозы), галактаны (закрывающиеся из моносахарида галактозы). По количеству в растениях и по распространенности гемицеллюлозы занимают второе место после целлюлозы. Количество гемицеллюлозы в клеточных стенках зависит от анатомических и морфологических особенностей последних. Растительные гемицеллюлозы как правило изображены как гомо-, так и гетеросахаридами, разнородными по составу, строению и молекулярной массе. Большая часть полисахаридов гемицеллюлоз причисляется к гетеросахаридам, которые построены из разнообразных моносахаридов: D-ксилоз, L-арабинозы, L-рамнозы, D-глюкозы, D-фруктозы. Роль гемицеллюлоз в питании разнообразна. Они безвредны для человека и перевариваются в зависимости от строения на 64 – 94 % [6, 8].

Лигнин – природный полимер нерегулярного сетчатого или трехмерного строения, который формирует клеточные стенки растений. Играет роль

инкрустирующего соединения, который скрепляет волокна целлюлозы и гемицеллюлоз. Лигнин представляет собой аморфное вещество, только малая часть которого (6 – 9 %) растворяется в органических растворителях (этиловый спирт, ацетон), он лучше растворяется после длительного размола клеточных стенок.

Пектиновые вещества – биополимеры, которые входят в состав клеточной стенки. Единым признаком пектиновых веществ является главная цепь полигалактуроновой кислоты [6]. Осуществляя, при помощи своих специфических свойств, ряд существенных функций (регулирование водного режима тканей, транспорт водного тока и др.), пектиновые вещества участвуют в процессах роста и растяжения клеточной стенки. Одним из существенных параметров пектиновых веществ является комплексообразующая способность, которая основана на взаимодействии молекулы пектина с ионами тяжелых металлов и радионуклидов (профилактическая норма пектина, которая утверждена FAO/ВОЗ, составляет 2 – 4 г в сутки; для лиц, которые работают в неблагоприятных условиях, – 8 – 10 г в сутки) [9].

Для определения содержания клетчатки в плодоовощной продукции использовалась методика по ГОСТ 13496.292, которая основана на удалении из продукта веществ, растворимых в кислотах и щелочах, и определении массы остатка, условно принимаемого за клетчатку.

Постоянно расширяющийся рынок пищевых продуктов и биологически активных добавок к пище, появление новой категории функциональных продуктов питания вызывают в последнее время необходимость тщательного изучения входящих в их состав пищевых волокон с целью их достоверной характеристики и оценки. Основой для подобных исследований, несомненно, должен стать высокоэффективный метод анализа, который позволил бы наиболее точно определить содержание данных функциональных ингредиентов в продуктах.

Развитие методов анализа и методологического подхода привело к разработке ферментативно-гравиметрического метода, применяемого сегодня в ряде европейских стран и США и имеющего статус официального метода Ассоциации американских химиков-аналитиков (АОАС) [4, 10].

Аналогично процессам пищеварения в организме человека метод АОАС базируется на биохимическом расщеплении *in vitro* крахмала и протеина с последующим анализом негидролизированных частей пробы. К преимуществам ферментативно-гравиметрического метода определения пищевых волокон в продуктах питания следует отнести высокую точность и достоверность результатов, а также простоту пробоподготовки и быстрое проведение анализа.

Для определения пищевых волокон в продуктах питания используют как отдельные реактивы, так и готовые наборы реактивов, например, набор «Bioquant» фирмы MERCK, содержащий ферменты α -амилазы, протеазы и амилоглюкозидазы для деструкции основных ингредиентов с последующим определением содержания волокон с учетом белка и золы.

Использование ферментативно-гравиметрического метода определения пищевых волокон позволяет получить достоверные данные об углеводном составе пищевых продуктов, оценить их пищевую и энергетическую ценность, биодоступность и функциональные свойства важнейших ингредиентов питания. Данная методика, несомненно, дополнит и усовершенствует комплекс аналитических методов, используемых в системах контроля качества продукции при сертификации, а также при разработке рецептур и технологий новых продуктов питания функционального назначения [11].

Определение «пищевое волокно» впервые определил британский ученый Е.Н. Hipsley в 1953 году как понятие для неперевариваемых компонентов, которые входят в состав клеточных стенок растений.

Исследованию состава пищевых волокон посвящен значительный ряд работ зарубежных и отечественных исследователей.

В 1971 г. D.P. Burkitt высказал гипотезу о существовании связи таких заболеваний неправильного питания, как дивертикулез, аппендицит и рак толстой кишки, с недостаточным применением растительных волокон в ежедневном питании человека. В 1972 г. Н. Trowell использовал определение «пищевые волокна» при описании обнаруженной им закономерности между встречаемыми случаями ожирения, сахарного диабета и сердечно-сосудистых болезней от потребления этих волокон. Этим же ученым был закреплен термин «пищевые волокна», с точки зрения физиологии, как части пищи, которая произошла от клеточных стенок растений, и которая очень плохо или частично переваривается в организме человека. Он также дал иное определение: «...это скелетные остатки растительных клеток, которые устойчивы к гидролизу ферментами человека» и считал, что пищевые волокна – это синоним неусваиваемых углеводов. Таким образом, в определении одного термина отображаются, по крайней мере, три критерия – ботанический, физиологический и химический.

Сегодня в основном применяется термин, который принят техническим комитетом американской ассоциации химиков-зерновиков (American Association of Cereal Chemists – ААСС) в 2000 г.: «Пищевое волокно – это съедобные части растений или аналогичные углеводы, которые устойчивы к перевариванию и адсорбции в тонком кишечнике человека, полностью или частично ферментируемые в толстом кишечнике. Пищевые волокна состоят из полисахаридов, олигосахаридов, лигнина и ассоциированных растительных веществ. Пищевые волокна проявляют позитивные физиологические эффекты: слабительный эффект, и/или снижение количества холестерина и/или глюкозы в крови»[59].

Пищевые волокна – соединения растительного происхождения, которые не перевариваются эндогенными секретами человеческого организма, которые пригодны в пищу части растений или аналогичные углеводы, устойчивы к адсорбции в тонком кишечнике человека, полностью или частично ферментируются в толстом кишечнике, тем самым нормализующие

функции желудочно-кишечного тракта. Пищевые волокна содержат полисахариды, олигосахариды, лигнин и связанные с ним белковые вещества, формирующие клеточные стенки растений.

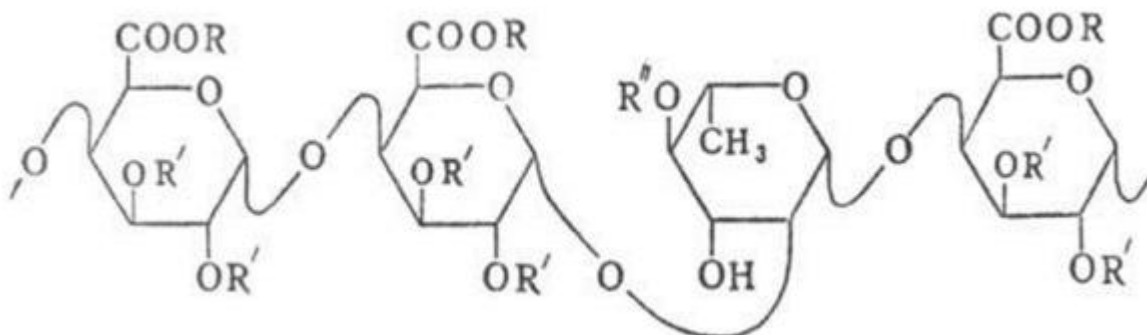


Рисунок 4 – Формула пектинового вещества

Рассмотрим самые распространённые виды пищевых волокон, применяющихся в пищевой промышленности.

Целлюлоза или клетчатка является линейным полимером глюкозы, входит в состав растительных клеточных оболочек, который состоит из β -D-(1,4)-глюкопиранозных единиц и располагается в волокнообразном виде, сформированных из параллельных макромолекул, соединенных водородными связями. По нынешним научным заключениям, целлюлоза (клетчатка: поли-1,4- β -D-глюкапиранозил-D-глюкапираноза) – стереорегулярный полимер, построенный из остатков β -D-глюкопираноз, соединенных β -глюкозидной связью по месту 1→4 углеродных атомов (рисунок 5)[79].

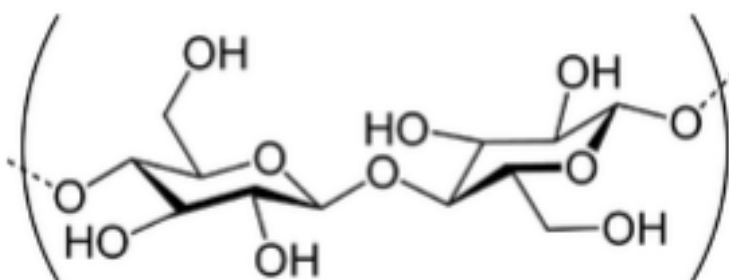


Рисунок 5 – Фрагмент строения целлюлозы

Главная особенность целлюлозы – это размер макромолекулы, от которых зависят физико-химические свойства, такие как вязкость растворов целлюлозы, механические свойства волокон и пленок.

Линейность молекулы целлюлозы дает возможность им ассоциировать, что имеет применение в природе (деревьях и других растениях). Целлюлоза обладает кристаллическими и аморфными областями, благодаря аморфным зонам вероятно воздействие растворителей и прочих химических реагентов. Она не растворима в воде, но способна к набуханию. Модификация целлюлозы устремлена на производство ее растворимых соединений[70].

Целлюлоза является одним из самых трудно гидролизуемых природных полимеров. В организме человека не синтезируются ферменты, расщепляющие ее. Биодegradацию целлюлозы исполняют ферменты микроорганизмов. Микрофлора толстого кишечника человека ферментирует целлюлозу овощей и фруктов полностью, более грубая целлюлоза, к примеру, которая входит в препараты пищевых волокон, расщепляется не более 70 %.

Целлюлоза – главный природный полимер; в растительном мире примерно половины углерода входит в состав целлюлозы. Целлюлоза находится во всех органах и тканях растений, в том числе клеточных стенках отдельных видов грибов. Количество целлюлозы составляет в хлопковом волокне 90 – 98 %, в стеблях льна – 80 – 90 %, в травах, ботве сельскохозяйственных культур – 20 – 40 %, лузге подсолнечника – 40 %, в зерне пшеницы – 3 %, кукурузе и ржи – 2,2 %, ячмене с оболочкой – до 8 %, рисе с оболочками – 9 %, без оболочек – 1,2 %, в зернах гороха и сои – примерно 4 %.

Природные источники целлюлозы являются сырьём для производства микрокристаллической целлюлозы (МКЦ), которые обладают строго специфическими свойствами. МКЦ представляет из себя очень чистый препарат целлюлозы, порошкообразный не обладающий ни запахом ни вкусом. Он не растворим в воде, спиртах, маслах и устойчив к слабокислым

средам. Выпуск МКЦ отлажен во многих странах – США, Росси, Японии и большинстве прочих странах[69].

Хитин – это второй по распространенности полисахарид, после целлюлозы, который находится в скелетной системе панциря всех ракообразных, клеточной стенки отдельных грибов и бактерий. Хитин это линейный полисахарид, неразветвленные цепи которого состоят из элементарных звеньев 2-ацетамидо-2-дезоксид-*D*-глюкозы, соединенных 1,4- β -гликозидной связью, строение молекулы изображено на рисунке 6.

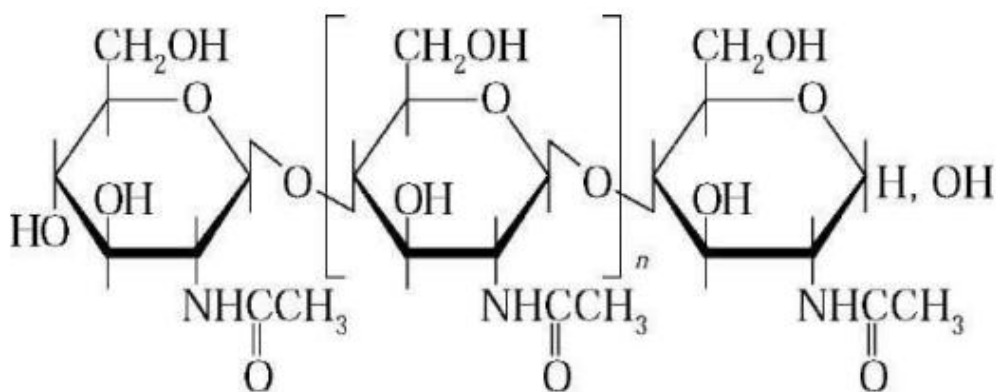


Рисунок 6 – Молекула хитина

В отличие от целлюлозы в хитине в качестве заместителя у второго углеродного атома элементарного звена не гидроксильная, а ацетамидная группа. При этом макромолекулы нативного (природного) хитина обычно включают малое количество звеньев со свободными первичными аминогруппами. Благодаря регулярности строения полимерной цепи хитина формируется высокоупорядоченная структура, которая имеет признаки, свойственные для кристаллического фазового состояния полимеров. При этом кристаллические области структуры хитина могут наличествовать в трех кристаллографических (структурных) модификациях, которые отличаются размещением молекулярных цепей в элементарной ячейке кристаллита (явление полиморфизма).

Простейшее и самое распространенное производное хитина – это хитозан, аминополисахарид 2-амино-2-дезоксид-β-D-глюкан, образующийся при деацетилировании хитина (рисунок 7).

