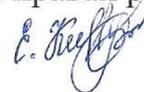


Министерство образования и науки ЛНР
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Луганской народной республики
«Луганский государственный университет имени Тараса Шевченко»

На правах рукописи



Киреева Елена Ивановна

РАЗРАБОТКА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРОЛИЗАТА ИЗ МОЛЛЮСКОВ

Специальность: 05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки
злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодо-
овощной продукции и виноградарства

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
доктор технических наук, профессор
Дейниченко Г. В.

Луганск – 2015

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ	11
1.1 Анализ способов производства хлеба из смеси пшеничной и ржаной муки	11
1.2 Оценка способов приготовления зернового хлеба	15
1.3 Анализ методик определения интенсивности брожения	17
1.4 Пути повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий	22
Заключение по обзору литературы	44
ГЛАВА 2 ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	46
2.1 Организация эксперимента и проблемно-концептуальная схема исследования	46
2.2 Сырье, применяемое в работе, способы его получения, методы исследования сырья	48
2.3 Способы приготовления теста и хлеба из смеси пшеничной и ржаной муки и из цельного зерна пшеницы	55
2.4 Методы исследования свойств полуфабрикатов и изделий ..	58
2.5 Математические методы обработки экспериментальных данных	59
ГЛАВА 3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ ИЗ СМЕСИ ПШЕНИЧНОЙ И РЖАНОЙ МУКИ	64
3.1 Исследование влияния гидролизата из моллюсков на свойства теста из смеси пшеничной и ржаной муки, активности дрожжей и молочнокислых бактерий	64
3.2 Разработка способа приготовления теста из смеси пшеничной и ржаной муки с внесением гидролизата из моллюсков ..	80

3.3	Определение влияния дозировки гидролизата из моллюсков на свойства теста	85
3.4	Выявление рациональной дозировки гидролизата из моллюсков по показателям качества хлебобулочных изделий ...	88
3.5	Биологическая, энергетическая и пищевая ценность изделий из смеси пшеничной и ржаной муки с использованием гидролизата из моллюсков	90
3.6	Технология приготовления хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки с использованием гидролизата из моллюсков	92
ГЛАВА 4 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЦЕЛЬНОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ		99
4.1	Исследование изменения влажности зерна пшеницы в процессе подготовки	99
4.2	Исследование влияния молочной кислоты на оптимальную продолжительность брожения зерновой смеси в процессе изготовления хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы	102
4.3	Исследование реологических свойств теста в процессе замеса и брожения	107
4.4	Оптимизация хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы	110
4.5	Биологическая, энергетическая и пищевая ценность изделий из цельного зерна пшеницы с использованием гидролизата из моллюсков	115
4.6	Технология приготовления хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы с внесением гидролизата из моллюсков	117

ГЛАВА 5 МЕДИКО-КЛИНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИХ ПРОИЗВОДСТВА	123
5.1 Биологическая эффективность разработанных хлебобулочных изделий	123
5.2 Расчет степени удовлетворения в пищевых нутриентах в организме подростков за счет употребления хлебобулочных изделий	149
5.3 Расчет экономических показателей способов приготовления хлебобулочных изделий функционального назначения с использованием гидролизата из моллюсков	155
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	161
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	162
ПРИЛОЖЕНИЯ	181

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Одной из важнейших проблем, стоящих перед пищевой промышленностью Украины, является обеспечение населения продуктами питания повышенной пищевой ценности. На сегодня усовершенствуются технологии производства традиционных продуктов питания и создается новое поколение пищевых продуктов, соответствующих потребностям настоящего времени дня.

Хлебобулочные изделия являются продуктами массового, регулярного потребления в пищу, поэтому с помощью регулирования их химического состава можно влиять на пищевой рацион и состояние здоровья человека. Химический состав большинства видов хлеба характеризуется высоким содержанием углеводов, несбалансированностью белков, минеральных веществ, витаминов и полиненасыщенных жирных кислот группы ω -3. Актуальным является использование функциональных хлебобулочных изделий, обогащенных эссенциальными нутриентами, с помощью которых можно эффективно корректировать состав суточного рациона человека.

Направление повышения пищевой ценности хлеба рассматривалось такими учеными как Л. Ю. Арсеньевой, Л. Я. Ауэрманом, В. И. Дробот, В. Л. Кретович, Г. О. Магомедовым, В. А. Патти, Л. П. Пащенко, Е. И. Пономаревой, Л. И. Пучковой, И. М. Ройтером, Т. В. Саниной, В. В. Щербатенко и др.

Среди основных способов повышения пищевой ценности хлеба исследователями выделены: изменение химического состава, улучшение потребительских свойств изделий путем совершенствования технологии, использование резервов зерна. Перспективным направлением разработки функциональных хлебобулочных изделий является использование в их рецептуре биодобавок из морепродуктов, морских водорослей, рыбной муки, гидролизатов [116].

Одним из ценных источников биологически активных веществ являются продукты переработки гидробионтов Черного моря. Гидролизат из моллюсков содержит комплекс макро- и микроэлементов, свободных незаменимых аминокислот и жирных кислот $\omega - 3$.

В связи с этим разработка технологий хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки и хлебобулочных изделий из цельного зерна, с добавлением молочных продуктов, с внесением биодобавки - гидролизата из моллюсков «Рапамид», является актуальной.

Связь работы с научными программами, планами, темами. Диссертация выполнена в соответствии с тематическими планами научных исследований кафедры пищевых технологий Луганского национального университета имени Тараса Шевченко в рамках научно-исследовательской работы по темам «Разработка технологий мучных функциональных продуктов с использованием гидролизата из моллюсков» (№ г.р. 0112U003972) и «Разработка новых продуктов лечебно-профилактического назначения с использованием гидробионтов отечественного происхождения» (№ г.р. 0111U002250).

Цель и задачи исследования. Целью работы является научное обоснование и разработка технологий хлебобулочных изделий с использованием гидролизата из моллюсков, а именно разработка новых видов изделий из смеси пшеничной и ржаной муки и изделий из цельного зерна пшеницы.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- изучить влияние гидролизата из моллюсков на размножение дрожжей, на активность молочнокислых бактерий и изменение структурно-механических свойств теста из смеси пшеничной и ржаной муки и полуфабриката из цельного зерна пшеницы;
- определить влияние сыворотки подсырной на бродильную активность дрожжей в тесте с внесением гидролизата из моллюсков;

- исследовать изменение характеристик зерна пшеницы на этапе подготовки к диспергированию и оптимизировать процесс приготовления зерновой массы для хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы;
- разработать техническую документацию на новые виды хлебобулочных изделий, провести промышленную апробацию результатов исследований;
- оценить терапевтические и радиозащитные свойства добавки «Рапамид» путем комплексного клинико-лабораторного исследования хлебобулочных изделий в рационе жителей радиоактивно загрязненных территорий.

Объектом исследования являются технологии производства хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки, а также из цельного зерна пшеницы с добавлением гидролизата из моллюсков.

Предметом исследования являются модельные мучные системы с добавлением гидролизата из моллюсков «Рапамид», полуфабрикаты – из смеси пшеничной и ржаной муки и из цельного зерна пшеницы, хлебобулочные изделия с добавлением гидролизата из моллюсков.

Научная новизна работы.

- доказано, что добавка гидролизата из моллюсков является перспективным сырьем в производстве хлебобулочных изделий, так как она не только обогащает хлеб микро- и макроэлементами, полиненасыщенными жирными кислотами и незаменимыми аминокислотами, но и оказывает благоприятное воздействие на развитие микрофлоры при приготовлении тестовых полуфабрикатов.
- определены закономерности влияния гидролизата из моллюсков на состояние белково-протеиназного и углеводно-амилазного комплексов пшеничной и ржаной муки. Доказано, что введение добавки в состав хлебобулочных изделий улучшает качество клейковины пшеничной муки;
- на основании проведенных клинических исследований доказано, что употребление хлебобулочных изделий с добавлением гидролизата спо-

способствует улучшению иммунного статуса подростков школьного возраста, а именно: увеличению относительного количества лимфоцитов, оптимизации соотношения субпопуляций и активации фагоцитарной функции нейтрофилов.

Практическая значимость исследования:

– на основании результатов проведенных теоретических и практических исследований разработать технологии производства хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки и изделий из цельного зерна пшеницы с использованием гидролизата из моллюсков «Рапамид»;

– новизна технических решений подтверждена патентами Украины: № 78440, 78487, 78488, 78505, 80298, 103424, 103437, 104358, 104327, 104497;

– разработаны проекты нормативной документации на новые виды хлебобулочных изделий с добавлением гидролизата из моллюсков: «Хлебобулочные изделия из смеси пшеничной и ржаной муки с внесением гидролизата из моллюсков» ТУ У 10.7-02125131-2:2012, «Хлебобулочные изделия из цельного зерна пшеницы с внесением гидролизата из моллюсков» ТУ У 10.7-02125131-1:2012. Проведена промышленная апробация способов производства хлебобулочных изделий на ООО «Деметра плюс», г. Стаханов, ООО «Вадми», г. Луганск, кафе «Снежинка», г. Луганск, столовая «Жемчужина», г. Луганск, ресторан «Перник», г. Луганск (акты производственных испытаний), подтвердившая положительные результаты исследования.

Соответствие диссертации паспортам научных специальностей.

Диссертационное исследование соответствует п. 3, 4, 5 и 6 паспорта специальности 05.18.01 – «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства».

Апробация результатов исследования. Основные положения диссертационной работы были доложены и обсуждены на международных научно-практических, научно-технических, научно-методических, интернет конфе-

ренциях: «Сучасні технології харчових виробництв» (Днепропетровск, 2009 г.), «Наукова молодь: збірник праць молодих учених» (Луганск, 2009), «Актуальні проблеми харчування: технологія та обладнання, організація і економіка» (Донецк, 2009), «Новітні технології оздоровчих продуктів харчування XXI століття» (Харьков, 2010), «Перший крок у науку» (Луганск, 2011), «Проблеми харчових технологій і харчування. Сучасні виклики і перспективи розвитку» (Донецк, 2011), «Сучасні проблеми розвитку легкої і харчової промисловості» (Луганск – Евпатория, 2012), «Наука о питании: технологии, оборудование и безопасность пищевых продуктов» (Саратов, 2013), «Наукова творчість молоді в індустрії гостинності» (Донецк, 2012), «Стоковедната наука – традиции и актуальность» (Варна, 2014), «Recent: International Conference on Economic and Manufacturing Systems», (Румыния, 2013), «ТЕКА: an international quarterly journal on motorization, vehicle operation, energy efficiency and mechanical engineering» (Польша, 2014), «Сборник научных трудов SWorld» (Иваново, 2013), «Функціональні харчові продукти – дієтичні добавки – як дієвий засіб різнопланової профілактики захворювань» (Харьков, 2013).

Разработанные изделия экспонировались на 1-й специализированной выставке «Пищевая индустрия» (Харьков, 2011 г.), презентационно-выставочном мероприятии «Дни Московской области в Харькове» (Харьков, 2010 г.), межрегиональной специализированной выставке «Образование Слобожанщины – 2011» (Харьков, 2011), V Международном инвестиционном саммите и выставке «Инвестиции. Инновации. Развитие» (Донецк, 2012 г.), VI Международном инвестиционном саммите и выставке «Сталий розвиток: енергоефективність, ресурсозбереження, екобезпека» (Донецк, 2013).

Публикации. По теме диссертационного исследования опубликована 34 печатных работы: 18 статей; из них 2 статьи в ведущих периодических изданиях из перечня ВАК Минобрнауки РФ, 5 в специализированных изданиях Украины, 6 – в реферируемых изданиях, 5 статей в сборниках научных трудов; 6 тезисов докладов научных конференций, получено 10 патентов Украи-

ны, в том числе 5 – на изобретение, 5 – на полезную модель, разработаны проекты технической документации на новые виды хлебобулочных изделий для функционального питания

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, 5 разделов, выводов, библиографического списка из 166 наименований, в том числе 28 иностранных, и приложений. Работа изложена на 180 страницах машинописного текста, содержит 29 рисунков и 48 таблиц.