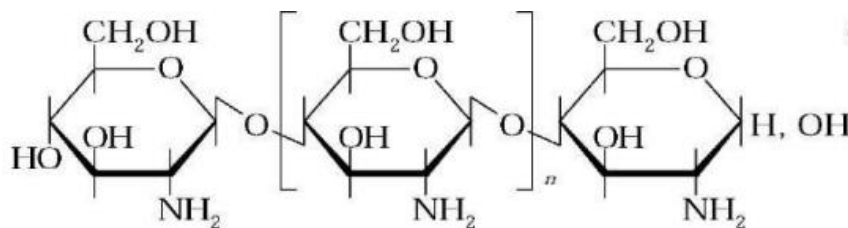


Рисунок 7 – Звено хитозана

Он применяется в качестве структурообразователя и источника пищевых волокон, вероятно применение в фармакологии, целлюлозной промышленности и в прочих отраслях[55].

Лигнин – сложное полимерное вещество ароматической природы нерегулярного строения. Относится к инкрустирующим веществам оболочки растительной клетки. Отложение лигнина в клеточных оболочках вызывает одревеснение клеток и увеличивает их прочность. Древесина лиственных пород включает 20 – 30 % лигнина, хвойных – до 50 %; у низших растений (водоросли, грибы) и мхов лигнина не найдено. Молекула лигнина состоит из продуктов полимеризации ароматических спиртов; основной мономер – кониферилловый спирт.

Лигнин в промышленности производят как отход при изготовлении целлюлозы (сульфатный лигнин, лигносульфоновые кислоты) и гидролизе полигалактурониды, биополимеры, которые включены в состав клеточных стенок растительных клеток, как наземных, так и водных растений. Они наличествуют почти во всех высших растениях, исполняя ряд значительных функций (регулирование водного режима тканей, являются промежуточным звеном в поглощении и транспорте ионов), благодаря своим специфическим свойствам. Пектины в большей части случаев являются гетерополисахаридами, которые состоят из галактурона, арабинана и галактана[68].

Химический состав и содержание пектиновых веществ неодинаковы у разнообразных видов растений, их органов, тканей и зависят от метеорологических условий произрастания, географической зоны, сортовой принадлежности, периода развития и возраста растений. В пектиновых веществах разнообразных сырьевых источников (плодов и овощей) располагается различное количество галактуроновой кислоты. К примеру, в лимонах 90,4 %, а в моркови 76,7 %. Консистенция плодов и овощей тоже зависит от количества, располагающегося в них пектина, который, к примеру, в незрелых плодах содержится в виде протопектина, который превращается в растворимый пектин в ходе созревания плода.

Ферменты, гидролизующие пектиновые вещества, организмом человека не вырабатываются. Поэтому в составе пищи эти полимеры не подвергаются энзиматическому расщеплению в желудке и тонком кишечнике, полностью расщепляясь микрофлорой в толстой кишке.

По степени этерификации классифицируют на высокоэтерифицированные (больше 50 % метильных групп) и низкоэтерифицированные пектины (меньше 50 % метильных групп).

Степень этерификации и молекулярная масса пектинов сильно сказываются на вязкости и желирующей силе пектина.

Арабиногалактан (АГ) – разветвленный природный полисахарид, экстрагированный из древесины лиственницы сибирской. Арабиногалактан является безопасным и эффективным источником диетического волокна, в том числе отличным стимулятором иммунной системы. В Российской Федерации ему присвоен статус биологически активного вещества, не оказывающего пагубных влияний на здоровье человека согласно ТР ТС 021/2011 и Сан ПиН 2.3.2.1078 – 01. Арабиногалактан обладает свойствами пребиотика, т.е. поддерживает рост полезных микробов, помимо этого, усиливает образование весьма важных для нормальной работы кишечника короткоцепочечных жирных кислот (участвуют в восстановлении слизистой кишечника)[67].

Физико-химические и биологические свойства арабиногалактана в большинстве установили сферы потребления его в пищевой промышленности. Весьма важными свойствами арабиногалактана является хорошая растворимость в холодной воде и низкая вязкость его концентрированных растворов, способность арабиногалактана связывать жир и удерживать влагу. АГ является источником клетчатки и растворимых пищевых волокон. Обладая гигроскопичностью (поглощению влаги), он благотворно воздействует на перевариваемую пищу, что помогает избежать некоторых болезней толстой кишки. Пищевые волокна содействуют формированию благоприятных условий для развития полезных лактобактерий, что показывает его пробиотический эффект.

Также АГ имеет противовоспалительную, гастропротекторную, мембранотропную активность, его можно широко использовать при приготовлении функциональных продуктов питания[39].

Использование АГ в пищевой промышленности регламентируется несколькими нормативными документами:

1. Постановлением Главного Государственного Санитарного врача от 14.11.2001 г. № 36 «О введении в действие санитарных норм и правил» (СанПиН 2.3.2.1078 – 01), в котором указано что, АГ классифицируется как загуститель, желирующий агент и стабилизатор.

2. Методическими рекомендациями Государственного эпидемиологического нормирования Российской Федерации № 2.3.1.1915 – 04 утвержденного Роспотребнадзором 02.07.2004 г., где установлен допустимый диапазон потребления АГ в количестве от 0 до 29 г в сутки.

Инулин – природный компонент запасной углеводов большинства растений, в основном сложноцветных (георгины, цикория, артишока и др.), к примеру, в клубнях топинамбура количество составляет 16 – 20 %, в луковице чеснока 9 – 16 %, а в листьях одуванчика 12 – 15 %. Молекула

состоит из β -2,1 соединенных между собой фруктозных звеньев с молекулой глюкозы на конце цепочки, связанной α -1,2 связью с основным скелетом[40].

Инулин, как и продукты его расщепления под влиянием ферментов – инулиды, не обладает восстанавливающими свойствами. Суточная норма потребления инулина находится от 10 до 20 г, а для достижения пребиотического эффекта 8 – 10 г. Инулин участвует в обменных процессах, подобно глюкозе. Фруктоза, которая находится в инулине, проявляет защиту организму в ситуациях, когда глюкоза клетками не усваивается. Инулин воздействует на улучшение липидного обмена, проявляет позитивный эффект на баланс микрофлоры кишечника. Инулин ускоряет очищение организма от токсинов, одновременно при этом уменьшая чувство голода. Инулин относится к группе пребиотиков. При попадании в пищеварительную систему инулин не подвергается изменениям в желудке и тонком кишечнике, только в толстом кишечнике он проявляет функциональные свойства, воздействуя на симбиотическую флору, стимулируя рост и метаболическую активность бифидобактерий и лактобацилл. Целью использования инулина как пребиотика является поддержание и развитие популяции бифидобактерий толстого кишечника, которые в норме должны превалировать над остальными видами бактерий. Бифидобактерии обладают возможностью синтезировать фермент, который дает им возможность перерабатывать фруктоолигосахариды, к которым причисляется инулин, как метаболический субстрат. При этом не нужно введение микроорганизмов извне, то есть нет надобности в проведении периодических курсов такими препаратами пробиотиков, как лактобактерин, бифидумбактерин и др.

«Цитри-Фай» – цитрусовое пищевое волокно, которое извлекается из высушенной апельсиновой мякоти с использованием механической обработки без дополнительного воздействия химических реагентов, с помощью открытия и расширения структурной ячейки апельсинового волокна. Цитрусовая клетчатка поглощает и держит существенное количество воды только на стартовом этапе, но не теряет большую часть ее в

процессе обработки и хранении, что позитивно сказывается на выходе изделий и хранении готового продукта. Пищевые апельсиновые волокна Citri-Fi, благодаря открытой и расширенной структуре ячейки, связывают существенное количество воды (1 часть волокна соединяет до 13 – 15 частей воды) и сохраняют ее на протяжении всего технологического процесса изготовления и хранения продукта. Citri-Fi так же имеет высокую жиросвязывающую способность, эмульгирующими, стабилизирующими, структурообразующими свойствами. Связанная с водой, находящаяся в нём, клетчатка устойчива к высоким температурам варки, стерилизации, пастеризации, устойчива и стабильна при замораживании и размораживании, совершенствует питательную ценность, так как является продуктом функционального назначения. Это волокно проявляет позитивный эффект на физиологические процессы организма человека, а точнее: очищает от токсинов, помогает сбавить холестерин, содействует выводу тяжелых металлов, улучшает моторику желудочно-кишечного тракта[27].

2. СХЕМА ЭКСПЕРИМЕНТА, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Исследование конъюнктуры спроса и предложения на обогащенные продукты питания в городе Челябинске

По данным Министерства природных ресурсов, Челябинская область продолжает занимать верхние позиции в «рейтинге» экологически неблагоприятных регионов страны. Так, концентрация в воздухе Челябинска бензапирена больше допустимой нормы в 5 раз, а в отдельных районах города – в 10; на территориях, прилегающих к металлургическим комбинатам, увеличено количество свинца в волосах у 37,7 % обследованных детей, хрома – у 36,1 %, кадмия – у 3,6 %. Это создает дополнительную нагрузку на организм, особенно на систему антиоксидантной защиты и иммунологической резистентности. Известно также, что в Челябинской области под влиянием техногенных факторов сформировались геохимические аномалии с избыточным накоплением одних элементов – никеля, железа, свинца, хрома, реже кобальта и дефицитом других – селена, цинка, марганца, йода. Недостаток микроэлементов в почве через биохимические пищевые цепи формирует аналогичный недостаток минеральных соединений в пищевом рационе человека [1, 2].

Вместе с тем острой проблемой является дефицит в питании населения Челябинска витаминов А, D, E, фолиевой кислоты и др., что уменьшает функциональную активность иммунной системы и формирует факторы риска значительного числа распространенных хронических заболеваний. Оптимизация витаминной и минеральной обеспеченности населения является важнейшим фактором поддержания здоровья и работоспособности. Определено, что ликвидация в питании дефицита минеральных веществ уменьшает продолжительность заболеваний в 2 – 3 раза, общую заболеваемость – на 20 – 30 %.

В этой ситуации актуально создание новейших технологий и ассортимента функциональных продуктов питания, которые являются эффективным методом обеспечения организма человека требуемыми количествами нужных ингредиентов и микронутриентов, не требующим изменения привычного пищевого рациона и образа жизни. Хлебопродукты в пищевом рационе россиян занимают ведущее место, и в перспективе они останутся главными пищевыми продуктами. Это подтверждается нормами потребительской корзины, в том числе сложившимися традициями пищевого рациона россиян [66].

Хлебопродукты – самые доступные продукты питания – служат одним из основных источников нужных организму пищевых веществ: растительных белков, углеводов, витаминов, макро- и микроэлементов, пищевых волокон. Хлеб является основным продуктом питания, является главным источником энергии, белка и углеводов в питании населения, который обеспечивает соответственно 36,6; 40 и 53 % суточного их поступления. Известно, что хлеб в России остается продуктом самого массового потребления, особенно у недостаточно высоко обеспеченных слоев населения. Суточное потребление его традиционно велико и составляет в среднем 330 г, а в периоды экономической нестабильности оно неизбежно возрастает. Поэтому одной из главных задач государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 г. является рост доли производства продуктов массового потребления, которые обогащены витаминами и минеральными соединениями, включая массовые сорта хлебобулочных изделий.

Таким образом, разработка хлебобулочных изделий, которые обогащены эссенциальными нутриентами, восполняют дефицит незаменимых компонентов в пищевом рационе, может представлять практический интерес в плане эффективной профилактики дефицитных состояний и повышения иммунологической резистентности организма[54].

Анализ рынка производителей хлебобулочных изделий, которые реализуют свою продукцию в Челябинске, выявил, что лидирующие позиции занимают местные предприятия хлебопекарной промышленности (рисунок 8). Доля хлебобулочной продукции ОАО «Первый хлебокомбинат» на рынке Челябинска составляет 55,0 % (среднесуточная реализация по городу – 118,8 т), Челябинской области – 4,0 % (среднесуточная реализация по области – 20,2 т). Объемы реализации по городу за аналогичный период у основных конкурентов составили: ООО «Хлебпром» – 16,1 % (34,7 т/сут), ООО «Мэри» – 2,6 % (5,7 т/сут). Также на рынке присутствует продукция мини-пекарен – 12,1 % (26,0 т/сут), ПОП – 4,5 % (9,7 т/сут), привозной хлеб – 3,6 % (7,8 т/сут), домашняя выпечка – 1,0 % (2,2 т/сут)[57].



Рисунок 8 – Распределение рынка хлебобулочных изделий г. Челябинска между хлебопекарными предприятиями

Главными торговыми точками, в которых совершают покупки потребители города Челябинска, являются сетевые магазины розничной торговли – в них обслуживается большая часть населения (57,3 % респондентов) [4].

Нужно подметить, что для обогащения хлебобулочных изделий в основном применялось сразу несколько компонентов, за исключением редких случаев обогащения каким-либо одним ингредиентом.

По результатам исследований определено, что из представленных в торговых сетях функциональных хлебобулочных изделий на долю продукции, содержащей отруби, приходится максимальный удельный вес – 62,3 % (рисунок 9). Отруби обогащают организм витаминами, микроэлементами и рекомендуются людям, чья работа связана с токсичным производством, в том числе проживающим в экологически загрязненной местности[14].

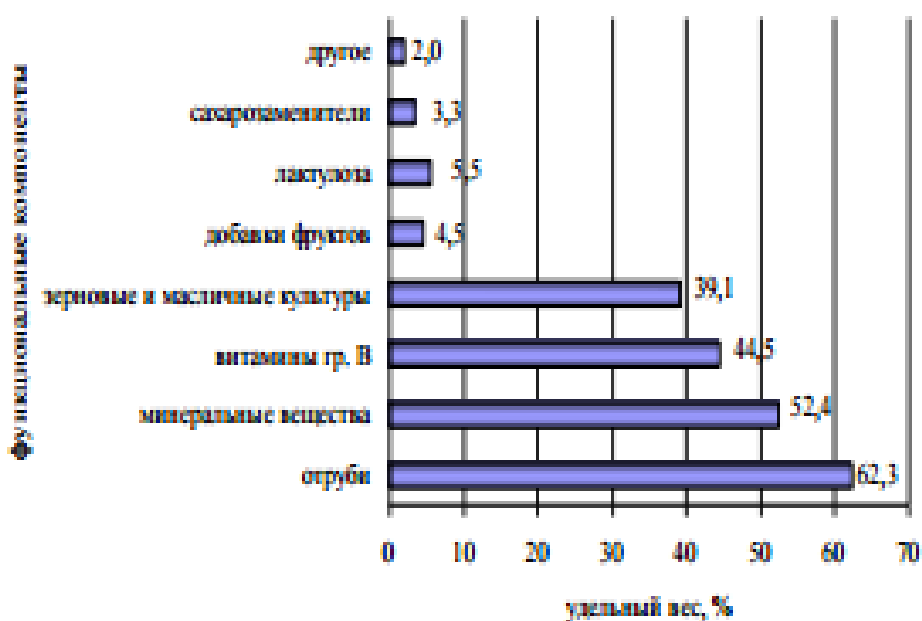


Рисунок 9 – Функциональные компоненты, используемые в производстве хлебобулочных изделий

На втором месте из функциональных ингредиентов находятся такие минеральные компоненты: кальций (14,1 %), железо (13,2 %) и фосфор (10,3 %). Также для производства функциональной продукции применяются магний (8,5 %) и йод (6,3 %).

Хлеб с употреблением цельных или дробленых зерен позитивно воздействует на здоровье человека, помогает контролировать массу тела, улучшает пищеварение, уменьшает риск заболевания сердца и кровеносных сосудов за счет уменьшения уровня холестерина и снижает потребности в инсулине после еды. Семена масличных культур являются хорошим

источником белков, липидов с высоким содержанием эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот, характеризуются ценным минеральным составом. Этот хлеб совершенствует работу кишечника, выводит из организма токсичные вещества[8].

Хлебобулочные продукты, которые включают такие компоненты, как фруктовые добавки, лактулоза, сахарозаменители (сорбит, стевия и др.), в торговых сетях встречаются крайне редко.

Добавки из продуктов переработки фруктов, ягод, орехов дают возможность не только исключить из технологии производства хлебобулочных изделий использование улучшителей, но и увеличить пищевую ценность продукции за счет витаминов, минеральных соединений, пищевых волокон, которые содержатся в растительном сырье.

Лактулоза является стимулятором роста бифидобактерий, положительно действуя на микрофлору кишечника, оказывает значительное влияние при лечении некоторых форм болезни печени и дисбактериозов.

Сахарозаменители придают продукции диетический характер, в том числе увеличивают ассортимент продукции целевого назначения для больных сахарным диабетом, ожирением и прочими заболеваниями[27].

2.2. Схема эксперимента

Алгоритм (в виде схемы) проведения исследований представлен на рисунке 6. В работе использовали жидкий сгущённый сок, полученный после отделения сока, кислоту лимонную по ГОСТ 908 – 2004, воду питьевую (СанПиН 2.1.4.1074 – 01), массу сухую творожную (ГОСТ Р 53492 – 2009), концентрат сывороточных белков (ГОСТ 53456 – 2009), 4 пробы муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта, соответствующие по качеству требованиям ГОСТ Р 52189 – 2003, дрожжи хлебопекарные прессованные (ГОСТ Р 54731 – 2011), соль поваренную пищевую (ГОСТ Р 51574 – 2000), сахар-песок (ГОСТ 21 – 94), масло подсолнечное (ГОСТ 51574 – 2000)[37].

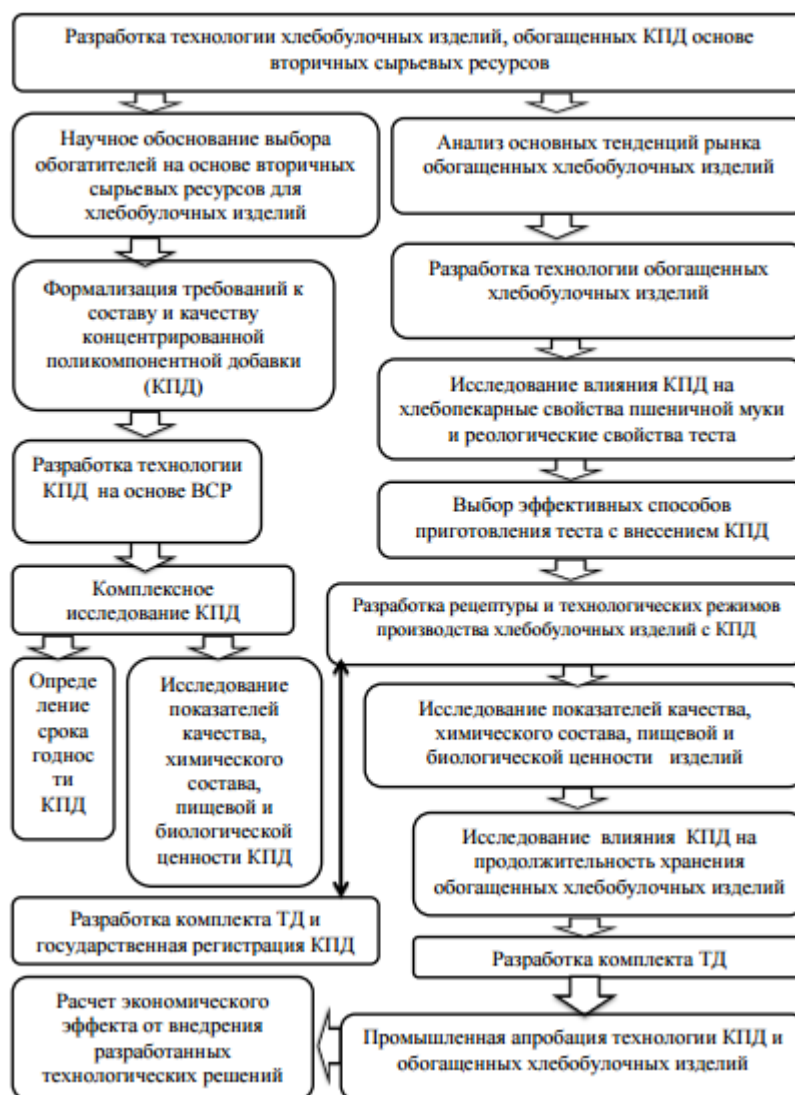


Рисунок 6 – Структурная схема исследований

Пшеничную муку анализировали по регламентируемым показателям, остальное сырье – по органолептическим показателям, указанным в соответствующей нормативной документации. При проведении исследований применяли безопасный и опасный способы приготовления теста. Физические характеристики теста исследовали с использованием альвеографа («Chopin») – по ГОСТ Р 51415 – 99 и фаринографа («Brabender») – по ГОСТ Р 51404 – 99. Качество хлебобулочных изделий оценивали общепринятыми методами. Структурно-механические свойства мякиша хлеба определяли на автоматизированном пенетрометре АП-4/1[13].

Определение показателей и химического состава углеводных компонентов КПД, порошкового шрота и КПД проводили следующими методами: массовую долю влаги – по ГОСТ 15113.4 – 77, титруемую кислотность – по ГОСТ Р 51434, насыпную плотность – по ГОСТ 3625, массовую долю минеральных примесей – по ГОСТ 25555.3 – 82, индекс растворимости – по ГОСТ 30305.4 – 95, массовую долю белка – по ГОСТ Р 4.1.1672 – 03, массовую долю жира – по Руководству Р 4.1.1672 – 03, массовую долю углеводов – расчетным методом, массовую долю золы, не растворимой в соляной кислоте, – по ГОСТ 15113.8 – 77, содержание витаминов В1, В2 – по ГОСТ 4.1.1672 – 03, витамина РР – по ГОСТ 29140 – 91; 15113.3 – 77, содержание макроэлементов – по МУК 4.1.1483 – 03. Расчет аминокислотной сбалансированности белка КПД осуществляли по программе «Аминоскор».

Отбор и подготовку проб для микробиологических анализов проводили общепринятыми методами по ГОСТ 26668 – 85, ГОСТ Р 51446 – 99 (ИСО 7218 – 96), ГОСТ 26669 – 85, ГОСТ 26670 – 91, определение количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАМ) – по ГОСТ 10444.15 – 94, бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий) – по ГОСТ Р 52816 – 2007, бактерий рода *Salmonella* – по ГОСТ Р 52814 – 2007 (ИСО 6579:2002), выявление *Staphylococcus aureus* – по ГОСТ Р 52815 – 2007, определение дрожжей и плесневых грибов – по ГОСТ 10444.12 – 88.

Компьютерное проектирование рецептур КПД осуществляли с помощью программы *Generic 2.0*. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с помощью метода математической статистики с использованием табличного процессора «Excel» и пакета прикладных программ операционной системы MSWindows 2000, «Statistica 6.0».

Перспективным направлением решения проблемы сбалансированного питания является обогащение продуктов питания пищевыми волокнами, которые обеспечивают нормальную работу органов пищеварения и

располагают рядом свойств, позитивно воздействуют на организм человека. Общая надобность в пищевых волокнах, которая определена институтами здравоохранения, устанавливается в 1,4 – 2,1 млн. тонн в год. Сегодня эта надобность удовлетворяется частично за счет употребления в питании муки низших сортов, овощей и фруктов. Для производства недостающего количества концентратов пищевых волокон нужно создать специальные производства [44].

Пищевые волокна можно причислить к довольно доступным пищевым добавкам, так как их изготавливают, как правило, из сырья либо недорогого, либо того, которое является отходами пищевой отрасли.

В настоящее время существует несколько направлений обогащения пищевыми волокнами: это и рациональное использование продуктов зернопереработки, и использование сырья с высоким содержанием волокон, и обогащение концентратами пищевых волокон, предварительно выделенных из волокнистого сырья. Первый вариант внесения пищевых волокон широко распространён в хлебопекарном производстве, что позволяет значительно расширять выпускаемый ассортимент.

Существуют и другие технологии, которые внедрены на производстве хлебобулочных изделий, из цельносмолотого зерна. При этом во многих рецептурах для стабилизации качества применяются различные улучшители и специальные технологические приёмы, улучшающие качество изделий.

Учеными из Воронежской государственной технологической академии были произведены исследования применения свекольного пюре в технологии производства хлеба, в результате чего была разработана рецептура хлебобулочного изделия повышенной биологической и пищевой ценности и пониженной энергетической ценности [77].

Использование концентрированных препаратов пищевых волокон сопряжено с большими затруднениями, так как требуют привлечения различных видов сырья нетипичных для хлебопечения и требующих специфической обработки. Более часто используются пшеничные отруби,

пивная дробина, различные фруктовые и овощные порошки, кукурузная мезга, выжимки цитрусовых, экстракты лечебных трав.

Знаменита технология по изготовлению сухарей с употреблением порошка, полученного из гранатовых корок, которые содержат в своем составе клетчатку, пектин, минеральные и дубильные соединения, витамины. Добавление данного порошка в тесто благотворно воздействует на биохимические микробиологические и коллоидные процессы, которые происходят при его созревании. Готовые изделия выделялись равномерной окраской поверхности, тонкостенной мелкопористой структурой [36].

Изучена возможность внесения всевозможных добавок растительного происхождения (овощного пюре из картофеля, турнепса, кабачков, тыквы и репы), в том числе композиционных смесей (крупы овсяной, кукурузной и отрубей) для уменьшения энергетической ценности мучных кондитерских изделий. При добавлении в песочный полуфабрикат пюре из картофеля и репы имелось повышение содержания пищевых волокон. Употребление композиционных смесей содействовало росту количества пищевых волокон, в особенности при добавлении отрубей, кукурузной мезги, овсяной и гречневой муки. Изготовлены рецептуры и технологии производства мучных кондитерских изделий из песочного теста функционального направления.

В качестве наполнителей употребляли кукурузную, овсяную, гречневую муку и пшеничные отруби. Включаемые компоненты благоприятно воздействовали на структурно-механические свойства изделий, не ухудшали органолептические и физико-химические показатели. При уменьшении количества сахара и жира на 20 % в песочный полуфабрикат добавляли изучаемые добавки как 30 % к массе муки. Ввод наполнителей проявляло воздействие на пищевую ценность – уменьшалось количество углеводов и жиров, повышалось количество белков, пищевых волокон, минеральных соединений и витаминов[19].

При производстве диетических мучных кондитерских продуктов типа вафель, которые обогащены пищевыми волокнами, витаминами и

минеральными веществами, часть пшеничной муки некоторые авторы замещали отрубями и проросшим зерном. Зарегистрировано, что вафли обладали увеличенным количеством ПВ, белков и уменьшенное количество углеводов.

Изучен химический состав, функциональные свойства и возможность употребления при приготовлении кондитерских изделий цедры лимонов и апельсинов (отходов переработки цитрусовых). Доказано, что продукты переработки цитрусовых включают комплекс биологически активных компонентов: растворимые сахара, минеральные соединения, витамины, пектины. Большое количество в отходах пектиновых веществ устанавливают специфичность их влияния на организм человека. По количеству водоудерживающей и сорбционной способности отходы цитрусовых превосходят пищевые волокна отрубей и люцерны. Отходы переработки цитрусовых в виде муки добавляли в рецептуру кое-каких мучных кондитерских продуктов, как правило печенья, что содействовало обогащению продукты пищевыми волокнами и биологически активными соединениями. Это дало возможность употреблять произведены продукты в лечебно-профилактическом питании [20].