ГЛАВА 1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

1.1 Анализ способов производства хлеба из смеси пшеничной и ржаной муки

По сравнению с пшеничным хлеб из смеси пшеничной и ржаной муки имеет меньший объем, темнее окраску, менее разрыхленный, немного липковатый мякиш, ярко выраженный кисловатый вкус и специфический аромат. Это связано с особенностями хлебопекарных свойств ржаной муки, обуславливающих технологию его приготовления.

Производство хлеба из смеси пшеничной и ржаной муки базируется на создании высокой кислотности теста с целью снижения активности ферментов, набухания белков, пентозанов, оболочковых частиц муки. Изучению технологии ржаных сортов хлеба и из смеси пшеничной и ржаной муки много внимания уделяли такие ученые, как Л. М. Казанская, Н. П. Козьмина, М. И. Княгиничев, Г. О. Магомедов, Е. И. Пономарева, украинские ученые – Л. И. Ведерникова, В. И. Дробот, А. Я. Коваленко, И. М. Ройтер и другие.

Тесто для хлебобулочных изделий из ржаной или смеси ржаной и пшеничной муки готовят однофазным или многофазным способами на специальных полуфабрикатах – заквасках.

При приготовлении теста однофазным способом используют сухие или пастоподобные закваски, поликомпонентные подкислители [26]. При многофазном способе применяют густые традиционные закваски (25 - 33 % муки), большие густые закваски (40 - 60 % муки), жидкие закваски без заварки, жидкие закваски с заваркой, концентрированную молочнокислую закваску (КМКЗ) и дрожжи [26].

Закваски на производство готовят из ржаной муки по разводочному циклу и производственному циклу. Ржаные закваски отличаются по консистенции и составу микрофлоры [26].

На густых заквасках рекомендуется готовить тесто из ржаной обойной и обдирной муки, а также смеси разных сортов ржаной и пшеничной муки. В

разводочном цикле приготовления густых заквасок используют смесь трех штаммов молочнокислых бактерий: *L. brevis*-5, *L. brevis*-78, *L. plantarum*-63, а также дрожжи рассы *S. minor* чернореченский и *S. cerevisiae* Л-1. Густую закваску накапливают до необходимого количества, влажность закваски 48 - 50 %. Благодаря низкой влажности она быстро набирает кислотность (из обойной муки 13 - 16 град, из обдирной – 11 - 14 град) [26].

На этой закваске готовят тесто по традиционному способу или на больших густых заквасках. По традиционному способу в тесто вносится порция закваски, содержащая 25 – 33 % от общей массы муки. Длительность брожения теста составляет 1,5 - 2 ч.

При приготовлении теста на большой густой опаре от 40 до 60 % готовой закваски, в перерасчете на муку, оставляют в деже на обновление, а остальную используют на замес теста. Этот способ обеспечивает ускоренное дозревание теста (30 - 60 мин). Продолжительность брожения густой закваски в производственном цикле зависит от сорта муки, температуры, соотношения спелой закваски и питания.

Способ приготовления теста на жидких заквасках из ржаных сортов муки и смеси их с пшеничной широко применяется в промышленности. На Украине более 60 % хлеба из этих сортов муки готовится именно на жидких ржаных заквасках [26]. По сравнению с густыми заквасками они имеют низкую вязкость, хорошо транспортируются по трубопроводам, легко дозируются.

В хлебопекарной промышленности распространено несколько технологических схем приготовления жидких ржаных заквасок. Они отличаются составом чистых культур, бродильной микрофлорой, составом питательной среды, влажностью, температурой брожения и т.п. Но основное их отличие – это наличие или отсутствие в питательной среде заварки, вносимой при ее приготовлении. По этому признаку технологии делят на приготовление теста на жидкой закваски без применения заварки и технология приготовления теста на жидкой закваске с заваркой.

Сущность технологии приготовления теста на КМКЗ состоит в использовании закваски высокой кислотности (18 - 24 град) и внесении при замешивании теста для его разрыхления прессованных или жидких дрожжей. Тесто готовят в две (КМКЗ – тесто) или три стадии (КМКЗ – опара – тесто). Этот способ рекомендуется применять для производства хлеба из ржаной или смеси ржаной и пшеничной муки. Из-за высокой кислотности закваска сохраняет свои качества и не требует консервирования [4].

В цикле разведения КМКЗ используют смесь чистых культур молочно-кислых бактерий *L. plantarum*-30, *L. casei*-26, *L. brevis*-1, *L. fermenti*-34 или сухой лактабактерин для жидких заквасок. Чистые культуры дрожжей в разводочном цикле не используются [26].

В производственном цикле КМКЗ готовят влажностью 70 ± 1 % в емкостях или влажностью 60 ± 1 % в дежах, КМКЗ освежают при соотношении выброженной закваски и питательной смеси 1:9 [7, 26].

При влажности закваски 70 % питательную смесь из муки и воды готовят в заварочной машине без заваривания муки. При освежении закваски в расходный чан отбирают 90 % КМКЗ, а к оставшейся части добавляют эквивалентное количество питательной смеси. При работе предприятия в 2-3 смены закваску освежают через 8 ч брожения, т.е. 1 раз в смену. При односменном режиме работы – КМКЗ освежают через 12 ч или даже 1 раз в сутки [26].

При влажности КМКЗ 60 % освежение осуществляют в дежах путем отбора 90 % закваски с кислотностью 20 - 24 град для замеса нескольких порций теста и добавлением питательной смеси для воспроизводства закваски. КМКЗ такой влажности целесообразно применять на небольших предприятиях, где размещение бродильных емкостей и другого оборудования затруднено [12].

При приготовлении теста из ржаной муки в две стадии (КМКЗ + тесто) с КМКЗ вносят 10 - 15 % муки, в три стадии (КМКЗ + опара + тесто) – 5 - 10 % муки от общего количества ее в тесте. Для разрыхления теста при двухфазном режиме расходуют 0,5 - 1 % прессованных или 10 % (в пересчете

на муку) жидких дрожжей, при трехфазном способе – 0,5 - 0,6 % прессованных. В опаре сбраживают 60 % муки от общего количества ее на тесто, в том числе внесенную с КМКЗ [7, 12].

Приготовление теста в три стадии рекомендуется осуществлять при выработке хлеба из чисто ржаной муки и заварных сортов (кислотность не менее 9 град).

При приготовлении хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки ржаную муку вносят в опару, пшеничную – при замесе теста. Продолжительность брожения опары при температуре 28 - 30 °С – 150 - 180 мин, теста при 29 - 31 °С – 60 - 120 мин. Конечная кислотность опары 7 - 10 град, теста – в зависимости от вида хлеба [26].

С развитием пекарен малой мощности возникла проблема производства хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки по ускоренным технологиям.

Для обеспечения необходимой кислотности теста из смеси пшеничной и ржаной муки при ускоренных технологиях его приготовления используют подкислители, а также сухие или пастоподобные закваски, содержащие молочнокислые бактерии.

В состав подкислителей и заквасок могут входить органические кислоты, высушенные густые мучные закваски, минеральные соли, солод, ферментные препараты и другое сырье [35].

Дозировка закваски и подкислителей в количестве от 1 до 4 % к массе муки. Известны следующие виды подкислителей [26]:

- Форшрит (Германия) кислотность его 250 град, рекомендуется в дозировке 1,5 - 3,5 % к массе муки;
- ИБС (Франция): рекомендуемая дозировка 1,0 - 1,5 % к массе муки;
- PS-2 (Бельгия): кислотность 500 град, рекомендуемая доза – 0,8 - 2,0 % к массе муки.

Учеными национального университета пищевых технологий (Украина) был разработан улучшитель «Эффективный», кислотность которого 200 град.

Особенностью приготовления теста на этих подкислителях является использование при его замесе активных прессованных, активных сушеных или сушеных инстантных дрожжей. Дрожжи добавляют в количестве 1,5 - 2,5 % к массе муки [59].

Продолжительность замеса теста из ржаной и смеси ржаной и пшеничной муки не должна превышать 7 - 10 мин в тихоходных и 3 - 5 мин в быстроходных тестомесильных машинах [26].

При использовании экспресс технологии тесто готовится однофазным способом с применением хлебопекарных дрожжей и подкислителей. При применении подкислителей кислотность теста обусловлена кислотами и вносимыми с ними кислыми солями, а разрыхление его осуществляется во время брожения и расстойки внесенными дрожжевыми клетками.

Добавление кислоты способствует набуханию биополимеров муки, сдерживает активность ферментных систем, что обуславливает создание необходимой структуры теста, предотвращает липкость мякиша хлеба.

Хлеб из смеси ржаной и пшеничной муки в условиях пекарни можно готовить на заквасках-подкислителях, например, на закваске «Полимол», R11, R22 или других [26]. Их вносят при замешивании теста от 2 до 4,5 % от общей массы муки, также добавляют 1,5 - 2,0 кг прессованных дрожжей. Температура теста должна быть 30 - 32 °С.

При анализе литературных источников не было обнаружено технологий производства хлеба с содержанием 30 - 50 % ржаной муки без применения заквасок или подкислителей. Поэтому целесообразна разработка такой технологии для пекарен малой мощности.

1.2 Оценка способов приготовления зернового хлеба

В последнее время с целью обогащения хлебобулочных изделий биологически активными составляющими зерновых продуктов разрабатываются технологии производства хлебобулочных изделий с поликомпонентными

мучными смесями, экструдированными зерновыми продуктами или из целого зерна.

Приготовление теста из целого зерна пшеницы не предусматривает переработку зерна в муку. Для приготовления хлебобулочных изделий применяют зерновой полуфабрикат, изготовленный по специальной технологии, позволяющей сохранить в хлебе почти все биологически активные компоненты зерна.

Увеличение производства и расширение ассортимента зернового хлеба свидетельствуют о перспективности этой технологии. При этом большое значение имеет повышение качества и безопасности зерновых хлебобулочных изделий.

Значительный теоретический и практический вклад в совершенствование технологии хлеба из целого зерна внесли С. М. Антонов, С. И. Конева, Р. С. Кузьминский, Р. Д. Поландова, Е. И. Пономарева, А. С. Романов, Е. И. Шкафов, С. С. Щербатенко.

По традиционной технологии производства зернового хлеба в условиях хлебопекарного предприятия зерно замачивают водой на 15 мин и подают на очищающую машину для очистки его поверхности от плодовых оболочек. После этого в дежах зерно замачивают чистой водой температурой 15 - 20 °С около 14 - 20 ч для набухания. Набухшее зерно подают в специальный диспергатор для измельчения зерен. Измельченная в диспергаторе зерновая масса имеет влажность 52 %. По необходимости она может храниться в прохладном месте 12 - 16 ч. Диспергированная масса используется для приготовления хлебобулочных изделий. Хлеб готовят только на этой массе с добавлением дрожжей, соли и другого сырья или используют ее в разном количестве как добавку к муке.

Тесто из диспергированного зерна готовят безопасным способом в дежах. Зерновую массу загружают в дежу, добавляют 3 - 4 % дрожжей к массе зерна, раствор соли, воду (по расчету). Тесто замешивают около 15 мин до

образования однородной массы. Продолжительность брожения теста 1 - 2 ч при 28 - 30 °С.

Приготовление теста сопровождается сложными биохимическими, микробиологическими, физическими процессами, которые влияют на его структурно-механические свойства. Замес теста – важный этап, на котором протекают коллоидные процессы, – гидратация белков клейковины, переход в раствор глобулинов, альбумина, растворимых углеводов. Формируется непрерывная структура теста, образуется его белковый каркас, включающий нерастворимые компоненты зерна. В процессе брожения теста происходит его разрыхление диоксидом углерода, что приводит к изменению структурно-механических свойств.

В настоящее время зарегистрировано много патентоохранных документов на производство зернового хлеба [76, 77, 79, 82]. Основными отличиями в них являются параметры подготовки зерна, способы его измельчения, рецептуры изделий, технологические способы разрыхления теста и условия выпечки изделий.

Однако нами в литературе не было найдено сведений об использовании концентрированной молочнокислой закваски и кисломолочных продуктов на стадии замачивания зерна для зернового хлеба.

1.3 Анализ методик определения интенсивности брожения

В последнее время в отечественном хлебопечении и за рубежом широко используются ускоренные способы приготовления хлебобулочных изделий, позволяющие сократить процесс тестоприготовления в 3 - 4 раза. Они предусматривают скоростной замес теста, интенсификацию процессов брожения, благодаря использованию различных добавок (ферментных систем, окислителей, поверхностно-активных веществ) [1, 4, 7, 26, 69].

В настоящее время в нашей стране действует ГОСТ Р 54731-2011 по оценке показателей качества хлебопекарных прессованных дрожжей. В нем

предусматривается определение органолептических (цвет, консистенция, запах, вкус) и физико-химических показателей (влажность, подъемная сила, кислотность в день изготовления и через 12 суток, хранение, устойчивость). Хлебопекарные свойства дрожжей оцениваются по единому показателю подъемной силы, скорости подъема теста, особой рецептуры на определенную высоту. Этот показатель призван характеризовать активность бродильного комплекса дрожжей в мучной среде.

Анализ мировых тенденций определения ферментативной активности хлебопекарных дрожжей показывает, что для этого могут быть использованы три вида питательных сред: природные, искусственные и синтетические.

Для приготовления природных питательных сред используют продукты питания в их активном состоянии (мука). Искусственные среды получают из природных путем их обработки с помощью кислот, щелочей и ферментов (клейковина, крахмал муки). Синтетические питательные среды получают из смеси отдельных химически чистых веществ путем их растворения в необходимом количестве воды [58, 67, 96, 101].

Наибольшее распространение получили природные среды, в которых в том или ином количестве используется пшеничная мука.

Как показал анализ литературных данных, существует очень много методик оценки ферментативной активности дрожжей [102, 110, 144]. Качество хлебопекарных дрожжей может быть определено: по количеству выделенного диоксида углерода; по скорости сбраживания сахаров; по содержанию отдельных внутриклеточных соединений.

По количеству выделенного диоксида углерода различают следующие способы оценки качества дрожжей: манометрический – измерением давления газа при его постоянном объеме; волюмометрический – по объему газа при его постоянном давлении.

Манометрические методики определения ферментативной активности менее распространены, чем объемные. Они основаны на брожении теста при определенной рецептуре при заданной температуре в закрытом сосуде, кото-

рая обеспечена манометром. Свойства дрожжей в данном случае характеризуются или давлением, выделившегося за определенное время (например, 5 ч брожения [142]), или по времени, которое необходимо для достижения заданного давления [155], или по отношению выделившегося газа, удерживаемого в тесте (определяемого по показаниям манометра) [156].

Наибольшее распространение получили волюмометрические способы. Хлебопекарные свойства дрожжей в данном случае характеризуются объемом газа, выделившегося при брожении теста известной рецептуры при определенной температуре. Поскольку этот объем зависит от атмосферного давления, после проведения анализа его корректируют, подводя к давлению 760 мм рт. ст. Этот показатель качества называют по разному: *leavening activity*, *leavening force*, *gas output*, *gasforming power* – а на русский язык обычно переводят – бродильная активность.

В мире широко распространен объемный способ SJA, при котором измерение проводят в ферментографе SJ при температуре 30 °С. Бродильная активность дрожжей характеризуется объемом CO₂, выделившегося за 60 – 90 мин брожения [147, 157, 166]. Американская ассоциация зерновых химиков (ААСС) предлагает определять газовыделение при температуре 30 °С [99]. Другие авторы осуществляют исследования при температуре 28 °С [81, 85, 139, 159].

Продолжительность брожения теста при определении бродильной активности дрожжей варьируется в широких пределах: 60 мин [87], 60 и 90 мин [87, 149], 120 мин [87], 175 мин [99, 139], 180 мин [161], 240 мин [166].

Рецептура безопасного способа приготовления теста для исследования хлебопекарных свойств дрожжей предусматривает использование в качестве обязательных компонентов муки, воды и дрожжей. Авторы предлагают в своих методиках разные варианты теста для анализа без соли [142], с добавлением поваренной соли [139, 147], сахарозы [161], сульфата аммония [17], обезжиренного сухого молока и жира [86], солода и пропионата кальция [152].

Различные методики предполагают и свое аппаратное оформление контроля за процессом выделения дрожжами диоксида углерода.

Манометрический способ контроля основан на использовании зиматографа фирмы «Шопен» (Франция), ферментометра фирмы «Labor» (Венгрия) [21] и специально разработанных и запатентованных манометрических приборов [155, 156].

Волюмометрический способ определения количества газа реализован в отечественных приборах Яго-Островского и АГ-1М [108], микрогазометрическом приборе системы Елецкого [14]; зарубежных – ферментографе SJA (Швеция) [90], Burrow & Hurrison [103, 164], зиматографе Chopin (Франция) [87, 139, 159]. Разработан также упрощенный метод определения качества хлебопекарных дрожжей с использованием медицинского шприца [55].

Количество диоксида углерода может быть косвенно определено по уравнению спиртового брожения в зависимости от содержания в тесте этилового спирта. Количественное определение этанола проводят химическими методами [26].

Способы, предусматривающие определение скорости сбраживания сахаров. Скорость действия гликолитических ферментов оценивается, в основном, временем которое требуется для поднятия теста определенной рецептуры при заданных условиях на известную высоту (подъемная сила), или длительностью выделения дрожжами определенного объема диоксида углерода. Скорость сбраживания сахаров среды также может быть найдена биохимическими способами.

В России и Болгарии практикуется способ оценки качества дрожжей по их подъемной силе, определяется время однократного подъема специально приготовленного теста на высоту 70 мм [102, 132, 137]. Аналогичный способ, который применяется в Югославии, называется методом JUS [147, 157].

Американский ученый Schulz [150] отметил, что недостатком такой методики определения подъемной силы является разное качество муки. Он предложил вместо муки использовать кукурузный крахмал и при изучении скоро-

сти сбраживания различных сахаров исследовать изменение объема теста на основе крахмала в течение 3 ч.

Величина показателя подъемной силы дрожжей по ГОСТ Р 54731-2011 небольшая (до 70 мин), поэтому по первому подъему теста определяют только способность дрожжей к сбраживанию глюкозы, фруктозы и сахарозы, поскольку эти сахара содержатся в муке в начале брожения. Так как основным технологическим сахаром в традиционном хлебопечении является мальтоза, способность дрожжей к ее сбраживанию может быть учтена только при следующих подъемах теста. За рубежом часто отмечают время второго и третьего подъемов теста на высоту 70 мм с целью выявления мальтазной активности дрожжей [3].

Российский ученый Плевако Е. А. [107] предлагает оценивать хлебопекарные дрожжи по суммарной продолжительности четырех подъемов теста на высоту 70 мм: мальтазная активность будет характеризоваться в этом случае длительностью четвертого подъема.

Уайтом разработаны методы определения зимазной и мальтазной активности дрожжей, основанные на сбраживании водных растворов сахаров [62]. В дальнейшем Семихатова Н. М. усовершенствовала данные методы, применив для этого микрогазометрический прибор, что позволило уменьшить количество дрожжей и растворов сахаров, которые используются при анализе [17]. Зимазная и мальтазная активность выражается временем, необходимым для выделения 10 мл диоксида углерода при сбраживании 20 мл 5 % -ного раствора глюкозы (мальтозы) прессованными дрожжами, взятыми в количестве 2,5 % к объему среды. Были проведены исследования по оптимизации данных методов определения активности дрожжей.

Поскольку глюкоза преимущественно сбраживается дрожжами, при определении мальтазной активности фактически характеризуют зимазную активность дрожжей. Скорость ферментативного сбраживания сахаров может также быть исследована биохимическими методами [9, 23]. Косвенно ее мож-

но определить по скорости убывания сахаров в среде, например поляризметрическим методом [13, 21, 30, 37].

Учитывая положительный опыт применения ферментосодержащего сырья, молочной сыворотки, а также заваривание муки вызывает интерес разработка технологии хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки на активированных дрожжах.

1.4 Пути повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий

Пищевая ценность – это совокупность свойств продукта, определяющая его способность удовлетворять физиологические потребности организма в питательных веществах и энергии. Специалистами установлено [39, 53], что для нормальной поддержки всех жизненно важных функций человек должен получать с пищей такие основные группы веществ, как белки, углеводы, жиры, незаменимые аминокислоты и незаменимые жирные кислоты, витамины, минеральные элементы, пищевые волокна. Учитывая то, что незаменимые аминокислоты и жирные кислоты в основном поступают в организм в составе, соответственно, определенных белков и жиров, при изучении вопроса о пищевой ценности продуктов питания основное внимание уделяется содержанию в них белков, углеводов, жиров, витаминов, минеральных веществ и рациональному их соотношению.

Хлебобулочные изделия занимают исключительно важное место в рационе питания людей. С каждым годом в нашей стране все острее встает вопрос повышения пищевой ценности хлеба. Хлеб, который чаще всего мы едим, – белый, мягкий и легкий, изготовленный из пшеничной муки высшего сорта, которая уже потеряла значительную часть полезных веществ при помоле, имеет недостаточно высокую пищевую ценность [98, 100]. Обогащение хлеба белками, витаминами, минеральными веществами, пищевыми волокнами – один из способов повышения пищевой ценности продуктов питания.

В мировой практике все большее распространение получают работы по созданию хлебобулочных изделий, отличающихся повышенным содержанием биологически активных веществ. В теории и практике хлебопечения обнаружены два направления по повышению биологической ценности продуктов питания из зерна [4, 52].

Одно из этих направлений – обогащение изделий сырьем, содержащим большое количество белка, минеральных элементов, витаминов. Оно реализуется путем создания хлеба, обогащенного молочными продуктами, соевыми концентратами, рыбной мукой, витаминами и т.д.

Второе направление – использование всех потенциальных возможностей, заложенных природой в зерне, так как при сортовом помоле значительная часть полезных веществ зерна теряется.

Учитывая ситуацию на Украине, экологическую и экономическую обстановку, необходимо разрабатывать новые подходы в решении проблемы повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий.

Среди основных направлений повышения пищевой ценности отечественными учеными выделены: изменение химического состава, улучшение потребительских свойств изделий путем совершенствования технологии, использование резервов зерна (рис. 1.1) [1].



Рис. 1.1 Основные направления повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий

Хлебобулочные изделия являются богатым источником углеводов и белков [4, 72, 115]. Углеводы в них в основном представлены крахмалом, в небольшом количестве содержатся ди- и моносахариды. Понятно, что массовая доля последних в продуктах, вырабатываемых с добавлением сахара, будет значительно больше, чем в хлебе, а результирующее содержание будет в каждом отдельном случае определяться конкретной рецептурой. Усвояемость углеводов хлебобулочных изделий очень высокая и составляет более 90 %.

Продуктам из зерна: крупам, хлебобулочным изделиям, макаронным изделиям – принадлежит исключительное место в питании человека. Это, в первую очередь, относится к изделиям, которые часто называют продуктами номер один. Хлеб и зерно всегда занимали особое место в питании человека, были основой жизни человека. У многих народов хлебобулочные изделия являются одними из главных продуктов питания. Ежедневная норма потребления хлеба и хлебобулочных изделий в разных странах составляет 150 - 500 граммов на душу населения [7]. Безусловно, такое значение хлеба в питании объясняется отличными свойствами зерна и хлеба [15, 39].