Описана рецептура и технология сбивных кондитерских изделий и белкового полуфабриката на пектине, который предопределен для прослаивания и отделки тортов и пирожных с употреблением пектина и препаратов сухого куриного белка: кремообразователей и стабилизаторов. Итоги анализов представили, что взбивающие препараты формировали пену, которая в отличие от натурального белка оптимальное взбивалась, легче формировалась, была более стабильна, менее чувствительна к влиянию жира, обладала огромной пористостью и удельным объемом, из-за влагоудерживающей способности пектина, значительной микробиологической чистоте препаратов для взбивания и отсутствию скоропортящихся продуктов, получилось создать обширный ассортимент тортов и пирожных с продленным сроком хранения от 14 до 30 дней.

В США разработан продукт Cerelife из зерна пшеницы, который был употреблен для производства хлебобулочных и кондитерских изделий. Продукт включал ПВ, белки и ароматические компоненты зерна пшеницы. Отмечено повышение длительности хранения, совершенствования структуры и увеличения водоудерживающей способности хлеба и кондитерских изделий, которые содержат Cerelife [21].

О.А. Ильиной и др. разработаны рецептуры и технологии хлебобулочных и мучных кондитерских изделий с повышенным содержанием пищевых волокон. Это хлеб, булочные и слоеные изделия, блинная мука, сахарное и затяжное печенье, заварной и бисквитный полуфабрикаты для тортов и пирожных, другие выпеченные и отделочные кондитерские полуфабрикаты. Внесение в рецептуры хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, как источников пищевых волокон (мука из крупяных культур, мука низких сортов, облепиховая мука и др.), так и их концентратов (микрористаллическая целлюлоза, пектин, арабиногалактан), способствовало значительному снижению энергетической ценности изделий и придавало им свойства, позволяющие включить указанные изделия в группу изделий для функционального питания. Таким образом, приведенные данные позволяют заключить, что как в России, так и за рубежом активно и довольно широко проводятся работы по созданию пищевых продуктов, обогащенных пищевыми волокнами (ПВ). При этом уже нашли применение сырье с высоким содержанием пищевых волокон и отдельные препараты ПВ и их смеси. Но дозировки пищевых волокон ограничиваются 0,5 – 6 % к массе основного сырья [34].

Суточное потребление пищевых волокон для взрослого человека лежит в пределах 20 – 40 г. Чрезмерное потребление пищевых волокон приводит к отрицательному эффекту: ухудшается перевариваемость белка и жира, что увеличивает выведение кальция и снижает усвоение железа, вызывает дисбаланс калия, меди, цинка, марганца, а также уменьшает всасываемость витаминов.

2.3. Характеристика методов исследования

Для исследования свойств сырья, полуфабрикатов хлебопекарного производства и качества готовых изделий в работе применяли стандартные методы.

Для оценки свойств пшеничной муки определяли следующие показатели:

- влажность согласно с ГОСТ 9404 – 2003;
- кислотность согласно с ГОСТ 27493 – 87;
- количество и качество клейковины в соответствии с ГОСТ 27839 – 88;
- число падения на аппарате Амилотест АТ – 97 в соответствии с методикой, которая описана в руководстве [101] и ГОСТ 27495 – 87 [27];
- количество и качество клейковины на аппарате МОК;
- параметры альвеограммы на аппарате «Alveograph M82», в соответствии руководству [101] и ГОСТ Р 51415 – 99 (ИСО 5530 – 4:91) [78] [26].
- газообразующую способность на аппарате «RheofermentometreF3» в соответствии с методикой, которая описана в руководстве [101];
- параметры фаринограммы на аппарате «FarinographAT» (Brabender, Германия) согласно руководству и ГОСТ Р 51404 – 99 (ИСО 5530 – 1 – 97) [28];
- реологические характеристики мякиша готовых хлебобулочных изделий устанавливали по величине показателя общей деформации, установление проводили на аппарате «Пенетромтр АП-4/1», по методике, которая указана в руководстве [78].

Дрожжи прессованные хлебопекарные оценивались по органолептическим показателям: цвет, вкус, запах, консистенция и по показателю подъемной силы, согласно с ГОСТ 171 – 81.

Соль поваренную пищевую анализировали органолептически согласно с ГОСТ Р 51574 – 20.

Пищевые волокна оценивали по органолептическим показателям в соответствии с сопроводительной документацией и по физико-химическим показателям [15].

Исследование свойств полуфабрикатов хлебобулочных изделий определяли в соответствии с руководствами производителей, по нижеперечисленным показателям:

1. Установление содержания и свойств сырой клейковины – на аппарате ИДК-1.

2. Установление реологических свойств – на аппарате «Амилотест».

3. Установление реологических свойств теста из пшеничной муки высшего сорта – на аппарате «Farinograph AT» по ГОСТ Р 51404 – 99.

4. Установление реологических свойств теста из пшеничной муки высшего сорта – на аппарате «Alveograph-M82» по ГОСТ Р 51415 – 99.

5. Установление реологических свойств теста из пшеничной муки высшего сорта – на аппарате «Структурометр СТ-2».

6. Установление реологических свойств теста из пшеничной муки высшего сорта – на аппарате «RheofermentometreF3».

7. Оценку хлебопекарных свойств муки определяли по методу пробной лабораторной выпечки – в соответствии с ГОСТ 27495 – 87.

При исследовании органолептических показателей использовали бальную оценку по показателям: цвет, вкус, запах, пористость, состояние мякиша и состоянию корки [19].

ГЛАВА 3. ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН В ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

3.1. Результаты определения органолептических показателей качества

Пробы изготовленных хлебобулочных изделий проверяли через 16 – 18 часов после выпечки. При органолептическом анализе определяли следующие показатели: внешний вид хлебобулочных изделий, аромат, вкус и цвет мякиша.

Органолептические показатели устанавливали по методике сенсорного профильно-рангового метода, описанного в руководстве [11].

Для оценки эффективности сенсорного профильно-рангового способа установления различий между контрольными и опытными пробами были изучены органолептические характеристики проб хлеба, изготовленного с разнообразным количеством пищевых волокон (инулина, арабиногалактана и цитри-фая). Оценка показателей качества проводилась по 5-ти бальной шкале.

3.2. Результаты определения физико-химических показателей качества

При оценке качества физико-химических параметров определяли: влажность, кислотность, пористость, удельный объем, формоустойчивость, общую деформацию мякиша.

Влажность хлеба устанавливают по ГОСТ 21094 – 75 стандартным методом соответственно методике, описанной в руководстве.

Кислотность хлеба (титруемую) устанавливали арбитражным методом по ГОСТ 5670 – 51.

Удельный объем хлеба устанавливали отношением объема формового хлеба к его массе с точностью 1 г, (ГОСТ 5669 – 960). Удельный объем выражали в см³/г.

Формоустойчивость подового хлеба характеризуется отношением величины высоты хлеба (H) к его ширине (D), (ГОСТ 27669).

Реологические свойства теста устанавливали на приборах «Farinograph AT», «Alveograph-M82», «Структурометр СТ-2», «RheofermentometreF3». Свойства сырой клейковины устанавливали на аппарате ИДК-1 по способности клейковины оказывать сопротивление деформационной нагрузке сжатия на протяжении установленного времени. Итоги измерений выражали в условных единицах шкалы прибора.

Для замеса теста применялась тестомесилка ТЛ-1-75, которая позволяет производить замес теста из муки в количестве 25 г и 14 мл воды. Для механизированного отмывания и отжима сырой клейковины было применено устройство У1-МОК-1М. Принцип работы устройства базируется на механическом действии крутящегося рабочего органа на пробу теста, которая помещена в отмывочную камеру при непрерывной подаче в нее воды. В итоге происходит выделение сырой клейковины, а отмыванный крахмал и оболочки направляются на ловушечное сито приемной ванны. Агрегат У1-МОК-1М включает в себя корпус, отмывочный узел, электропривод, регулятор зазора, гидросистему, блока-реле времени, пульт управления. Отмывочный узел заключается из двух дек: верхней и нижней, которые в закрытом состоянии формируют герметичную камеру, внутри которой крутится вал с рабочим органом эллипсоидальной рифленой формы [59].

В нижней деке камеры оборудовано сито, очистка которого производится специальной лопаточкой, поворачиваемой рабочим органом. Регулятор величины зазора оборудован установочным тарированным диском, при повороте которого осуществляется передвижение рабочего органа в вертикальном направлении, в итоге чего модифицируется технологический зазор между дном камеры и рабочим органом.

Пульт управления оборудован в передней части агрегата. На пульте расположены: кнопки «Пуск» и «Стоп»; ручки регуляторов «Зазор» и «Конец отмывания». Немедленно после замеса, тесто раскатывают специальным устройством, который смочен в воде, в пластину толщиной от 1,0 до 1,5 мм и отправляют на 10 мин в емкость с водой. По завершении отлежки пластину

теста вынимают из воды, сжимают рукой в комок и разделяют на 6 разнообразных частей, которые отправляют в заранее смоченную водой рабочую камеру агрегата в центральной части окружности нижней деки [47].

Для установления качества клейковины применяли прибор ИДК. Прибор ИДК-3М дает возможность установить общую деформацию шарика клейковины массой 4 г. Клейковина из пшеничного теста отмывается согласно требованиям ГОСТ 27839 – 88 или международных стандартов ISO 5531. Проба клейковины в виде шарика (4 г), после отлежки на протяжении 15 мин в воде при температуре $(18 + 2) ^\circ\text{C}$, отправляется на столик прибора и далее сдавливается пуансоном под нагрузкой $P = 1,2 \text{ Н}$ на протяжении 30 с. После чего на табло прибора акцентируется общая деформация шарика. Одна единица прибора отвечает опусканию пуансона на 0,07 мм. Величина деформации тем выше, чем слабее клейковина.

Установление реологических свойств на аппарате «Амилотест АТ-97».

Установление реологических свойств водно-мучной суспензии осуществляли на аппарате Амилотест АТ-97. Прибор Амилотест АТ-97 (ЧП-ТА) предопределен для контроля динамики и кинетики реологического поведения клейстеризованной суспензии хлебопекарной муки и прочего крахмалосодержащего сырья.

Прибор функционирует в трех режимах и дает возможность установить: показатель реологических свойств клейстеризованной суспензии хлебопекарной муки – показатель «число падения»; первую температуру клейстеризации крахмала; наибольшую вязкость клейстеризованной суспензии крахмалосодержащего сырья [36].

Подготовка водно-мучной суспензии производится из 7 г муки (отталкиваясь от ее базисной влажности 15 %) и 25 мл дистиллированной воды. Изготавливаются две пробы суспензии специальных вискозиметрических пробирках, заранее закрытых резиновыми пробками, с помощью встряхивания 20 – 25 раз. После подготовки суспензии в пробирки опускают штоки установленных размеров и массы, и в сборе они

отправляются в кассету, которая вставляется в водяную баню. Режим нагрева (процесса клейстеризации) водно-мучной суспензии устанавливается режимом работы прибора. При прогреве водно-мучной суспензии ее перемешивание происходит с помощью вставленных штоков, которые передвигаются возвратно-поступательно по вертикали на 69 мм при помощи специальных захватов, которые определены на штанге электромеханического блока. Способ установления «числа падения», который исполнен в приборе Амилотест АТ-97 (ЧП-ТА), отвечает ГОСТ 27676 – 88 «Зерно и продукты его переработки» и ГОСТ 27495 – 87 [27]. Установление «числа падения» заключается в измерении времени производства клейстеризованной водно-мучной суспензии в вискозиметрической пробирке при температуре 100 °С во времени опускания в ней калиброванного по геометрическим размерам и массе штока и фиксации суммарного времени в секундах, являющееся «числом падения» – параметром автолитической активности хлебопекарной пшеничной или ржаной муки.

Установление реологических свойств теста из пшеничной муки высшего сорта на аппарате «Farinograph АТ».

Установление физико-химических характеристик пшеничного теста и параметров его замеса производили при помощи информационно-измерительного комплекса, который включает в себя прибор «Farinograph АТ» (фирма «Brabender», Германия), месильная емкость S300, программируемый термостат и персональный компьютер. Сущность способа отвечает требованиям ГОСТ Р 51404 – 99 (ИСО 5530 – 1 – 97) [28]. При изучении свойств теста на аппарате «Farinograph» замешивали тесто с консистенцией 500 ± 20 е.ф. из пшеничной муки с добавлением пищевых волокон путём подбора нужного количества воды. Порядок работы и принцип действия фаринографа: навеску в 300 г с влажностью 14 %, помещают в месилку и перемешивают на протяжении 1 мин., далее добавляют воду из бюретки в правый передний угол на протяжении 25 с. Потом добавляют воду в необходимом количестве, при котором возможно

получить требуемую консистенцию, равную 500 ЕФ. Регистрация замеса продолжается не меньше 12 минут после завершения времени образования теста, если разжижение началось. Потом прекращают замес и очищают тестомесилку. Для установления свойств теста на фаринографе осуществляют замес теста с записью усилий, которые тратятся на замес, в виде кривой-фаринограммы, позволяющей оценить качество муки по таким параметрам: водопоглотительная способность, консистенция теста, время образования теста, устойчивость, разжижение [51].