В настоящее время во многих странах мира уменьшается уровень потребления хлебобулочных изделий из пшеничной муки. Такое положение наблюдается в частности, в Великобритании и во Франции. В Финляндии считают, что хлеб, который изготавливается из пшеничной муки – «мертвый» [141, 160]. Наряду с этим увеличивается спрос на полезные для здоровья человека виды хлебобулочных изделий из цельного зерна и муки грубого помола.

Пищевая ценность хлебобулочных изделий тем выше, чем больше они удовлетворяют потребности организма в пищевых веществах, и чем больше их химический состав соответствует формуле сбалансированного питания [115, 133].

Исходя из формулы сбалансированного питания, полноценный рацион должен содержать питательные вещества трех классов: белки, жиры, углеводы; витамины; неорганические элементы. Анализ рациона питания населения по-

казал заметный дефицит полноценных белков, полиненасыщенных жирных кислот, витаминов, минеральных веществ.

Структура ассортимента и объемы хлеба, потребляемого жителями Украины значительно изменились за последние 10 лет: увеличилась доля хлебобулочных изделий из муки высшего сорта, что привело к уменьшению поступления витаминов группы В, железа, кальция и т.д.

Поливитаминовый дефицит во многих регионах Украины сочетается с недостаточным поступлением ряда макро- и микроэлементов: кальция, железа, йода.

Для повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий наиболее широко используют натуральные продукты растительного происхождения, содержащие биологически активные вещества.

Таким образом, хлебобулочные изделия обеспечивают организм большинством незаменимых пищевых веществ, без которых невозможна нормальная жизнедеятельность человека и являются источником значительного покрытия энергозатрат. Пищевая ценность хлебобулочных изделий в значительной степени зависит от сорта муки, из которой они приготовлены.

Переработка зерна на муку сопровождается неизбежными потерями витаминов и минеральных веществ, удаляемых вместе с оболочкой. При этом максимальные потери витаминов отмечаются при помолу зерна пшеницы на муку высшего сорта, и составляют для тиамина 63 %, ниацина 78 %, витамина В₆ 70 %, фолиевой кислоты 33 %. Из минеральных веществ в пшеничной муке массовая доля железа, значительно выше чем в других продуктах растительного происхождения. Однако из-за дефицита кальция усвоение его весьма проблематично [10, 51, 104].

Исходя из концепции сбалансированного питания, в хлебобулочных изделиях не сбалансировано соотношение основных пищевых веществ – белков и углеводов – 1 : 6 – 7, при рекомендуемом – 1 : 4. Кроме того, в них дефицитные незаменимые аминокислоты – лизин, треонин, метионин. Аминокислотный скор в изделиях из ржаной муки выше, чем из пшеничной [6, 7].

Способы повышения пищевой ценности за счет использования пищевого потенциала зерна.

Зерно пшеницы – ценный источник пищевых волокон, витаминов группы В и токоферолов, макро- и микроэлементов, которые в основном сосредоточены в периферических частях зерна.

Во всем мире широко используют различные продукты, содержащие в своем составе как отдельные фракции зерна, так и целое зерно. Например, при производстве хлеба можно использовать отруби зерна.

Отруби обогащают изделия такими ценными компонентами, как витаминами группы В, минеральными веществами и пищевыми волокнами, улучшают аминокислотный состав хлеба, так как содержание незаменимых аминокислот – лизина, метионина, треонина – сосредоточено, главным образом, в периферийных частях зерна. В отличие от сортовой муки, где количество пищевых волокон составляет 3 - 5%, в муке с добавлением отрубей их содержание повышается до 10 - 12 % [38, 118].

Однако, большинством ученых наряду с повышением пищевой ценности и улучшением органолептических показателей, отмечается ухудшение физико-химических показателей качества теста и хлеба при введении даже незначительного количества отрубей.

Малкина В.Д. [38] исследовала возможность экструзионной обработки пшеничных отрубей. Исследования их химического состава показали, что у экструдата образуются пептиды, свободные аминокислоты, увеличивается количество растворимой фракции пищевых волокон, что повышает качество хлеба и его пищевую ценность [38].

Однако, часть ученых считают, что использование муки с добавлением отрубей нецелесообразно, так как приводит к ухудшению качества хлеба.

Применение муки из цельносмолотого зерна ржи, пшеницы и тритикале позволяет использовать все потенциальные возможности, заложенные природой в зерне. Такая мука содержит максимальное количество периферийных частиц зерна. Известно, что с увеличением общего выхода муки зольность, содержание белка

и пищевых волокон растут за счет попадания периферийных частиц, а содержание крахмала и сырой клейковины уменьшается. Существенно растет количество водорастворимых белков при снижении клейковины белков. Общее количество незаменимых и заменимых аминокислот повышается. Повышается общее количество витаминов, так как при сортовых помолах в муку высоких выходов попадает лишь 25 - 30 % природных витаминов группы В, имеющих в зерне, а остальные 70 - 75 % направляются в отруби. Указанные факторы повышают пищевую ценность цельносмолотой муки [9, 16].

Для снижения дисперсности частиц Мазур П. Я. и Столярова Л. И. разработали способ подготовки зерна пшеницы к помолу, заключающийся в холодном кондиционировании зерна в воде с добавлением лимонной кислоты в количестве 0,15 % к массе сухого зерна. Лимонная кислота способствовала размягчению оболочек зерна. Оптимальной дозировкой окисленного цельносмолотого зерна является 30 % к массе муки в тесте [20].

Ениколопов М. С., Непомнящий А. И. и др. показали возможность процесса приготовления хлеба путем измельчения промытого зерна или раздробленной крупки в смеси с водой в соотношении 8 : 5 в шнековом смесителе при температуре 30 - 32 °С, давлении 3 - 50 МПа, напряжении смещения 0,05 - 3,0 Н/мм до достижения размера частиц 250 мкм. Однако, при этом энергозатраты выросли в 40 - 50 Дж/г [21, 23].

Многими исследователями установлено, что в тесте из муки с цельносмолотого зерна наблюдается повышенная вязкость и пластичность, хлеб характеризуется более низким объемом и пористостью по сравнению с изделиями из сортовой муки.

Рекомендации по улучшению качества хлеба из цельносмолотой муки включают использование опарного способа тестоприготовления или введения стадии бездрожжевой опары.

Замачивание части муки в воде придавало улучшающее воздействие на структуру мякиша хлеба из цельносмолотой муки. Применив обработку части муки кипящей водой, Filipovic N., Kaluderski G., Damjanovic P. обнаружили

ухудшение структуры мякиша хлеба [30, 33].

Таким образом, проведенный обзор литературы показал, что использование пшеничных отрубей, пшеничных зародышевых хлопьев, крупки раздробленной и цельносмолотой муки способствует повышению пищевой ценности хлеба.

Однако применение вышеназванных добавок имеет свои ограничения. Помимо достаточно трудоемких технологий, увеличения продолжительности тестоприготовления, сложностей с получением качественного хлеба, важным недостатком является малый срок хранения этих продуктов. Так, сроки хранения свежих отрубей при температуре 20 - 30 °С и влажности 13 % и ниже – не более 3 недель, а при влажности более 13 % – не более 7 дней. Значительное содержание липидов в зародышах пшеницы, а также в цельносмолотой муке резко ограничивает сроки их хранения. Гидролитические и окислительные процессы, происходящие в липидах и обусловленные действием липазы, липоксигеназы и ферментов, вырабатываемых бактериальной и грибковой микрофлорой, приводят к прогорканию жиров и порчи продукта.

Хранение цельносмолотой муки более одного месяца недопустимо во избежание ее прогоркания, а пшеничные зародышевые хлопья могут храниться без изменения свойств всего 10 - 15 сут при температуре 20 - 30 °С. Предельный срок хранения зернового продукта из пшеницы с влажностью 14,6 - 15,1 % при температуре 10 °С составляет 20 сут. Далее отмечается тенденция увеличения микрофлоры и кислый запах.

Незначительные сроки хранения этих обогатителей ограничивают их применение. Поэтому более рациональным для обогащения хлеба представляется использование целого зерна пшеницы, не подвергавшегося обработке. Зерно имеет высокую транспортабельность. Хранить зерно длительное время технически легче и дешевле, нет необходимости создания для хранения особых условий.

Главной особенностью технологии зерновых хлебобулочных изделий, в отличие от традиционных способов приготовления хлебобулочных изделий из пшеничной муки, является подготовка зерна, включающая: очистку, мы-

ть, отволаживание (замачивания в воде) и последующее измельчение [35, 36, 49].

Сейчас зарегистрировано много патентоохранных документов на производство зернового хлеба [70, 77, 82, 98]. Основными различиями в предлагаемых технологиях являются параметры подготовки зерна, способы его измельчения, рецептуры изделий, технологические способы разрыхления теста и условия выпечки хлеба.

Одним из направлений повышения качества зернового хлеба из цельного зерна является регулирование параметров отволаживания зерна, при котором зерно переходит из состояния покоя в фазу биологической активности. Многие авторы предлагают проращивание зерна до появления ростков [48, 49, 82, 83, 98], используя при этом попеременно замачивание зерна в воде и выдержку его во влажной атмосфере.

Известно, что при проращивании, наряду с положительными моментами (увеличение количества аминокислот, в том числе и незаменимых [10], переход макро- и микроэлементов в легкоусвояемой форме), резко активизируются дезагрегирующие ферменты (амилазы и протеиназы) и, следовательно, из проросшего зерна невозможно получить хлеб удовлетворительного качества.

Для инактивации протеолитических ферментов В. М. Проскурин [84] рекомендует использовать обработку зерна водой, обогащенной кислородсодержащим газом.

По мнению некоторых ученых [50, 77], применение заквасок позволяет уменьшить активность протеиназы в тесте и снизить температуру инактивации α -амилазы при выпечке хлеба. Для улучшения реологических свойств теста при производстве зернового хлеба А. С. Романов предлагает на стадии отволаживания вносить в воду соль и β -цидодекстрин [103].

Вероятно, для получения зернового хлеба лучшего качества, целесообразно увлажнять зерно до эмбрионального пробуждения, не допуская появления видимых ростков. При этом повышается биологическая ценность зерна, но активность дезагрегирующих ферментов не достигает своего макси-

мального значения. Такие параметры увлажнения предлагают В. М. Антонов [76] и М. С. Акимов [78].

Измельчение зерна для получения однородной массы – один из важных этапов технологии зернового хлеба. От степени измельчения зависит сенсорная оценка готового продукта: внешний вид, разрыхленность мякиша, ощущения при разжевывании. Для этой цели используют коллоидные мельницы [80], экструдеры [82], плющильные установки, диспергаторы [76].

Важнейшей проблемой технологии хлебобулочных изделий из цельного зерна является нестабильность реологических свойств измельченной зерновой массы.

В изученной научно-технической литературе [10, 35, 36, 49] не обнаружено сведений, отражающих исследования реологических свойств измельченной зерновой массы и теста, анализ которых позволил бы обоснованно подходить к оптимизации параметров технологического процесса производства хлеба из цельного зерна пшеницы.

Технология зернового хлеба предусматривает и различные способы замеса теста. Так, например, В. М. Антонов и другие ученые [76, 77] предлагают, в отличие от традиционного замеса в тестомесильных машинах, проводить замес теста одновременно с измельчением зерна, дозируя основное и дополнительное сырье в диспергатор.

Разрыхленность мякиша, вкус и аромат хлеба существенно влияют на его усвояемость. Существует несколько способов разрыхления теста для зернового хлеба: использование хлебопекарных дрожжей, химических разрыхлителей [79], механический способ с помощью продувки теста CO_2 [88]. Многие производители вносят в рецептуру зернового хлеба хлебопекарные дрожжи, при этом исключают из технологического цикла стадию брожения теста [76], или совмещают ее со стадией расстойки [78].