1. Консистенция теста изменяется на протяжении всего времени замеса: возрастает в первый период замеса, потом кое-какое время располагается на максимально достигнутом уровне и постепенно уменьшается от середины ширины полосы кривой.

2. Время формирования теста – время, на протяжении которого величина консистенции теста достигает максимума.

3. Устойчивость (стабильность) теста характеризует продолжительность сохранения тестом наибольшего уровня консистенции при замесе.

4. Разжижение теста соответствует разности максимально достигнутой консистенции и консистенции в конечный момент замеса.

Установление реологических свойств теста из пшеничной муки высшего сорта на аппарате «Alveograph-M82».

При изучении свойств теста на аппарате «Alveograph-M82», замешивали тесто из пшеничной муки с добавлением пищевых волокон в соответствии с ГОСТ Р 51415 – 99 (ИСО 5530 – 4:91) [78, 26].

Прибор «Alveograph-M82» – позволяет эмпирическим методом оценить реологические свойства теста. Прибор состоит из двух частей: «Alveograph-M82» и тестомешалки. Месилка имеет устройство, выпрессовывающее после замеса пластину теста, всегда одинаковую по размерам и плотности. «Alveograph-M82» представляет собой прибор, в котором устанавливаются реологические свойства пласта теста, зажато герметически между фланцами. Пластина теста выдавливается воздухом в виде всё растущего

пузыря. Стенки этого пузыря становятся все тоньше и тоньше, и, наконец, в момент, который зависит от свойств теста, пузырь лопается. Давление воздуха, которое создается в процессе испытания образца теста, фиксируется в виде кривой на экране. Кривые, которые получаются на альвеограмме, характеризуют силу муки [63].

Исследованию подвергают образцы теста, замешанного из муки и 2,5 процентного раствора поваренной соли. Соотношение муки и раствора определяются с таким расчетом, чтобы на 250 г муки влажностью 14,3 % приходилось 125 мл солевого раствора. Тесто должно иметь температуру 25 °С.

Замес теста продолжается 8 минут, после чего тесто выталкивается через выпускное отверстие месилки на приемную пластину. Сформованные по стандартным размерам диски теста перемещают для отлежки в термостат альвеографа при температуре 25 °С. Испытание на альвеографе осуществляется спустя 28 минут с момента начала замеса [37].

Для характеристики альвеограмм применяются такие их показатели:

- Р-упругость максимальное избыточное давление, зависит от поврежденного крахмала, количества и качества белка, клетчатки, зольности.
- L-растяжимость теста среднее значение абсциссы при разрыве зависит от количества и качества белка.
- R/L – показатель формы кривой.
- W – энергию деформации теста, которую нужно затратить на растягивание теста в пузырь.

Эти показатели отображают реологические характеристики белково-протеиназного комплекса теста в производственном процессе.

Определение реологических свойств теста из пшеничной муки высшего сорта на аппарате «Структурометр СТ-2».

Этот прибор представляет собой информационно-измерительную систему для комплексного измерения реологических свойств полуфабриката.

Принцип действия базируется на измерении силы воздействия неподвижного инструмента и изучаемой пробы продукта, которая размещена на столике, который перемещается с заданной скоростью [78]. Установление реологических свойств пшеничного теста после замеса производили с применением прибора «Структурометр СТ-2» (НПФ «Радиус», Россия). Устанавливали адгезионное напряжение теста после замеса и после созревания теста ($\sigma_{адг}$), общую ($h_{общ}$), пластическую ($h_{пл}$), упругую деформации ($h_{упр}$), в том числе относительную деформацию теста (Δh), как отношение пластической деформации к общей.

Установление реологических свойств теста из пшеничной муки высшего сорта на аппарате «RheofermentometreF3»[53].

Скорость изменения давления синтезирующегося CO_2 при брожении теста проверяли волюмометрическим способом на аппарате «RheofermentometreF3» («Chopin», Франция). При изучении свойств теста на аппарате «RheofermentometreF3» замешивали тесто из пшеничной муки высшего сорта с добавлением пищевых волокон соответственно методике. «RheofermentometreF3» устанавливает степень поднятия образца теста, помещенного в специальную емкость. Для производства теста можно применять любую тестомесильную машину с контролируемой температурой резервуара. Консистенция теста должна быть довольно густой, она играет важную роль при проведении анализа и устанавливается количеством добавленной воды. Способ расчета воды осуществляется по данным работы на альвеографе.

Принцип действия прибора состоит в измерении давления, которое образуется за счет выделения углекислого газа при брожении теста, каждые 5 минут при этом три раза показатель снимется напрямую, а три раза через раствор концентрированной щелочи, таким образом, удаётся прибору одновременно устанавливать количество выделившегося углекислого газа и количество углекислого газа удержанного тестом. Электронная система

прибора строит зависимость высоты поднятия теста от времени (так называемые кривые газовыделения) [23].

Способы расчета химического состава и пищевой ценности хлебобулочных изделий.

Расчет пищевой ценности хлебобулочных изделий осуществляли по способу, который разработан в ФГБНУ НИИХП. Способ описан в «Методическом руководстве по определению химического состава и энергетической ценности хлебобулочных изделий». В соответствии со способом построен алгоритм в программе Microsoft Excel 2007, где осуществили расчет химического состава и энергетической ценности изделий.

Для оптимизации рецептур применяли униформ-рототабельный метод планирования. Графические зависимости, полученные при обработке результатов исследования, получали с помощью программы «STATISTICA 6.0».

Показатели качества пяти проб муки пшеничной хлебопекарной, использовавшихся в анализах, отвечали требованиям, указанным в ГОСТ Р 52189 – 2003, имели белый цвет без инородных включений, запах, свойственный муке, вкус, без посторонних привкусов. По качеству сырая клейковина проб муки была не ниже первой группы, характеризовалась как хорошая по «силе»; автолитическая активность была пониженная [15].

Показатели качества пшеничной муки высшего сорта описаны в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели качества муки пшеничной высшего сорта

№ п/п	Наименование показателей	Значение показателей пшеничной муки				
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
1	Влажность, %	14,3	13,6	14,2	14,3	13,9
2	Кислотность, град	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
3	Число падения, с	437,5	400,0	425,0	410,5	430,5

Окончание таблицы 2

№ п/п	Наименование показателей	Значение показателей пшеничной муки				
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
4	Количество клейковины, %	28,1	28,3	27,9	28,1	28,5
5	Общая деформация клейковины, ед. пр. ИДК	83,9	84,0	83,9	84,3	84,1
6	Цвет	Белый, без инородных вкраплений				
7	Хруст	Отсутствует				
8	Запах	Свойственный пшеничной муке, без посторонних запахов				
9	Вкус	Соответствующий пшеничной муке, без посторонних привкусов				

Соль поваренная пищевая соответствовала требованиям ГОСТ 13830 – 97, не имела посторонних примесей. Дрожжи хлебопекарные соответствовали ГОСТ Р 54731 – 2011, хорошо ломались, были плотной консистенции, имели равномерный цвет, имели запах и вкус, соответствующий дрожжам, а так же подъёмную силу 44 – 50 мин. Сахар-песок соответствовал требованиям ГОСТ 21 – 94, не скомкивался, имел равномерную белую окраску без посторонних включений.

Сухое молоко соответствовало ГОСТ Р 52791 – 2007, имело однородный цвет и структуру, не содержало в себе посторонних примесей. Вкус и цвет соответствовал сырью[27].

Применявшийся в работе ЗМЖ-Э не имел постороннего запаха и был однороден по консистенции, соответствовал ТУ 9145 – 389 – 00334623 – 2006. Показатели качества ЗМЖ-Э представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели качества ЗМЖ-Э

Жировой продукт	Показатели качества				
	Массовая доля влаги, %	Кислотное число, мг КОН/г	Перекисное число, моль/кг	Массовая доля жира, %	Температура плавления, °С
ЗМЖ-Э	0,1	0,1	0,5	99,9	35,0

В работе использовалась вода питьевая из системы центрального водоснабжения. Вода соответствовала требованиям СанПиН 2.1.4.107 и ГОСТ Р 51232.

Характеристики пищевых волокон, применявшихся в работе, представлены в таблицах 4, 5 и 6.

Таблица 4 – Показатели качества инулина FIBRULINE XL

№ п/п	Наименование показателей	Значение показателей
1	Содержание инулина, %	99,0
2	Средняя степень полимеризации	20,0
3	Влажность, %	4
4	Среднеэквивалентный размер частиц, мкм	156
5	Структура	Кристаллическая

Инулин представляет собой белый порошок без вкуса и запаха, полученный измельчением и последующим высушиванием клубней топинамбура.

Таблица 5 – Показатели качества арабиногалактана

№ п/п	Наименование показателей	Значение показателей
1	Содержание арабиногалактана, %	90,95
2	Средняя степень полимеризации	180

Окончание таблицы 5

№ п/п	Наименование показателей	Значение показателей
3	Влажность, %	5,8
4	Среднеэквивалентный размер частиц, мм	118
5	Структура	Аморфная

Препарат представляет собой порошок кремового цвета без вкуса и запаха.

Таблица 6 – Показатели качества цитри-фай

№ п/п	Наименование показателей	Значение показателей
1	Содержание, %	98
2	Средняя степень полимеризации	190
3	Влажность, %	10
4	Среднеэквивалентный размер частиц, мм	120
5	Структура	Аморфная

Пищевое цитрусовое волокно представляет собой порошок, изготавливаемый из высушенной апельсиновой мякоти путем открытия и расширения структурной ячейки апельсинового волокна с использованием механической обработки без применения химических реагентов [14].

Всё использованное в работе сырьё соответствовало нормативной документации.

Для изучения влияния пищевых волокон на качество хлеба, определяли их дозировки для последующего использования в композиции. Для этого проводили пробные лабораторные выпечки с добавлением инулин, арабиногалактан и цитри-фай в количестве 1, 2, 4 и 6 % к массе муки. На данном этапе исследования изучались различные рецептуры для приготовления теста.

Исследование воздействия пищевых волокон (арабиногалактана, инулина и цитри-фай) на качество хлеба, произведенного однофазным способом из пшеничной муки высшего сорта.

Для изучения воздействия пищевых волокон на качество хлеба, определяли их оптимальные дозировки. Для этого проводили пробные лабораторные выпечки с добавлением инулина, арабиногалактана и цитри-фая, в количестве 1, 2, 4, 6 % от массы муки. Контролем служили пробы хлеба без пищевых волокон [57].

Результаты исследования приведены в таблице 7. Из представленных данных видно, что добавление пищевых волокон проявляло воздействие на качество хлеба. Степень этого влияния зависела от количества пищевых волокон. Влияние инулина на качество хлеба приготовленного однофазным способом из пшеничной муки высшего сорта. Для исследования влияния инулина на качество хлеба приготовленного однофазным способом из пшеничной муки высшего сорта, тесто готовили по рецептуре. Инулин добавляли в количестве 1, 2, 4, 6 % к массе муки, контролем служила проба без пищевых волокон.

Таблица 7 – Влияние инулина на качество хлеба, из пшеничной муки высшего сорта

№ п/п	Наименование показателей	Количество вносимого инулина				
		К	1 %	2 %	4 %	6 %
1	Влажность, %	40,0	40,8	41,6	42,2	42,2
2	Кислотность, град	1,4	1,4	1,8	1,4	1,2
3	Удельный объем, см ³ /г	2,7	3,2	3,3	3,0	2,3
4	Изменение удельного объема, по отношению к контролю, %	–	+ 18,5	+ 22,2	+ 11,1	- 17,3

Окончание таблицы 7

№ п/п	Наименование показателей	Количество вносимого инулина				
		К	1 %	2 %	4 %	6 %
5	Пористость, %	75,0	79,7	80,5	78,0	74,0
6	Изменение пористости по отношению к контролю, %	–	+ 6,2	+ 7,3	+ 4,0	- 1,3
7	Формоустойчивость, Н/D	0,45	0,48	0,50	0,48	0,48
8	Изменение формоустойчивости по отношению к контролю, %	–	+ 6,6	+ 11,1	+ 6,6	+ 6,6

По результатам проведенных исследований, результаты которых представлены в таблице 7, видно, что добавление инулина влияет на качество хлеба, приготовленного из пшеничной муки высшего сорта. Степень этого влияния зависит от количества инулина, вносимого в тесто. Так, при добавлении инулина в количестве 1 – 4 % от массы муки, удельный объем хлеба увеличивался на 11 – 22 %, пористость – на 4 – 7 %, формоустойчивость – на 6,6 – 11,1 %, общая деформация сжатия – на 12,5 – 73,6 %, по сравнению с контрольной пробой. При этом, удельный объем уменьшался на 17 %, пористость на 1 % и упругая деформация сжатия мякиша на 23 %, по сравнению с контрольной пробой. Дальнейшее увеличение дозировки инулина до 6 % к массе муки не приводило к улучшению физико-химических и органолептических показателей качества хлеба[60].

В наибольшей степени улучшалось качество хлеба, при добавлении инулина в количестве 2 % от массы муки. При этой дозировке увеличивались

удельный объем на 22 %, пористость на 7 %, упругая деформация сжатия мякиша увеличивается на 74 % по сравнению с контрольной пробой[55].

Данные по влиянию инулина на органолептические показатели качества хлеба, приготовленного из пшеничной муки высшего сорта, изображены на рисунке 10.

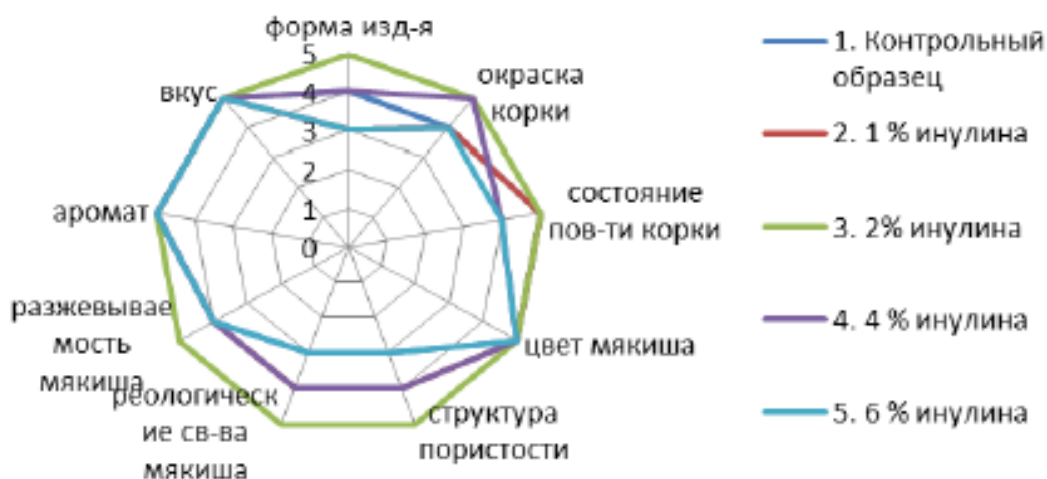


Рисунок 10 – Влияние инулина на органолептические показатели качества хлеба, приготовленного из пшеничной муки высшего сорта

Также была осуществлена органолептическая оценка проб хлеба по сенсорному профильно-ранговому методу. На рисунке 10 изображены данные по воздействию инулина на качество хлеба, изготовленного однофазным способом.

Из описанных данных видно, что при сравнении профилей проб хлеба, который изготовлен с добавлением инулина, были обнаружены различия в форме изделий, в реологических свойствах мякиша, разжевываемости мякиша по сравнению с контрольной пробой хлеба.

Интенсивность этих параметров, как цвет мякиша, вкусо-ароматических характеристики, были почти одинаковые. Наибольшую балльную оценку имели пробы хлеба, которые изготовлены с добавлением инулина в количестве 2 % от массы муки[39].

Для исследования влияния инулина на качество хлеба, приготовленного однофазным способом из муки высшего сорта с добавлением жира и сахара в тесто. Инулин вносили в замес вместе с мукой в количестве 1, 2, 4, 6 %.

Внесение пищевых волокон с добавлением сахара-песка и жира, оказывали влияние на качество хлеба, приготовленного однофазным способом. Степень этого влияния зависело от вида пищевых волокон [42].

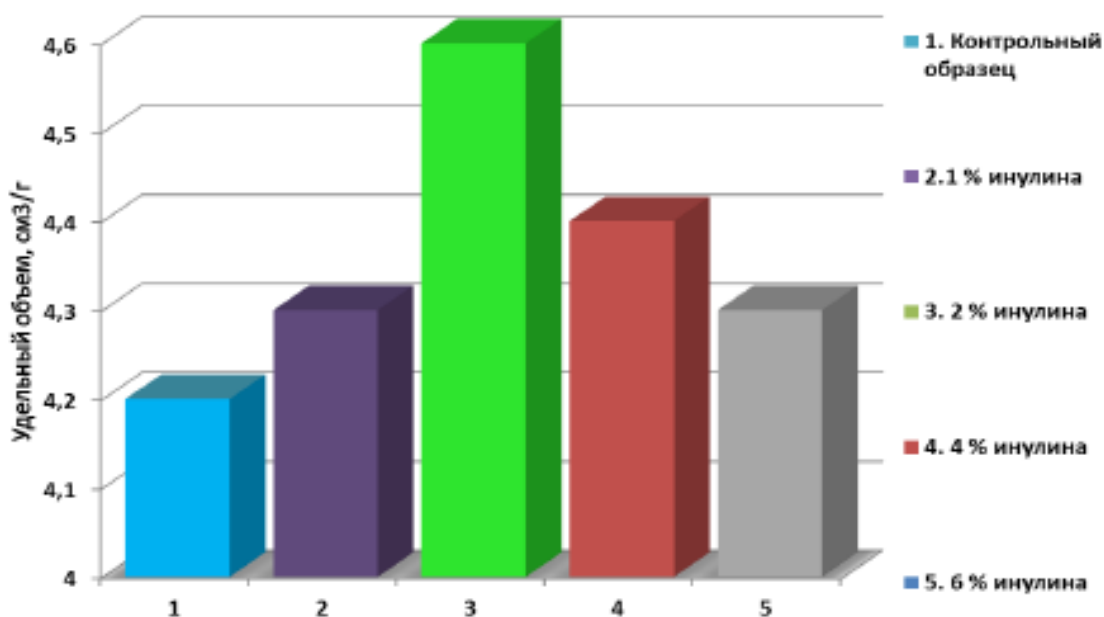


Рисунок 11 – Влияние инулина на показатель удельного объема хлеба, приготовленного из пшеничной муки высшего сорта

При внесении инулина в различных дозировках меняется качество хлеба, приготовленного из пшеничной муки высшего сорта с добавлением жира и сахара. Степень этого влияния зависит от количества инулина, вносимого в тесто. Так, при добавлении инулина в различных дозировках, удельный объем хлеба увеличивался на 2 – 10 %, пористость – на 1 – 2 %, формоустойчивость – на 8 – 10 %, общая деформация сжатия уменьшалась на 17 – 36 %, по сравнению с контрольной пробой [46].

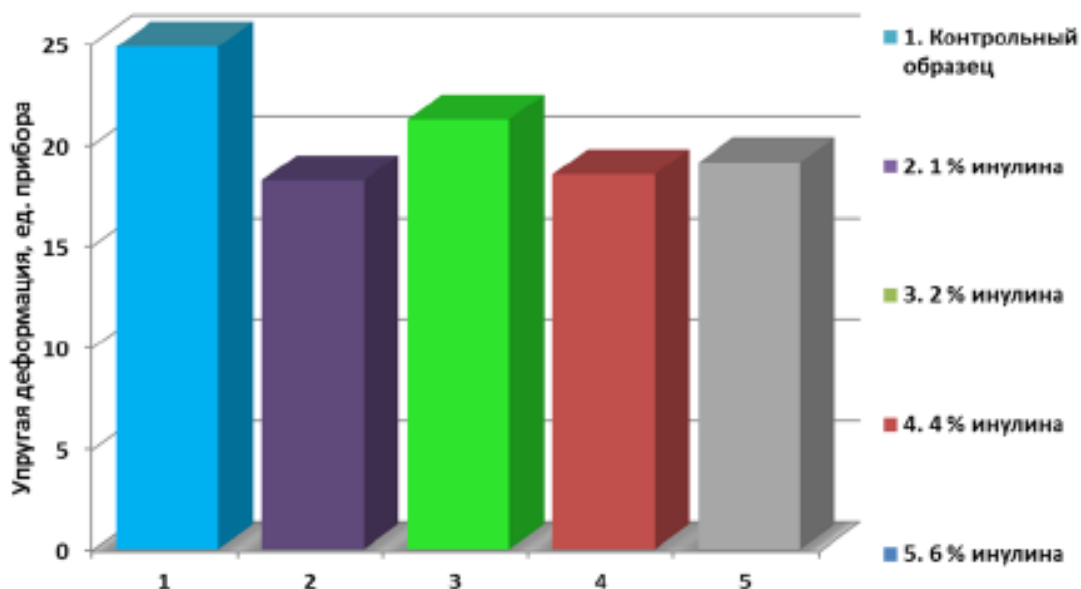


Рисунок 12 – Влияние инулина на показатель упругой деформации сжатия мякиша хлеба, приготовленного из пшеничной муки высшего сорта, с добавлением сахара и жира

Была проведена органолептическая оценка проб хлеба по сенсорному профильно-ранговому методу. На рисунке 13 представлены данные по влиянию инулина на качество хлеба приготовленного однофазным способом с добавлением сахара и жира [33].

Из полученных данных видно, что при сравнении профилей проб хлеба, приготовленного с добавлением инулина, были выявлены различия в форме изделий, реологических свойствах мякиша, состоянии поверхности корки и ее окраски и структура пористости, по сравнению с контрольной пробой хлеба.

Интенсивность таких показателей как цвет мякиша, вкусо-ароматические характеристики, были практически одинаковы.

Максимальную балльную оценку имели пробы хлеба, приготовленные с добавлением инулина в количестве 2 % от массы муки.



Рисунок 13 – Влияние инулина на органолептические показатели качества хлеба, приготовленного из пшеничной муки высшего сорта с добавлением сахара и жира

Для исследования влияния цитри-фай на качество хлеба, приготовленного однофазным способом из муки высшего сорта с добавлением жира и сахара тесто, замешивали по рецептуре 1. ЦФ вносили в замес вместе с мукой в количестве 1, 2, 4, 6 % [12].

Данные по физико-химическим показателям представлены в таблице 11. Из данных таблицы 11 и рисунков 14 и 15 видно, что при внесении цитри-фай в различных дозировках меняется качество хлеба из пшеничной муки высшего сорта с добавлением жира и сахара. Степень этого влияния зависит от количества цитри-фай, вносимого в тесто. Так, при добавлении различных дозировок цитри-фай, удельный объем хлеба увеличивается на 2,5 %, формоустойчивость – на 2,4 %, пористость увеличивается на 1,2 % по сравнению с контрольной пробой [22].

Таблица 11 – Влияние цитри-фай на качество хлеба, из пшеничной муки высшего сорта с добавлением жира и сахара

№ п/п	Наименование показателей	Количество вносимого цитри-фай				
		К	1 %	2 %	4 %	6 %
1	Влажность, %	39,4	37,0	38,4	38,8	38,9
2	Кислотность, град	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
3	Удельный объем, см ³ /г	4,0	4,0	4,1	3,5	2,8
4	Изменение удельного объема, по отношению к контролю, %	–	0	+ 2,5	- 14,2	- 28,0
5	Пористость, %	83,0	83,0	84,0	74,2	73,2
6	Изменение пористости по отношению к контролю, %	–	0	+ 1,2	+ 11,8	+ 13,4
7	Формоустойчивость, Н/D	0,42	0,28	0,31	0,30	0,43
8	Изменение формоустойчивости по отношению к контролю, %	–	- 50	- 35,5	- 40	+ 2,4

Положительное влияние на качество хлеба оказывает лишь дозировка до 2 % цитри-фай, остальные дозировки негативно влияют на качество хлеба, приготовленного из пшеничной муки высшего сорта с добавлением жира и сахара.

Данные по влиянию цитри-фай на органолептические показатели качества хлеба, приготовленного из пшеничной муки высшего сорта с добавлением жира и сахара, представлены на рисунке 14 [74].



Рисунок 14 – Влияние цитри-фай на органолептические показатели качества хлеба, приготовленного из пшеничной муки высшего сорта с добавлением сахара и жира

Также была проведена органолептическая оценка проб хлеба по сенсорному профильно-ранговому методу. На рисунке 14 представлены данные по влиянию цитри-фай на качества хлеба, приготовленного однофазным способом с внесением сахара-песка и жирового продукта.

Из представленных данных видно, что при сравнении профилей проб хлеба, приготовленного с добавлением цитри-фай, были выявлены различия в форме изделий, состоянии поверхности корки, в реологических свойствах мякиша, разжевываемости мякиша и его структуре пористости, по сравнению с контрольной пробой [25].

Интенсивность таких показателей как цвет корки, вкусо-ароматические характеристики, были практически одинаковые.

Максимальную балльную оценку имели пробы хлеба, приготовленные с добавлением цитри-фай в количестве до 2 % к массе муки [13].

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года, которые утверждены Распоряжением Правительства РФ от 25 октября 2010 г. №1873-р, констатируют повышение риска развития ряда системных заболеваний (сахарный диабет, заболевания сердечно-сосудистой системы и желудочно-кишечного тракта, онкологические и другие заболевания), которые связаны с неправильным питанием.

Анализ научно-технической литературы, опубликованных результатов научных исследований по изучению рациона питания населения говорит о том, что в структуре питания недостаточно пищевых продуктов, которые включают в себя необходимое организму человека количество нутриентов, в особенности это касается витаминов, микро- и макроэлементов, в том числе пищевых волокон. Тенденция к повышенному потреблению продуктов растительного происхождения, которые освобождены от оболочек, при росте потребления продуктов животного происхождения, вызывает стойкий недостаток пищевых волокон в пищевых рационах.

Объемы производства хлебобулочных изделий в России начиная с 1995 г. имеют устойчивый вектор к уменьшению. При этом темпы понижения в первые десять лет колебались примерно 1,5 – 3 % в год, а в период с 2010 по 2014 гг. остаются в среднем на уровне 0,5 % в год.

Но так или иначе в структуре ассортимента есть группа хлебобулочных изделий, динамика производства которой на протяжении всего этого периода сохраняет тенденцию к повышению. Это хлеб и булочные изделия из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта. Поэтому наряду с расширением производства хлебобулочных изделий из муки хлебопекарной низких сортов, целесообразно обогащение пищевыми волокнами хлеба и булочных изделий их муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта. При этом при выборе препаратов пищевых волокон предпочтение необходимо отдавать пищевым

волокнам порошкообразным, с дисперсностью близкой к дисперсности муки, белого цвета, без запаха.