Проведенный анализ литературных источников выявил многочисленные способы производства хлеба из цельного зерна, определяя перспективность этого направления в современном хлебопечении. Однако, качествен-

ные показатели зерновых хлебобулочных изделий не всегда имеют стабильное значение. В связи с этим, необходимо дополнительное изучение факторов, влияющих на качество хлеба из цельного зерна и оптимизация отдельных стадий производства с целью получения высококачественного продукта.

Пути обогащения хлебобулочных изделий витаминами и минеральными веществами.

Структура питания населения Украины характеризуется дефицитом большинства витаминов и минеральных веществ. Об этом свидетельствуют данные научных исследований, проведенных в последние годы [11, 22].

Поэтому актуальными задачами для хлебопекарной промышленности являются не только улучшение качества хлебобулочных изделий и сохранения их свежести, но и повышение пищевой ценности, в частности обогащение дополнительно нутриентами.

Обогащение хлебобулочных изделий витаминами

К важнейшим незаменимым пищевым веществам относятся витамины – низкомолекулярные органические соединения, необходимые для осуществления механизмов ферментативного катализа, нормального обмена веществ, поддержания гомеостаза, биохимического обеспечения всех жизненных функций организма.

Организм человека не синтезирует витамины или синтезирует их в недостаточном количестве и должен получать их в готовом виде с пищей. Витамины имеют исключительно высокую биологическую активность и требуются организму в очень небольших количествах (от нескольких микрограммов до нескольких десятков миллиграммов в сутки) [4, 26].

Содержание витаминов в хлебе зависит, прежде всего, от содержания их в муке. Зерно пшеницы и ржи, а, следовательно, и мука из них получают, фактически лишены витаминов А, С и Д. Кроме того, присутствующие в зерне витамины, распределены неравномерно и преобладают в оболочке и зародыше. Поэтому содержание витаминов в хлебе обусловлено сортом муки. Чем выше сорт муки, тем меньше в нем периферийных частей зерна,

тем беднее она витаминами. Витаминный состав некоторых видов хлебобулочных изделий приведен в таблице 1.1 [127].

Таблица 1.1 – Витаминный состав хлебобулочных изделий на 100 г продукта

Продукты	Содержание микронутриентов								
	Витамин А	β-каротин	Ретиноловый эквивалент	Витамин Е	Тиамин	Рибофлавин	Ниацин	Ниациновый эквивалент	Витамин С
	мкг, %			мг, %					
Хлебобулочные изделия из муки высшего сорта									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Булочки городские	0	0	0	1,5	0,11	0,03	1,0	2,2	0
Булочки столичные	0	0	0	1,5	0,13	0,05	1,3	2,7	0
Булочки столичные с молочной сывороткой	0	0	0	1,5	0,13	0,06	1,3	2,7	0
Хлебобулочные изделия из муки первого сорта									
Булка ярославская	0	0	0	2,9	0,16	0,06	1,6	3,0	0
Хлеб паляница	0	0	0	1,4	0,17	0,06	1,8	3,3	0
Хлеб пшеничный подовый	0	0	0	1,3	0,16	0,06	1,6	3,1	0
Хлебобулочные изделия из муки второго сорта									
Хлеб подовый	0	5,0	1,0	2,3	0,23	0,08	3,1	4,7	0
Хлебобулочные комбинированные изделия на основе пшеницы									
Хлеб зерновой (мука высшего сорта, зерно дробленое)	0	3,0	0	2,1	0,22	0,09	3,0	4,6	0
Хлебцы докторские (мука высшего сорта, отруби пшеничные)	8,0	8,0	9,0	1,7	0,16	0,05	3,3	4,7	0
Хлебцы соловецкие (мука первого и второго сортов)	0	12,0	2,0	1,8	0,22	0,08	2,5	4,0	0

Существенная роль в профилактике недостаточной витаминной обеспеченности населения принадлежит включению в рацион натуральных продуктов с высокой биологической и пищевой ценностью: высокосортных видов мяса, рыбы и т.д. Однако коррекция витаминной ценности рациона за счет этих продуктов неизбежно ведет к повышению его энергетической цен-

ности, то есть к избыточному потреблению калорий, что в свою очередь является фактором риска в возникновении таких болезней современности, как ишемическая болезнь сердца, гипертония, сахарный диабет, ожирение и др. [52, 72].

Хлебобулочные изделия являются одними из продуктов, наиболее удобными для витаминизации, учитывая их относительно низкую цену и доступность для населения.

В США и Канаде уровень содержания витаминов и минеральных добавок в обогащенной пшеничной муке стандартизированы, причем американский стандарт предусматривает минимальный уровень, в то время как канадский – интервал значений [11, 26]. На основании стандартизированного уровня витаминов в муке, природного содержания и размеров потерь устанавливается уровень витаминов и минеральных веществ, которые добавляются в муку.

Многочисленные исследования отечественных и зарубежных ученых [26, 114, 117] показали негативное влияние процесса помола зерна в муку на питательную и витаминную ценность муки. Содержание витаминов в продуктах помола, особенно в пшеничной муке высшего и первого сортов, значительно ниже, чем в зерне. Это обусловлено тем, что основная часть витаминов сосредоточена в зародыше и алейроновом слое зерна удаляемых с отрубями. Содержание витаминов в эндосперме, а, следовательно, и в муке высших сортов низкое.

В 100 г пшеничной муки высших сортов помола содержание витаминов B_1 , B_2 и РР составляет соответственно 0,17 - 0,25, 0,04 - 0,08 и 1,2 - 2,2 мг. В 100 г ржаной обойной муки содержится 0,42 мг витамина B_1 , 0,15 мг витамина B_2 и 1,16 мг ниацина [4].

По данным Е. Кальвеля [120], в муке, полученной из цельного зерна пшеницы (выход 98 %), по сравнению с сортовой мукой 78 % -ного выхода содержание витаминов B_2 и B_1 выше в 3 раза, РР – в 6 раз, магния и железа – в 4 - 6 раз.

В бывшем СССР производился хлеб безбелковый из пшеничного крахмала с введением витаминов В₁, В₂, В₆ и РР [26].

Витаминизация муки в Украине не проводится. В настоящее время ряд иностранных фирм поставляют в Украину витамины в виде витаминно-минеральных смесей или композиций только из витаминов различного состава.

В последнее время большое внимание уделяется β-каротину (провитамину А) как активному антиоксиданту, что повышает иммунную систему организма, предотвращает ряд заболеваний. Препараты β-каротина рекомендуются также для улучшения потребительских свойств, увеличения срока хранения изделий. Суточная доза его 5 - 7 мг [12]. Для обогащения хлеба провитамином А используют растворы β-каротина микробиологического в масле с концентрацией 0,1 % – «Каролин» или 0,2 % – «Каренол», а также водорастворимый β-каротин с концентрацией 0,25 или 2,0 %. Фирма «Хоффман-Ла Рош» поставляет в Украину препараты (β-каротин – «Ветерон» 10 % -ный, CWS). Это гранулированный порошок красно-коричневого цвета. Препарат растворяют в воде в соотношении 1: (10 - 100). Он чувствителен к окружающей среде, поэтому после вскрытия упаковки его необходимо в короткий срок использовать [26].

Добавками, улучшающими вкусовые качества хлебобулочных изделий и повышающими их пищевую ценность, могут быть солодовые концентраты [20]. Сырьем для их производства является солод ячменя, ржи и несолодовое сырье. Основная ценность их заключается в том, что в процессе прорастания зерна накапливаются биологически активные вещества. Содержание сухих веществ в концентратах 68 - 77 %. Они содержат до 50 % сахаров, витамины группы В, С, РР, минеральные вещества (калий, кальций, магний), органические кислоты, декстрины, аминокислоты. Вследствие своего состава они придают изделиям специфический приятный запаха и вкус, присущие заварным сортам хлеба, значительно задерживают его черствение [26].

Обогащение муки витаминами может осуществляться не только путем внесения их в муку, но и технологическими приемами, которые позволяют сохранить в нем витамины самого зерна.

Хлебобулочные изделия можно обогащать витаминами, непосредственно внося их в тесто. Е. П. Могучевой при сравнении трех способов добавления (сухим путем, с раствором соли и дрожжевой суспензией) была установлена большая сохранность витаминов при введении их с дрожжевой суспензией [26].

Таким образом, хлебобулочные изделия играют важную роль в питании человека. Однако, проанализировав вышесказанное, можно сделать вывод, что за счет хлеба даже из низших сортов муки человек не может получить все необходимые пищевые вещества в достаточном количестве. Поэтому, мы считаем целесообразным внесение добавок, содержащих витамины, при активации дрожжей и использовать для производства хлебобулочных изделий цельное зерно пшеницы.

Обогащение хлебобулочных изделий минеральными веществами.

Хлебобулочные изделия важны и как источник минеральных элементов. Минеральные вещества не имеют энергетической ценности, как белки, жиры и углеводы, но без них жизнь человека невозможна. Они выполняют пластическую функцию в процессах жизнедеятельности человека, но особенно велика их роль в построении костной ткани, где преобладают такие элементы, как фосфор и кальций; участвующие в важнейших обменных процессах организма – водно-солевом, кислотно-щелочном. Многие ферментативные процессы в организме невозможны без участия тех или иных минеральных веществ [72, 134].

В хлебобулочных изделиях содержится калий, фосфор, магний, сера, в несколько меньших количествах – натрий, кальций, хлор и др. (таблица 1.2) [127]. Содержание минеральных веществ в хлебобулочных изделиях наиболее высокое в изделиях из цельного зерна пшеницы, а также в изделиях из низших сортов муки. При этом обращает на себя внимание недостаточность в

изделиях из любой муки кальция и вместе с тем значительное содержание фосфора и железа.

Таблица 1.2 – Минеральный состав хлебобулочных изделий на 100 г продукта

Продукты	Содержание микронутриентов				
	Калий	Кальций	Магний	Фосфор	Железо
	мг %				
Хлебобулочные изделия из муки высшего сорта					
1	2	3	4	5	6
Булочки городские	97	20	13	68	1,2
Булочки столичные	117	21	15	82	1,4
Булочки столичные с молочной сывороткой	127	25	15	87	1,4
Хлебобулочные изделия из муки первого сорта					
Булка ярославская	132	21	32	86	2
Хлеб паляница	144	23	35	94	2,1
Хлеб пшеничный подовый	133	23	33	87	2
Хлебобулочные изделия из муки высшего сорта					
Хлеб подовый	185	28	54	136	3,6
Хлебобулочные комбинированные изделия на основе пшеницы					
Хлеб зерновой (мука высшего сорта, зерно дробленое)	196	34	55	199	3,2
Хлебцы докторские (мука высшего сорта, отруби пшеничные)	225	34	63	172	2,8
Хлебцы соловецкие (мука первого и второго сортов)	254	32	62	118	4,3

В результате употребления 450 г хлебобулочных изделий потребность в кальции покрывается только на 11,5 %, в фосфоре – на 45,6 % и в магнии на 43,1 %. Таким образом, кальций является наиболее дефицитным, а также наблюдается его неблагоприятное соотношение с фосфором и магнием.

Потребность в железе удовлетворяется на 84,7 % [26]. Следует отметить, что содержание железа в муке тем ниже, чем выше ее сорт и ниже выход из размолотого зерна. В хлебобулочных изделиях также в недостаточном количестве содержатся калий, хром, кобальт и некоторые другие элементы,

поэтому для потребителей, которые потребляют хлебобулочные изделия только из пшеничной муки высшего и первого сортов, вопрос о повышении минеральной ценности является весьма актуальной проблемой. Надо отметить, что молочные продукты, которые добавляются в хлебобулочные изделия, являются ценными источниками минеральных веществ и витаминов [7, 26].