По результатам значительного количества исследований [50, 74] известно, что разнообразные пищевые волокна в рецептурах хлебобулочных изделий оказывают различный технологический эффект. Внесение в рецептуры хлебобулочных продуктов пищевых волокон сопряжено с изменениями хлебопекарных свойств муки, реологических и органолептических показателей теста, тестовых полуфабрикатов и готовых изделий. На рубеже истории обогащения хлебобулочных изделий пищевыми волокнами предпочтения ученых и технологов отрасли отдавались нерастворимым пищевым волокнам.

Сегодня более широко применяются природные растворимые пищевые волокна, которые создают при низкой концентрации вязкие растворы, при этом обладающие отличным физиологическим эффектом на организм человека [10]. Нерастворимые пищевые волокна при внесении в рецептуру хлебобулочных изделий, как известно, оказывают целый комплекс положительных воздействий, в том числе дающих повышение выхода готовой продукции, за счет их высокой влагоудерживающей способности; улучшение консистенции теста и полуфабрикатов; позитивное воздействие на организм человека.

Таким образом, актуальным представляется разработать композицию пищевых волокон из препаратов растворимых и нерастворимых пищевых волокон для обогащения хлебобулочных изделий, вырабатываемых промышленным методом и в домашних условиях.

В России среднесуточная потребность взрослого человека в пищевых волокнах установлена на уровне 30 г [16], но в профилактических и лечебных целях дозировка может быть увеличена до 40 г в сутки. Анализ количества пищевых волокон в хлебобулочных изделиях, традиционно производимых хлебопекарной промышленностью России, показал, что хлеб и хлебобулочные изделия из ржаной муки и муки пшеничной хлебопекарной

второго сорта существенно обогащают рацион взрослого человека пищевыми волокнами (до 40 % от суточной потребности).

Хлеб и прочие изделия из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта при традиционном среднесуточном потреблении приносят в организм взрослого человека не более 20 % пищевых волокон от суточной потребности. Учитывая, что эта группа хлеба и хлебобулочных изделий остается широко востребованной населением нашей страны, является целесообразным именно ее обогащение пищевыми волокнами до уровня 40 – 50 % от суточной потребности взрослого человека.

Таким образом, актуально провести комплексные анализы по разработке состава композиции пищевых волокон и технологии ее использования при изготовлении хлеба из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта, чтобы получить готовый продукт по уровню пищевых волокон, соответственный хлебу из муки пшеничной второго сорта. Необходимо обеспечить суммарный их эффект в организме человека. Так как нерастворимые ПВ не подвергаются влиянию ферментов бактерий, обладают высокой водопоглотительной способностью и стимулируют моторную функцию кишечника, участвуют в механизме предупреждения кариеса, исполняют функции энтеросорбентов. А физиологические свойства растворимых ПВ определены их пребиотическими свойствами, участием в формировании питательной среды для развития нормальной кишечной микрофлоры.

При изучении влияния пищевых волокон на качество хлеба, приготовленного однофазным способом из муки высшего сорта с добавлением жира и сахара, было выявлено целесообразность расширения рецептуры. Внесение дополнительно жира и сахара значительно улучшило пористость, удельный объем и вкусо-ароматические показатели готового изделия.

На основании проведенного исследования установлено, что при разработке композиции из растворимых и нерастворимых пищевых волокон

необходимо использовать рецептуру с внесением жира и сахара, для улучшения потребительских свойств готового изделия.

Нами выявлены дозировки с лучшими показателями качества хлеба:
АГ – 6 %, ИН – 2 – 3 %, ЦФ – 1 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В последние годы у жителей РФ повышается интерес к новым видам обогащенных хлебобулочных изделий, поскольку для производства традиционных булочных изделий преимущественно используется мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта, отличающаяся от других сортов муки низким содержанием пищевых волокон, некоторых незаменимых аминокислот, витаминов и микроэлементов.

В связи с чем, поиск решений повышения биологической ценности булочных изделий из этой муки особенно актуален.

Выбор обогащающего сырья обуславливается его химическим составом, биодоступностью содержащихся в нем БАВ, технологическими свойствами, себестоимостью и другими факторами. Обогащающее сырьё, оптимизирующее состав физиологически ценных пищевых веществ хлебобулочных изделий из пшеничной муки высшего сорта, должна содержать комплекс БАВ, включающих незаменимые аминокислоты (лизин, треонин и триптофан), ряд витаминов и микроэлементов, неусвояемые углеводы (целлюлозы, гемицеллюлозы, низко этерифицированные пектины, лигнин).

Среди многообразия различных добавок, повышающих пищевую ценность хлебобулочных изделий, несомненный интерес представляют ингредиенты, содержащие нутриенты натурального сырья, в т.ч. источниками которых являются вторичные сырьевые ресурсы (ВСР), являющиеся важным резервом снижения материалоемкости продукции и экономии сырьевых ресурсов.

Однако в настоящее время использование в хлебопечении ВСР реализовано не достаточно широко. Кроме этого, спектр предлагаемых хлебопекарной отрасли обогащающих добавок представлен преимущественно добавками с относительно ограниченными функциональными свойствами. В связи с чем, перспективно создание

отечественных поликомпонентных смесей на основе сочетания различных ВСР, обеспечивающих комплексное обогащение хлебобулочных изделий.

Для поддержания гомеостаза человека и нормальной функции желудочно-кишечного тракта в рационе питания человека должно присутствовать физиологически обоснованное количество не перевариваемых пищевых волокон: целлюлоза, гемицеллюлозы, пектиновые вещества, лигнин, проявляющие различные медико-биологические эффекты в организме человека.

Из многообразия плодоовощного сырья, лишь малая часть принадлежит сырью, содержащему не только целлюлозу, гемицеллюлозы, но и низкоэтерифицированные пектины. К такому сырью относятся корзинки-соцветия подсолнечника, сахарная и столовая свекла и др. [11, 71].

Среди них особый интерес вызывает столовая свекла, которая характеризуется богатым химическим составом и, помимо этого, является продуктом повсеместного применения и выращивания в РФ [14]. Порошки столовой свеклы являются концентратами БАВ. Однако их использование в производстве хлеба приводит к появлению выраженного свекловичного запаха, потемнению мякиша, что снижает потребительские свойства изделий [19].

Жом столовой свеклы также можно использовать для выработки порошковых обогатителей. Целесообразность использования жома столовой свеклы, помимо этого, обусловлена также снижением в нем значительного количества ароматообразующих веществ (после отжима сока) по сравнению с корнеплодами [64].

Известна комбинированная порошковая смесь (КПС), полученная из жома столовой свеклы и ботвы экстрагированием растворимых веществ молочной сывороткой, и обезвоженной до содержания сухих веществ 95 % [40]. Установлено ее детоксицирующее, энтеропротективное и иммуномодулирующее действие [14, 15]. Однако в научно-технической

литературе отсутствуют данные о технологических свойствах этого обогатителя в производстве хлеба.

С целью определения возможности использования обогатителей, аналогичных КПС, исследовали ее влияние на качество хлеба из пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта. Установили, что при использовании смеси в количестве 8,0 – 12,0 % от массы муки объемный выход хлеба возрастает на 18,0 – 22,0 %, формоустойчивость – на 15,0 – 19,0 %, пористость мякиша – на 5,0 – 7,0 %, деформация сжатия мякиша – на 34,0 – 42,0 % соответственно по сравнению с контролем. Внесение 6,0 – 8,0 % смеси придает хлебу приятный вкус и запах с незначительным кисломолочным оттенком. Однако низкое содержание белка (19,2 %) в КПС не обеспечивает высокую пищевую и биологическую ценность конечного продукта булочных изделий.

После экстракции ВСР остается шрот, который целесообразно использовать вследствие наличия в нем пищевых волокон. Введение пищевых волокон в рецептуру поликомпонентной порошковой смеси позволит наиболее полно использовать БАВ жома и снизить ее себестоимость, а также придать профилактическую направленность благодаря увеличению массовой доли пектинов и дополнительного обогащения смеси целлюлозой и гемицеллюлозами.

Таким образом, теоретическое и экспериментальное обоснование выбора обогатителей на основе ВСР для булочных изделий свидетельствует об актуальности получения концентрированной поликомпонентной смеси (КПС) на основе экстрактов из жома столовой свеклы с добавлением белковых обогатителей – молочной сыворотки и концентрата сывороточных белков.

При формулировании требований к составу и качеству комбинированной порошковой добавки (КПД) учитывали следующие критерии:

- введение добавки в состав рецептурных ингредиентов для булочных изделий имеет цель – обогащение конечного продукта белком животного

происхождения, пищевыми волокнами, в т.ч. растворимыми низкоэтерифицированными пектинами, макроэлементами и витаминами (в частности В₁, В₂, РР, фолиевая кислота и бетаин);

- КПД должна быть высокотехнологичной, удобной для применения и хранения, обезвоженной до влажности не более 5 %, не требующей предварительной подготовки коллоидной смеси, путем восстановления и набухания ее в воде, повышающей качество, пищевую ценность и срок годности булочных изделий;

- по показателям безопасности продукт должен удовлетворять требованиям, предъявляемым к пищевым продуктам Техническим регламентом ТР ТС 021/2011;

- при применении КПД содержание растворимых и нерастворимых пищевых волокон в булочных изделиях должно составлять от 10 до 50 % в 100 г продукта (ГОСТ Р 52349 – 2005) от суточной физиологической потребности по МР 2.3.1.2432 – 08;

- с целью повышения биологической ценности булочных изделий необходимо скорректировать аминокислотный скор белков добавки в соответствии с PDCAAS, который должен быть равен 1, за счет включения в ее состав источников белков, характеризующихся высоким PDCAAS, например, молочной сыворотки и концентрата сывороточных белков.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Азин Д.Л. Растительные порошки и пищевая ценность хлебобулочных изделий / Азин Д.Л., Меркулова Н.Ю., Чугунова О.В. // Хлебопечении России. – 2000. № 6. С. 24-25.
2. Аксенова Л.М. Исследование качества тортов и пирожных при хранении / Аксенова Л.М., Кондратьев Н. // Хлебопродукты. – 2009. №8. С. 46.
3. Аксенова Л.М. Кондитерская промышленность России / Аксенова Л.М., Кудинова Н.С. // Пищевая промышленность. – 1998. №2. – С. 18.
4. Аксенова Л.М. Основные принципы пищевой комбинаторики в создании продуктов здорового питания/ Л.М. Аксенова // Сборник материалов всероссийской научно-практической конференции. Углич, 2010 – С. 9.
5. Аксенова Л.М., Кудинова Н.С., Скокан Л.Е., Талейсник М.А. Производство кондитерских изделий детского и лечебно-профилактического действия в г. Москве / Аксенова Л.М., Кудинова Н.С., Скокан Л.Е., Талейсник М.А. // Пищевая промышленность. – 1998. №5. – С. 32 – 34.
6. Алексеенко Е.В. Инновационные технологии переработки ягодного сырья: научные и прикладные аспекты: Автореф. дис. на соиск. уч. степ. докт. техн. наук / Алексеенко Е.В. – Москва, 2013. – 48 с.
7. Архипов В.В. Разработка низкокалорийных сливочных кремов с овощефруктовыми наполнителями: Автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук / Архипов В.В. – Москва, 2004. – 14 с.
8. Бисквитный полуфабрикат. Патент № 2182426. Корячкина С.Я., Баранов В.С., Корсакова И.В. Заявлено 20.05.2002.
9. Блахей А.С., Шутый Л.П. Фенольные соединения растительного происхождения. / Блахей А.С., Шутый Л.П. – М.: Мир, 1997.

10. Бугаец Н.А., Бухтоярова З.Т., Корнева О.А., Бугаец И.А. Изменение микрофлоры сладких блюд функционального назначения при хранении // Известия вузов. Пищевая технология. 2011. №2-3. С. 116 – 117.
11. Бульчук Е. Яблочное пюре в технологии бисквита // Хлебопродукты. 2010. №1. С. 36 – 37.
12. Веселова А.Ю. Разработка технологии специализированных хлебобулочных изделий с использованием природных источников биологически активных веществ: Дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. Наук / Веселова А.Ю. – Москва, 2015. – 219 с.
13. Витол И.С. Введение в технологию продуктов питания / Витол И.С., Горбатюк В.М., Гореньков Э.С. и др. под ред. Нечаева А.П. – М.: Дели Плюс. – 2013. – 720 с.
14. Вытовтов А.А. Теоретические основы органолептического анализа продуктов питания: учебное пособие / Вытовтов А.А. – СПб.: ГИОРД, 2010. – 232 с.
15. Дорохович, А.Н. Пивная дробина как источник пищевых волокон в мучных кондитерских изделиях/ А.Н. Дорохович, В.Г. Бондаренко// Сб. научных трудов. Пищевые волокна в рациональном питании человека. – М.: ЦНИИТЭИ Минхлебопродукта СССР, 1989. – с. 41 – 44.
16. Ильина, О.А. Производство хлебобулочных и кондитерских изделий с пищевыми волокнами/О.А. Ильина// Хранение и переработка зерна. – 2004. – №8.. – С.44 – 46.
17. Лескова, Г.Е. Исследование защитных свойств пектина при экспериментальной ртутной интоксикации/ Г.Е. Лескова, М.Н. Коршун, И.И. Швайко// Рациональное питание. – Киев: Здоровье. – 1973. – вып.9. – с.101 –103.
18. Лешкова, Г.С., Медведева Л.Л. и др. Исследование зерномучных наполнителей в производстве мучных кондитерских изделий профилактического назначения/Г.С. Лешкова, Л.Л. Медведева// Тезисы докладов Всесоюзной научной конференции. – Харьков, 1990. – с. 297 – 298.