В практике зарубежного хлебопечения [38, 160] есть опыт обогащения хлебобулочных изделий минеральными веществами, а именно – кальцием, железом, магнием, йодом. Так, в Великобритании с целью обогащения хлеба кальцием, в него добавляют пищевой мел, который содержит до 98 % карбоната кальция, в количестве не менее 235 и не более 390 мг на 100 г муки. Внесенный кальций усваивается только на 16 - 17 % [26].

Есть научные разработки, которые предлагают обогащать хлеб глюконатом кальция – кальциевой солью глюконовой кислоты. Глюконат кальция рекомендуется вносить в количестве 0,3 - 0,5 % к массе муки. Содержание кальция в хлебе при этом увеличивается с 30 до 60 мг на 100 г. В таких дозах внесение этой добавки способствует улучшению качества изделий.

В изделия для лечебного питания целесообразно добавлять глюконат кальция до 5 % к массе муки, но объем и пористость хлеба в этом случае значительно снижаются [26].

В США 85 - 90 % всего пшеничного сортового хлеба обогащается железом в виде растворимых солей [135]. Организм человека лучше усваивает сульфат железа. Содержание железа в 100 г муки повышают до 3,5 - 4,4 мг. Уровень усвоения железа из хлеба низкий и составляет у здоровых людей 2,5 - 3 %, у лиц с дефицитом железа – 3,1 - 16,9 % [118].

При потреблении изделий из обойной муки, которая содержит около 4 мг железа на 100 г, обогащение хлеба этим элементом не актуально [147].

Есть научные разработки по обогащению зерновых продуктов соединениями магния. Рекомендуется добавлять 1360 - 1400 мг Mg на 1 кг муки в виде соли $Mg_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$ [26].

В Украине обогащение хлеба химическими препаратами не проводится. В настоящее время основным обогатителем хлеба кальцием являются молочные продукты.

В хлебопечении практикуется обогащение хлебобулочных изделий йодом. Это необходимо в районах, где вода и продукты содержат недостаточное его количество. Обогащение массовых видов хлебобулочных изделий осуществляется путем добавления в муку 0,00026 % йодида калия (KI), использование йодированной соли, которая содержит 40 мг йодата калия (KIO_3) на 1 т. В последнее время некоторые дрожжезаводы России предлагают йодированные хлебопекарные дрожжи. При добавлении йодита калия расходы его в процессе производства хлеба составляют 40 - 60 % [116].

Научно-производственное предприятие ООО «Медбиофарм» (Россия) разработало новый йодсодержащий препарат «Йодказеин», который рекомендуется как добавка в производстве пищевых продуктов, в том числе и хлебобулочных изделий [26].

Богатым источником йода, других минеральных соединений, витаминов, пищевых волокон являются морские водоросли. В хлебопекарной промышленности применяют водоросль ламинарию (морская капуста). Из нее готовят порошок, который содержит йода не менее 0,2 %, золы не более 30 %. Добавляют в количестве 0,1 - 0,2 % к массе муки. 100 г ржаного и пшеничного хлеба с 0,2 % морской капусты к массе муки содержит в среднем 0,14 мг йода, обеспечивает суточную потребность организма в этом микроэлементе [116]. Существует рецептура на хлеб из пшеничной муки и отрубей с добавлением 2 % морской капусты и лецитина для лечебных целей.

Проанализировав вышесказанное, можно сделать вывод, что в хлебобулочных изделиях из сортовой пшеничной муки, даже с добавлением ржаной, человек не получает необходимого количества минеральных веществ. В частности, в хлебе нет йода, в недостаточном количестве содержится кальций, калий и железо. То есть, хлебобулочные изделия хотя и играют важную

роль в питании населения, но проблемы, связанные с повышением их биологической и пищевой ценности, по-прежнему являются основными.

Способы повышения пищевой ценности за счет использования гидробионтов и продуктов их переработки.

На территории Украины постоянно возникают экономические, социальные и экологические проблемы, которые неуклонно растут. Возникла серьезная угроза психическому и физическому здоровью нации. Спад промышленного производства, разрыв экономических связей на территории бывшего СССР, привели Украину к значительной зависимости от импорта лечебно-профилактических пищевых продуктов. Однако Украина имеет большие возможности для развития области лечебно-профилактических пищевых продуктов: наличие больших ресурсов, в том числе морского происхождения, значительный научный потенциал, целый ряд оригинальных технологических разработок [13]. Современные технологии позволяют получить компоненты для производства биологически активных добавок и диетических добавок из природного сырья.

Ценным источником биологически активных веществ являются растения, животные и моллюски Черного моря. В морской акватории Украины растут водоросли цистозира и зостера, которые по своему химическому составу не уступают ламинарии. Исследованиями, проведенными в УДУХТ, выяснено, что эти водоросли целесообразно применять в количестве 2 - 3 % к массе муки с целью обогащения хлеба биологически активными соединениями [24].

Перспективной добавкой с профилактическими свойствами является пресноводная сине-зеленая водоросль спирулина. Она содержит значительное количество витаминов, в том числе β -каротин и токоферол, имеет ценный минеральный состав, содержит селен, калий, йод. При изготовлении хлебобулочных изделий целесообразно добавлять 2 % спирулины [32, 116]. Изделия с водорослями снижают способность организма к накоплению цезия 137, ускоряют выведение его из организма на 24 %.

В странах с развитой марикультурой (Франция, Испания, Италия, Нидерланды и др.) присутствие в пищевом рационе мидий и других морепродуктов, по мнению ученых, обеспечивает более высокий уровень здоровья населения в целом [52]. В ряде других стран население явно недостаточно потребляет морепродукты, и, как следствие, рацион обеднен полезными веществами.

Биологически активные добавки из тканей гидробионтов (морских млекопитающих, рыб, беспозвоночных, водорослей) применяют из-за их уникальных фармакологических свойств, отсутствия побочных эффектов по сравнению с синтетическими лекарственными препаратами.

Пищевые биологически активные добавки из отходов обработки беспозвоночных (с кальмара и морского гребешка) содержат все незаменимые аминокислоты, ω -3 и ω -6 полиненасыщенные жирные кислоты, макро- и микроэлементы в легкоусвояемых формах, а из морского гребешка также таурин, как компонент лечебно-профилактических пищевых продуктов [32].

Установлено, что молоки лососевых, осетровых, сельди, карпа являются наиболее эффективным источником ДНК. Нуклеопротеиды ДНК молок лососевых и осетровых рыб обладают наиболее эффективным фармакологическим действием, так как их белки имеют специфический состав – протамины (сальмины) в отличие от белков других рыб и беспозвоночных (пистонов) обладают высокой биологической активностью [32].

Наиболее широко применяются препараты ДНК - дериват (натриевая соль ДНК из молок осетровых рыб) и биологически активная добавка ДНК из молок лососевых для профилактики онкологических, хроничнобронхолегочных, повышения умственной и физической работоспособности. Содержание нуклеиновых кислот в препарате достигает 70 - 80 %, молекулярная масса составляет 270 - 500 кДа [32].

В Японии препарат ДНК («лососевая-сила») применяется для замедления процесса старения и как укрепляющее средство. Эффект ДНК имеет ши-

рокий диапазон: легкостимулирующий, радиопротекторный, иммуностимулирующий, ранозаживляющий.

Мясо морских моллюсков рапаны и мидии – высококачественный диетический продукт, оно содержит практически все необходимые для жизнедеятельности человека компоненты: белки, липиды, углеводы, макро- и микроэлементы, витамины, ферменты и др. По незаменимым аминокислотам (метионина, триптофана, тирозина) белки мидий превосходят белки говядины и рыбы. Свободные аминокислоты составляют, в среднем, 0,7 % сырой массы мидий, из них 40 % – незаменимые [13].

Получение активных веществ из моллюсков рапаны *Rapana thomasiana* и мидии черноморской *Mytilus galloprovincialis* Lam и производство на их основе препаратов широкого спектра действия позволит решить указанную выше проблему [124].

Морские моллюски имеют уникальный химический состав, поэтому их гидролизат является прекрасным сырьем для производства лечебно-профилактических, фармакологических и косметических препаратов, биологически активных пищевых добавок, относящихся к группе нутрицевтиков и парафармацевтиков. При гидролизе белки моллюсков расщепляются на аминокислоты и простые пептиды. Соответственно гидролизат является смесью этих аминокислот, простых пептидов, полиненасыщенных жирных кислот, микро- и макроэлементов, находящихся в биологически активной форме, и не обладает раздражающим или аллергенным действием. Это такое состояние белка, когда восприятие его организмом человека – наилучшее [124].

Гидролизат из моллюсков «Рапамид» по своему составу является смесью аминокислот и простых пептидов, полиненасыщенных жирных кислот, макро- и микроэлементов в биологически активной форме.

Первичным сырьем для его получения являются полноценные белки морских моллюсков, рапаны и мидии черноморской. При гидролизе белки расщепляются на аминокислоты и простые пептиды, которые легко усваива-

ются организмом человека. Это наилучшая форма восприятия белка детьми и взрослыми.

Гидролизат обладает антиоксидантными, противоаллергенными и радиопротекторными свойствами, положительно влияет на состояние сердечно-сосудистой и кроветворной систем, способствует выведению из организма токсических элементов и радионуклидов.

Он показан для повышения общей сопротивляемости организма в условиях воздействия неблагоприятных факторов внешней и внутренней среды, для профилактики заболеваний и улучшения работоспособности.

Однако в литературе не найдено сведений о применении добавки «Рапамид» в производстве хлебобулочных изделий.

Заключение по обзору литературы

Аналитический обзор литературы показал, что, несмотря на достаточно высокую пищевую ценность, согласно современным требованиям науки о питании, хлебобулочные изделия нуждаются в улучшении своего состава. В хлебе не оптимально соотношение белков и углеводов, кальция и фосфора, недостаточное содержание таких незаменимых аминокислот, как лизин, метионин, триптофан. Поэтому будет целесообразным обогащение хлебобулочных изделий витаминами группы В, РР, пищевыми волокнами, некоторыми микроэлементами – йодом, железом, кальцием, другими биологически активными веществами путем включения в рецептуру сырья, содержащего белки, витамины, минеральные вещества, а также внесение биологически активных пищевых добавок.

Гидролизат из моллюсков «Рапамид» по своему составу является смесью аминокислот и простых пептидов, полиненасыщенных жирных кислот, макро- и микроэлементов в биологически активной форме, поэтому может быть целесообразным его внесение в хлебобулочные изделия в качестве биологически активной добавки.

В результате использования молочной сыворотки при производстве хлебобулочных изделий происходит не только эффективное сбрасывание теста, достижения рН среды, оптимального для осуществления обменных процессов дрожжей, но и обогащение хлеба молочными белками, углеводами, жирами, минеральными веществами, макро- и микроэлементами. Поэтому представляет интерес разработка технологий хлеба с использованием этого вида сырья.

При анализе литературных источников не было обнаружено технологий производства хлеба с содержанием 30 - 50 % ржаной муки без применения заквасок или подкислителей. Поэтому целесообразна разработка такой технологии для пекарен малой мощности.

Увеличение производства и расширение ассортимента зернового хлеба свидетельствуют о перспективности этой технологии, но не решен вопрос стабильного качества получаемого продукта. Поэтому технология зернового хлеба требует совершенствования, направленного на сокращение процесса его производства путем использования концентрированной молочнокислой закваски и кисломолочных продуктов на стадии замачивания зерна и улучшения качества готовых изделий. Необходимо дополнительное изучение факторов, влияющих на качество хлебобулочных изделий из цельного зерна и оптимизация отдельных стадий производства с целью получения высококачественного продукта.

ГЛАВА 2 ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Организация эксперимента и проблемно-концептуальная схема исследования

Экспериментальные исследования проводились согласно поставленным задачами на кафедре пищевых технологий Луганского национального университета имени Тараса Шевченко, в условиях Украинского института экспертизы сортов растений (г. Киев), Харьковского государственного университета питания и торговли, Национального научного центра радиационной медицины (г. Киев).

Апробация разработанных технологий проводилась на предприятиях ООО «Вадми» кафе «Поляна» г. Луганск, ФОП Мокроусова Л. Н. кафе «Снежинка» г. Луганск, Областной торгово-производственный комплекс «Жемчужина» г. Луганск, ресторан «Перник» г. Луганск, ТОВ «Деметра-плюс» г. Стаханов. Рецептуры, способы приготовления полуфабрикатов и технологические режимы представлены в разделах 3 и 4.

Общая схема проведения экспериментов приведена на рис. 2.1.

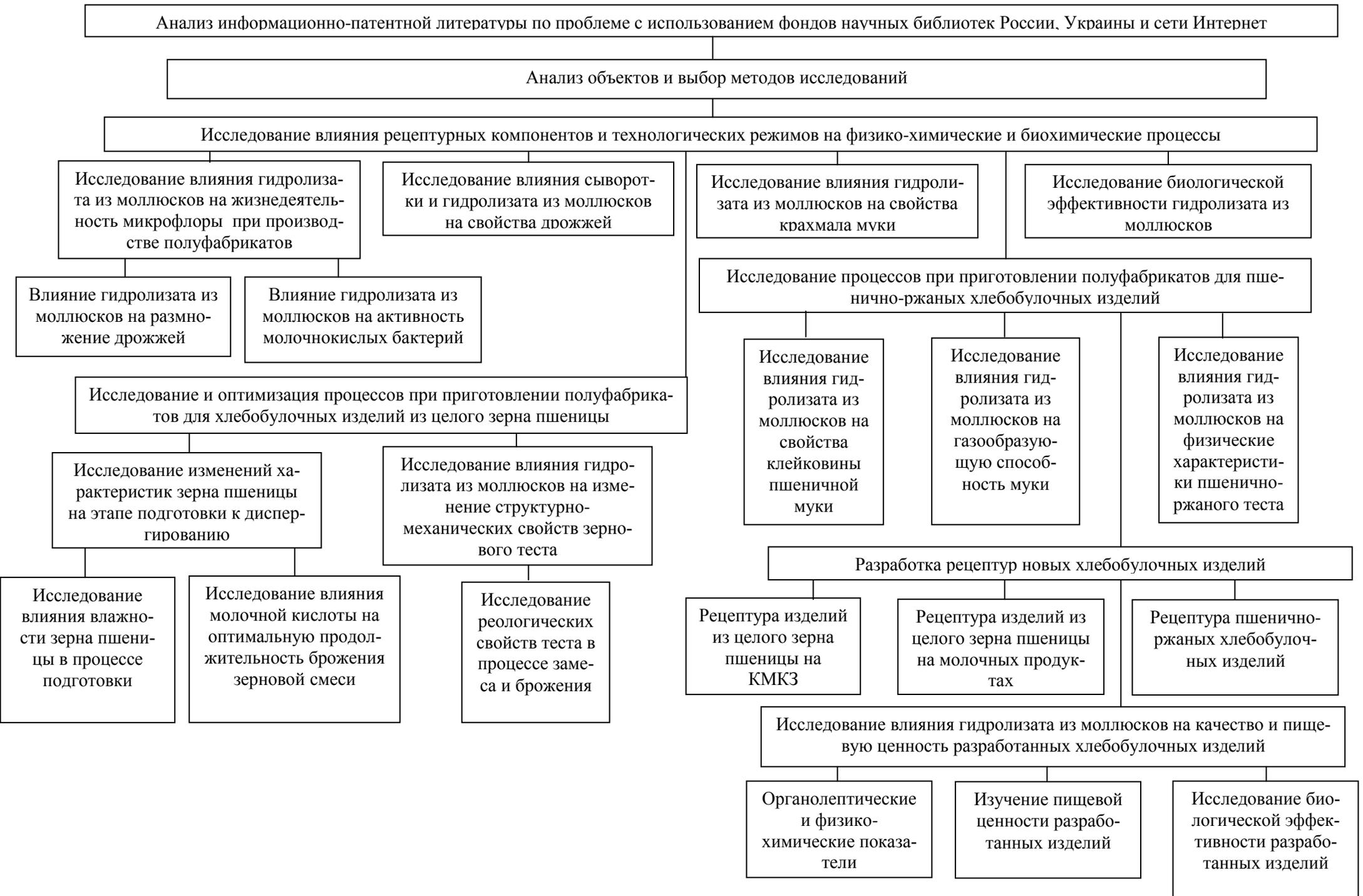


Рисунок 2.1 Проблемно-концептуальная схема исследований

2.2 Сырье, применяемое в работе, способы его получения, методы исследования сырья

При проведении экспериментальной работы объектами исследования являлись:

- гидролизат из моллюсков «Рапамид» (ТУ У 15.8-19184646-002:2007);
- концентрированная молочнокислая закваска (КМКЗ);
- полуфабрикат из смеси пшеничной и ржаной муки;
- полуфабрикат из цельного зерна пшеницы;
- выпеченные хлебобулочные изделия из смеси пшеничной и ржаной муки;
- выпеченные хлебобулочные изделия из цельного зерна пшеницы.

Гидролизат из моллюсков «Рапамид» разработан Институтом биологии южных морей имени А. О. Ковалевского (г. Севастополь), утвержден Министерством охраны здоровья Украины (заключение государственной санитарно-эпидемиологической экспертизы Минздрава Украины № 05.03.02-04/7122 от 12.02.2008 г., государственная регистрация № 4044). Гидролизат представляет собой жидкость коричневого цвета, в состав которой входят заменимые и незаменимые аминокислоты, в том числе таурин, полиненасыщенные жирные кислоты, макро- и микроэлементы, низкомолекулярные (регуляторные) пептиды и пр. (таблица 2.1) [124].

Таблица 2.1 – Содержание аминокислот в 100 мл гидролизата из моллюсков «Рапамид»

Наименование аминокислоты	Количество	
	мг	%, в мг
1	2	3
Лизин	5,4	2,9
Гистидин	0,7	0,4
Аргинин	0,9	0,5
Орнитин	8,1	4,3
Аспарагиновая	15,5	8,3
Треонин	3,7	2

1	2	3
Серин	16,3	8,7
Глутаминовая	14,9	8
Пролин	5,8	3,1
Глицин	52,3	27,9
Аланин	27,8	14,8
Цистин	1,8	1
Валин	3,4	1,8
Метионин	6,4	3,4
Изолейцин	1,7	0,9
Лейцин	5,2	2,8
Тирозин	10,4	5,6
Фенилаланин	3,3	1,8
Глутамин	0,6	0,3
Сумма	187,6	100,3

Исследования, проведенные на базе Института биологии южных морей имени А. О. Ковалевского, подтвердили оздоровительное влияние гидролизата на организм человека, включая повышение иммунитета, профилактики воспалительных заболеваний, при стрессах и физических перегрузках.

Гидролизат «Рапамид» обладает антиоксидантными, противоаллергенными и радиопротекторными свойствами, позитивно влияет на состояние сердечно-сосудистой и кроветворной систем, благоприятствует выведению из организма токсичных элементов и радионуклидов.

Препарат показан для повышения общей сопротивляемости организма в условиях влияния неблагоприятных факторов внешней и внутренней среды, профилактики заболеваний, улучшения работоспособности и увеличения продолжительности жизни.

Пищевая и энергетическая ценность на 100 г вещества: белки – 15 г, углеводы – 10 г, жиры – 1 г, зола – 6 г, 109 ккал/456 кДж.

Рекомендовано употреблять как диетическую добавку к диетическому рациону питания в качестве дополнительного источника биологически активных веществ – незаменимых аминокислот, таурина, биополимеров типа глюкозамина и меланоидов, сульфатированных мукополисахаридов и инсу-

линоподобных белков, полиненасыщенных жирных кислот (особенно Омега 3), макро- и микроэлементов (особенно кальция, цинка, меди, марганца) с целью общего укрепления организма и повышения иммунитета, профилактики воспалительных заболеваний опорно-двигательного аппарата, сахарного диабета.

Технологическая схема приготовления концентрированной молочно-кислой закваски (КМКЗ) разработана ФГБНУ ВНИИПД (г. Санкт Петербург). Эта закваска готовится влажностью 63 - 66 %, имеет конечную кислотность 14 - 18 град. На приготовление закваски используют 3 - 5 % муки, предусмотренной рецептурой. В цикле разведения используют чистые культуры молочнокислых бактерий *L. plantarum* - 30, *L. brevis* - 1, *L. fermenti* - 34, *L. casei* - 26, или только две последние культуры в виде жидкости или сухого лактобактерина, который является смесью этих культур. Температура КМКЗ 32 - 36 °С.

Перед началом работы к массе закваски добавляют питательную смесь в соотношении 1:4. Температура питательной смеси должна быть 47 - 49 °С. Закваску сбраживают до кислотности 14 - 18 град. Часть закваски используют для ее обновления, а остальную – для замачивания зерна пшеницы. Качество КМКЗ контролируется по скорости кислотонакопления и активности молочнокислых бактерий. КМКЗ добавляют при замачивании зерна в количестве 10 % от общей массы зерна.

Кроме того, в работе было использовано сырье, необходимое для приготовления полуфабриката из смеси пшеничной и ржаной муки и полуфабриката из цельного зерна пшеницы, соответствующее медико-биологическим требованиям и санитарным нормам качества продовольственного сырья и требованиям нормативно-технической документации:

- 1) мука пшеничная хлебопекарная первого сорта ГОСТ 52189-2003;
- 2) мука ржаная обдирная ГОСТ Р 52809-2007;
- 3) дрожжи хлебопекарные ГОСТ Р 54731-2011;
- 4) сахар белый кристаллический ГОСТ Р 53396-2009;

- 5) соль пищевая поваренная ГОСТ Р 54345-2011;
- 6) вода питьевая ГОСТ Р 51232-2003;
- 7) мука из ржаного ферментированного солода ГОСТ Р 52061-2003;
- 8) зерно пшеницы ГОСТ Р 52554-2006;
- 9) молочная сыворотка ГОСТ Р 53438-2009;
- 10) кефир ГОСТ 31454-2012;
- 11) яйца куриные пищевые ГОСТ 31654-2012;
- 12) кунжут ГОСТ 12095-76.

Зерно пшеницы оценивали по показателям типа зерна, влажности, засоренности, натуры, стекловидности, количеству и качеству клейковины.

Анализ зерна проводили в соответствии с ГОСТ 9353-90 [122].

Влажность зерна осуществляли в соответствии с ГОСТ 13586.5-93 [122].

Натуру зерна определяли по ГОСТ 10840-64 [122].

Определение зольности проводили в соответствии с ГОСТ 10847-74 [122].

Число падения зерна определяли по ГОСТ 27676-88 [122].

Количество сорной и зерновой примесей зерна определяли в соответствии с ГОСТ 30483-97 [186].

Определение количества и качества клейковины пшеницы осуществляли по ГОСТ Р 54478-2011 [27].

Кислотность зерна определяли в соответствии с ГОСТ 10844-74 [27].

Массу 1000 зерен определяли в соответствии с ГОСТ 10842-89 [27].