19. Липински, С.С. Экспериментальные исследования влияния пектина на выведение кобальта из организма/С.С. Липински// Гигиена труда. – 1981. – №4. – с.47 – 50.
20. Луценко, Л.М. Исследование влияния арабиногалактана на показатели качества пшеничного хлеба/ Л.М Луценко, Е.В. Соболева, О.Е. Корчевская, Г.Ф. Дремучева, В.И. Карпов// Хлебопродукты. – №2. – 2014. С. 40 – 41.
21. Лущик, Т.В. Оптимизация состояния углеводно-амилазного комплекса пшеничной муки: Автореф. дис. канд. наук. – Москва, 2003. – С.26
22. Матвеева, И.В., Белявская И.Г. Пищевые добавки и хлебопекарные улучшители/ И.В. Матвеева, И.Г. Белявская-М: МГУПП, 2000. – 115 с.
23. Маюрникова, Л.А. Потребительские предпочтения (на примере г. Челябинска) / Л.А. Маюрникова, Н.И. Давыденко, Н.Л. Наумова // Хлебопродукты. – 2007. – № 10. – С. 70 – 71.
24. Медведева, Е.Н. Арабиногалактан лиственницы – свойства и перспективы использования (обзор)/Е.Н. Медведева, В.А. Бабкин, Л.А. Остроухова //Химия растительного сырья – 2003. – №1. – с. 27 – 37.
25. Методические рекомендации по определению экономического эффекта от использования результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в агропромышленном комплексе – М.: РАСХН, 2007. – С. 32
26. Нечаев, А.П. Пищевая химия/ А.П. Нечаев, А.А. Кочеткова, С.Е. Траубенберг. – Под редакцией А.П. Нечаева. – СПб.: ГИОРД. – 2001/ – 592 С.
27. Нестерин, М.Ф. Роль волокон пищи в гомеостатических регуляциях организма/ М.Ф. Нестерин, В.А. Коньшев// Физиология человека. – 1980. – т. 6. – №3. – с. 531 – 542.
28. Никулина О.Е. Разработка технологических процессов производства мучных кондитерских, хлебобулочных и кулинарных изделий с добавлением облепихового шрота: Дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук /

Никулина О.Е. – С. – Петербург. торг.-экон. ин-т, Санкт-Петербург, 2001. – 162 с.

29. Новицкая Е.А. Использование пенообразующих свойств обдирной муки в технологии бисквитного полуфабриката: Дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук / Новицкая Е.А. – С.-Петербург. торг.-экон. ин-т, Санкт-Петербург, 2006. – 141 с.

30. Обрайен Р.Д. Жиры и масла. Производство, состав и свойства, применение. / Обрайен Р.Д. – СПб.: Профессия, 2007. – 752 с.

31. Овсяк, Т.И. Сбивные кондитерские изделия с использованием новых видов сырья/ Т.И. Овсяк// Тезисы докладов Международной конференции. – Москва, 1997. – с. 73.

32. Осипов А., Скачевская Е. Использование карбоксиметилцеллюлозы в кондитерских и выпечных изделиях. // Пищевая промышленность. 2007. №9. С. 64 – 65.

33. Основы физиологии питания / Т.М. Дроздова; КемТИПП. – Кемерово, 1992. – 108 с.

34. Плеханова, Е.А., Взбитый десерт на основе молочной сыворотки с пищевыми волокнами Citri-Fi/ Е.А. Плеханова, А.В. Банникова, Н.Е. Шестопалова, Н.М. Птичкина//Техника и технология пищевых продуктов. – 2014. – №1. – с.73 – 76.

35. Погожева А.В. Пищевые волокна в лечебнопрофилактическом питании // Вопросы питания. – 1998. – № 1. – С. 39.

36. Полезная выпечка завоевывает новые горизонты [Текст] / Веерле де Бондт // Хлебопечение России. – 2006. – №4. – С. 14 – 15.

37. Пономарева, Н.И. Мармелад “Барбарисовый” – новый лечебно-профилактический продукт/ Н.И. Пономарёва, К.А. Тулемисова, Е.А. Изатуллаев// Тезисы доклада Международной конференции. – Москва, 1997. – с. 159.

38. Постановление Правительства Российской Федерации от 28 января 2013 г. N 54 г. Москва "Об утверждении методических рекомендаций

по определению потребительской корзины для основных социально-демографических групп населения в субъектах Российской Федерации

39. Прокопенко, А.Д. Новые виды кондитерских изделий приготовленных с использованием вторичного сырья, богатого пищевыми волокнами/ А.Д. Прокопенко, А.С. Острик//Тезисы докладов 3 Всесоюзной научно-технической конференции. – Москва,1988. – с. 199 – 200.

40. Пучкова, Л.И. Применение нетрадиционных видов сырья при производстве улучшенных и диетических сортов хлеба из ржаной и пшеничной муки/ Л.И. Пучкова, И.В. Матвеева, О.Г. Сидорова// Хлебопекарная и макаронная промышленность. – М.: ЦНИИТЭИ Минхлебопродукта СССР. – 1988. – с. 1 – 24.

41. Родичева, Н. В.Совершенствование технологий хлебобулочных изделий с использованием продуктов переработки овощей: автореф. дис. канд. тех. наук: 05.18.01/ Н. В. Родичева. – М.,2012. – 26с.

42. Сарафанова, Л.А. Пищевые добавки: энциклопедия/Л.А. Сарафанова. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 809с.

43. Саввина, Ю.И. Экономика и организация производства. Методические указания по выполнению экономической части дипломного проекта (дипломной работы)/Ю.И. Саввина, Л.А. Козловских. – М.: МГУТУ, 2007. – 16 с.

44. Терентьев, Н.Т. Производство и рынок хлеба в 2008 г. [Текст] / Н.Т. Терентьев // Хлебопечение России. – 2009. – №2. – С.10 – 12.

45. Уильямс, Кристиан Л. Пищевые волокна и нутритивная поддержка в педиатрии: современные представления/ Л. Уильямс Кристиан //Вопросы питания. Том 79. – 2010. – №4 – с.42 – 47.

46. Химический состав пищевых продуктов: Справочные таблицы содержания аминокислот и углеводов / Под ред. И.М. Скурихина, М.Н.Волгарева. – М., 1987.

47. Целлюлоза и её производные: Пер. с англ. / Под ред. Н. Байклза и Л. Сегала. – М.: Мир 1974. – т.2. – 510 с.

48. Цыганова, Т.Б. Концентраты пищевых волокон как добавки в хлебопекарном и кондитерском производствах/Т.Б. Цыганова, О.А. Ильина, А.Б. Чемакина, Н.А. Тюкавкина И.А. Руленко//Тезисы докладов Второго Международного симпозиума «Питание и здоровье: биологически активные добавки к пище», М. – 1996. – с.173 – 174.
49. Цыганова, Т.Б. Разработка технологии мармеладных изделий с использованием микрокристаллической целлюлозы/ Т.Б. Цыганова, Т.Г. Пономаренко, Н.И.Ветошкина// Тезисы докладов Международной конференции. – Астрахань,1993. – с. 81.
50. Цыганова, Т.Б. Арабиногалактан – новая пищевая полифункциональная добавка для кондитерских изделий/ Т.Б.Цыганова, О.А. Ильина А.Б. Чемакина, Н.А. Тюкавкина И.А. Руленко// Международная научно-техническая конференция «Холод и пищевые производства» Санкт-Петербург. – 1996 , с.243.
51. Цыганова, Т.Б. Повышение пищевой ценности хлебных изделий./Т.Б. Цыганова, И.И. Люшинская, Т.Н. Чекунаева, В.П. Малахова// Обзорная информация. – М.: ЦНИИТЭИхлебопродуктов,1992. – 40 с.
52. Цыганова, Т.Б.. Новая пищевая добавка для производства мучных изделий/Т.Б. Цыганова, О.А. Ильина, А.Б. Чемакина// Хлебопечение России. – 1997. – №3. – с.23 – 24
53. Чистова, М.В., Влияние способа приготовления пшеничного теста с инулином на качество хлеба/М.В. Чистова // Пищевая промышленность. – 2012. – №7. – С.46 – 47.
54. Шестопалова, Н.Е., Применение апельсиновых волокон "CITRIFI" в мучных кондитерских изделиях/Н.Е. Шестопалова//Кондитерское и хлебопекарное производство №3 – 2011 – с.31.
55. Шендеров, Б.А. Функциональное питание. Микроэкологические аспекты/ Б.А. Шендеров, М.А. Манвелова – М.: МНИИЭМ. – 1994. – 30 с.
56. ADM offers full service // Candy industry. – 1997. №8. – P. 37.

57. Aljadi A. M., Kamaruddin M. Y. Evaluation of the phenolic contents and antioxidant capacities of two Malaysian floral honeys. // *Food Chemistry*. 2004. Vol. 85. № 4. – P. 513 – 518.
58. Ascherio A., Rimm E.B., Giovannucci E. Dietary fat and risk of coronary heart disease in men: cohort follow-up study in the United States // *British Medical J*. 1996. №313. p. 84 – 90.
59. Bjerre P. In *Recombination of Milk and Milk Products, Special Issue*. 9001, International Dairy Federation, Brussels, 1990. – P. 157 – 165.
60. Casimir C. Akoh, David B. Min. *Food Lipids. Chemistry, Nutrition, and Biotechnology* / Casimir C. Akoh, David B. Min. – New York, 2002. – 1014 p.
61. De Vries W., Stoathamer A.H. Factors determining the degree of anaerobiosis of Bifidobacterium strains // *Arch. Mikrobiol*. 1969. Vol. 65. P. 275 – 280.
62. Dogan I. S., Javidipour I., Akan T. Effects of interesterified palm and cottonseed oil blends on cake quality. // *Int. J. Food Sci. and Technol*. 2007. Vol.42 №2. – P. 157 – 164.
63. Domagaia J., Juszcak L. Flow behavior of goats milk yoghurts and bio yoghurts// *Food Science and Technology Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*. 2004. Vol. 7. issue 2.
64. Dupont D. et al. Determination of bovine lactoferrin concentrations in cheese with specific monoclonal antibodies// *Int. dairy J*. – 2006. – Vol. 16. – issue 9. – p. 1081 – 1087.
65. Hamilton R.J., Allen J.C. *The chemistry of rancidity in foods* // *Rancidity in Foods*. 1994. Ch. 1. p. 1 – 21.
66. Handa C., Goomer S., Sidahu A. Performance and fatty acid profiling of interesterified trans free bakery shortening in short dough biscuits // *Int. J. Food Sci. and Technol*. 2010. Vol. 45. №5. – p. 1002 – 1008.
67. Kaminarides S., Anifantakis E. Characteristics of set type yoghurt made from caprine or ovine milk and mixtures of the two// *International Journal of Food Science and Technology* 2004. № 39

68. Loewenstein M., Speck S., Barnhart H., Frank J. Research on Goat Milk Products: A Review//Journal Dairy Science.1980.№63.
69. Merinova N.I., Kozlova N.M., Kolesnichenko L.S., Suslova A.I., Leonova Z.A. Lipid peroxidation and glutathione antiox-idant protection in patients with an exacerbation of chronic pancreatitis // Saratov Journal of Medical Scientific Research. 2013. V.9. №2. p. 259 – 262.
70. Nuet C., Romand C., Beerans H. Contribution to the study of the distribution of Bifidobacterium species in the faecal flora of breast-fed and bottle-fed babies // Reproduction, Nutrition, Development, 1980. Vol. 20. № 6. P. 1679 – 1684.
71. Osma – convective drying og fluids and vegetables: technology and application / Zenapt Andzzej // Drying Tecnol. – 1996. 14. №2. P. 391 – 413.
72. Pazybylski R., Eskin N. Minor components and the stability of vegetable oils // Inform. 2006. №17 (3). p. 187 – 189.
73. Poupard F.J. A., Husain J., Norris R.F. Biology of the bifidobacteria // Bacterid. Rev. 1973. № 37. P. 136.
74. Ryszal Panfil, Kuncewicz H. Effect of Cysozymeon growth of Bifidobacterium bifidum in Con milu. Leszyti Nankowe Akademii Polnieze Techniczneju Olsztymie // DSB. 1978. Vol. 40. № 11. P. 703.
75. Robinson, R. K. and Tamime, A. Y. In Dairy Microbiology The Microbiology of Milk Products, Vol. 2, 2nd Edition, Ed. by Robinson R. K., Elsevier Applied Science Publishers, London, 1990. – P. 291 – 343.
76. Securite sanitarite des aliments: de la necessitre d’'une approche de filiere. Delplanke Denis / OCL: Oleagineux, corps gras, lipids. – 2000. 7. № 5. p. 411
77. Tanaka R., M.Mutai. Improved medium for selective isolation and enumeration of Bifidobacterium // Appl. Environ. Microbiol. 1980. Vol. 40. P. 866869.

78. Tereguchi S., Kawachima T., Kuboyama M. Test tube method for counting bifidobacteria in commercial milk products and pharmaceutical bacterial products // J. of Food Hygienic Society of Japan. 1982. Vol. 23. № 1. P. 785 – 787.
79. Thweatt W.D., Harward Sr.Ch.N., Parrish M.E. Measurement of acrolein and 1,3-butadiene in a single puff of cigarette smoke using lead-salt tunable diode laser infrared spectroscopy // Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy. 2007. V.67. p.16 – 24.
80. Vicario Romero I.M., Guille'n Sans R., Guzman' n Chozas M. Utilizacion del ensayo dael acido 2-tiobarbiturico (ATB) para evaular el proceso autooxidativo en alimentos // Grasas y Aceites. 1997. Vol. 48 Fasc. 2 – P. 96 – 102.