Качество зерна пшеницы, которое применялось в работе, представлено в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Характеристика зерна пшеницы 2013 года урожая

Наименование показателя	Значение показателей в пробах			
	1	2	3	4
1	2	3	4	5
Состояние	Не греющаяся, в здоровом состоянии			
Запах	Нормальный, свойственный данному виду зерна (без солодового, плесневого, постороннего запахов)			
Цвет	Свойственный данному виду зерна; обесцвеченная и потемнев-			

	шая пшеница в пределах требований для данного класса			
1	2	3	4	5
Натура, г/л	740	732	729	718
Влажность, %	10,9	11,8	11,9	10,9
Сорная примесь, %	0,4	0,7	0,9	0,8
Зерновая примесь, %	2,8	2,5	1,8	2,7
Массовая доля клейковины, %	26,7	24,8	28,0	22,6
Качество клейковины, усл. ед. ИДК	70 (1 группа)	42 (2 группа)	80 (2 группа)	95 (2 группа)
Число падения, сек	300	310	250	210
Стекловидность, %	55,0	53,0	52,0	48,0
Зараженность вредителями	не обнаруж.	не обнаруж.	не обнаруж.	не обнаруж.

Качество муки оценивали по показателям влажности, кислотности, содержанию и свойствам отмытой клейковины, газообразующей способности муки и органолептическим показателям.

Массовую долю влаги в муке определяли по ГОСТ 9404-88 [27].

Кислотность пшеничной муки измеряли по ГОСТ 27493 титрованием водно-мучной болтушки раствором щелочи в присутствии фенолфталеина [108].

Определение содержания сырой клейковины в муке и органолептическую оценку качества клейковины проводили стандартным методом по ГОСТ 27839-88 [27].

Физические свойства клейковины исследовали на приборе ИДК-1 [27].

Методика определения автолитической активности пшеничной и ржаной муки по показателю «число падения» соответствуют ГОСТ 27676-88 [122], а также международным стандартам ICC 107-68 и ISO 3093-82.

Газообразующую способность муки определяли по методике, описанной в лабораторном практикуме по технологии хлебопекарного производства Пучковой Л. И. [108].

Водопоглотительную способность муки и время образования теста определяли на фаринографе «Brabender» по методике, описанной в [56].

Отбор проб для определения качества **прессованных дрожжей** производили в соответствии с ГОСТ Р 54731-2011. Качество дрожжей исследовали

по органолептическим показателям: запах, цвет, консистенция и по физико-химическим: подъемная сила, осмочувствительность, скорость размножения дрожжевых клеток.

Подъемную силу дрожжей определяли ускоренным методом по времени всплытия шарика теста [36].

Осмочувствительность дрожжей оценивали по методу сравнительной оценки подъемной силы дрожжей в тесте без соли и с повышенным содержанием соли [108].

Известно, что большинство сред для активации дрожжей в качестве источника питательных веществ для дрожжевых клеток содержат в своем составе муку. Поэтому при исследовании влияния гидролизата из моллюсков на подъемную силу дрожжей считали необходимым проводить активацию, как в присутствии смеси ржаной и пшеничной муки в среде активации, так и без муки. Соотношение «мука : вода» в питательной смеси составляло 1,0 : 1,5, как часто рекомендуемое специалистами [27].

Для подготовки образцов использовали муку пшеничную первого сорта и муку ржаную обдирную. В качестве жидкости для приготовления питательной среды использовали воду и молочную сыворотку подсырную.

Рецептуры питательной среды для определения подъемной силы и осмочувствительности дрожжей представлены в табл. 2.3 – 2.6.

Таблица 2.3 – Рецептuru питательной среды без внесения муки на воде

Сырье	Расход сырья для приготовления питательной среды						
	Контроль	1,5%Г М	3,0% ГМ	4,5% ГМ	6,0% ГМ	9,0% ГМ	12,0% ГМ
Дрожжи прессованные, г	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
Вода, г	4,8	4,695	4,59	4,485	4,38	4,17	3,96
Гидролизат из моллюсков, г	–	0,105	0,21	0,315	0,42	0,63	0,84

Таблица 2.4 – Рецептuru питательной среды с внесением смеси из пшеничной и ржаной муки в соотношении 60:40 на воде

Сырье	Расход сырья для приготовления питательной среды						
	Контроль	1,5%ГМ	3,0% ГМ	4,5% ГМ	6,0% ГМ	9,0% ГМ	12,0% ГМ
Смесь муки, г	7	7	7	7	7	7	7
Дрожжи прессованные, г	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
Вода, г	4,8	4,695	4,59	4,485	4,38	4,17	3,96
Гидролизат из моллюсков, г	–	0,105	0,21	0,315	0,42	0,63	0,84

Таблица 2.5 – Рецептuru питательной среды без внесения муки на молочной сыворотке подсырной

Сырье	Расход сырья для приготовления питательной среды						
	Контроль	1,5%ГМ	3,0% ГМ	4,5% ГМ	6,0% ГМ	9,0% ГМ	12,0% ГМ
Дрожжи прессованные, г	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
Молочная сыворотка подсырная, г	4,8	4,695	4,59	4,485	4,38	4,17	3,96
Гидролизат из моллюсков, г	–	0,105	0,21	0,315	0,42	0,63	0,84

Таблица 2.6 – Рецептuru питательной среды с внесением смеси из пшеничной и ржаной муки в соотношении 60:40 на молочной сыворотке подсырной

Сырье	Расход сырья для приготовления питательной среды						
	Контроль	1,5%ГМ	3,0% ГМ	4,5% ГМ	6,0% ГМ	9,0% ГМ	12,0% ГМ
Смесь муки, г	7	7	7	7	7	7	7
Дрожжи прессованные, г	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
Молочная сыворотка подсырная, г	4,8	4,695	4,59	4,485	4,38	4,17	3,96
Гидролизат из моллюсков, г	–	0,105	0,21	0,315	0,42	0,63	0,84

Для определения величины прироста дрожжевых клеток в зависимости от дозировки гидролизата из моллюсков использовали метод прямого подсчета числа клеток под микроскопом с помощью камеры Горяева [36].

Зимазную и мальтазную активность дрожжей определяли с помощью микрогазметра Елецкого по стандартным методикам и выражали временем

в минутах, затраченным для выделения 10 см^3 диоксида углерода при сбраживании 5%-го раствора глюкозы или мальтозы [56].

В исследованиях было использовано сырье со следующими основными показателями: сыворотка подсырная кислотностью 18 град., плотностью 1020 кг/м^3 ; кефир кислотностью 95 град., жирностью 1 %. Концентрированную молочнокислую закваску использовали влажностью 70 %, кислотностью 18 град., продолжительность брожения 24 ч.

2.3 Способы приготовления теста и хлебобулочных изделий

В соответствии с задачами исследования проводили выпечку хлебобулочных изделий в лабораторных условиях. Тесто для хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки готовили на заварном полуфабрикате безопасным способом (таблица 2.7). Тесто для хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы готовили на полуфабрикате из цельного зерна пшеницы опарным способом. Полуфабрикат из цельного зерна пшеницы готовили на сыворотке (таблица 2.8), с внесением КМКЗ (таблица 2.9) и на кефире (таблица 2.10).

Таблица 2.7 – Рецепт и режим приготовления хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки безопасным способом

Наименование сырья, полуфабрикатов и показателей процесса	Расход сырья и параметры процесса приготовления	
	заварки	теста
1	2	3
Мука пшеничная первого сорта, кг	5	73
Мука ржаная обдирная, кг	–	17
Молочная сыворотка подсырная, кг	30	–
Сахар – песок, кг	–	2
Растительное масло, кг	–	2
Соль поваренная пищевая, кг	–	1,5
Дрожжи хлебопекарные прессованные, кг	4	–
Мука из ржаного ферментированного солода, кг	5	–
Гидролизат из моллюсков, кг	3	–
Кунжут, кг	–	0,7

1	2	3
Яйца куриные, кг	–	0,7
Вода, кг	–	по расчету
Влажность, %	89	48
Продолжительность брожения, мин.	10 - 15	25 - 30

Таблица 2.8 – Рецепт и режим приготовления теста для хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы на сыворотке молочной подсырной опарным способом

Наименование сырья, полуфабрикатов и показателей процесса	Расход сырья и параметры процесса приготовления теста	
	полуфабриката из цельного зерна пшеницы	теста
Зерно пшеницы, кг	75	–
Мука пшеничная первого сорта, кг	–	25
Молочная сыворотка подсырная, кг	75	–
Сахар-песок, кг	–	2
Растительное масло, кг	–	2
Соль поваренная пищевая, кг	–	2
Дрожжи хлебопекарные прессованные, кг	2	–
Гидролизат из моллюсков, кг	3	–
Вода, кг	–	по расчету
Влажность, %	48 - 52	51±0,5
Продолжительность брожения, мин.	50 - 60	20 - 40

Таблица 2.9 – Рецепт и режим приготовления теста для хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы с внесением КМКЗ опарным способом

Наименование сырья, полуфабрикатов и показателей процесса	Расход сырья и параметры процесса приготовления	
	полуфабриката из цельного зерна пшеницы	теста
1	2	3
Зерно пшеницы, кг	75	–
Мука пшеничная первого сорта, кг	–	25
КМКЗ, кг	10	–
Сахар-песок, кг	–	2
Растительное масло, кг	–	2

1	2	3
Соль поваренная пищевая, кг	–	2
Дрожжи хлебопекарные прессованные, кг	2	–
Гидролизат из моллюсков, кг	3	–
Вода, кг	по расчету	–
Влажность теста, %	48 - 52	51±0,5
Продолжительность брожения теста, мин.	50 - 60	20 - 40

Таблица 2.10 – Рецептура и режим приготовления теста для хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы на кефире опарным способом

Наименование сырья, полуфабрикатов и показателей процесса	Расход сырья и параметры процесса приготовления	
	полуфабриката из цельного зерна пшеницы	теста
Зерно пшеницы, кг	75	–
Мука пшеничная первого сорта, кг	–	25
Кефир, кг	75	–
Сахар-песок, кг	–	2
Растительное масло, кг	–	2
Соль поваренная пищевая, кг	–	2
Дрожжи хлебопекарные прессованные, кг	2	–
Гидролизат из моллюсков, кг	3	–
Вода, кг	–	по расчету
Влажность, %	48 - 52	51±0,5
Продолжительность брожения, мин.	50 - 60	20 - 40

Тесто для хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки замешивали в лабораторной тестомесильной машине KENWOOD в течение 10 мин, для хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы процесс замешивания проходил в течение 5 мин. Свежезамешанное тесто помещали в расстойный шкаф при температуре 30 °С на 25 мин – для изделий из смеси пшеничной и ржаной муки и на 30 минут – для изделий из цельного зерна пшеницы. Из свежесброженного теста отвешивали куски массой 0,055 кг для выпечки подовых хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки и формовых изделий из цельного зерна пшеницы. Разделку и формование производили вручную; окончательную расстойку – в расстойном шкафу

с пароувлажнением при температуре 35 ± 1 °С в течение 25 мин. Изделия выпекали в печи с пароувлажнением при температуре 190 - 220 °С в течение 20 мин.

2.4 Методы исследования полуфабрикатов и изделий

Определение бродильной активности микроорганизмов по изменению окраски метиленового синего проводили по методике, приведенной в «Технохимическом контроле хлебопекарного производства» авторов Корячкиной С. Я. и Березиной Н. А. [54].

Титруемую кислотность в полуфабрикатах определяли по стандартной методике, приведенной в [54].

Газообразующую способность 100 г теста измеряли по количеству выделившегося в процессе брожения CO_2 волюмометрическим методом на приборе АГ-1М [31].

Технологические свойства теста с добавлением гидролизата из моллюсков определяли на фаринографе фирмы «Brabender», описывающего процесс образования теста и поведение его в условиях непрерывной механической обработки. По форме фаринограмм определяли следующие показатели: время образования и устойчивость теста, его эластичность, консистенцию и разжижение [122].

Физические свойства теста изучали на альвеографе фирмы «Chopin» по ГОСТ 28795-90 [8].

Пробную лабораторную выпечку хлебобулочных изделий проводили в учебно-производственной лаборатории «Обслуживающие технологии» Луганского национального университета имени Тараса Шевченко в соответствии с ГОСТ 27669-88 [63]. Анализ хлебобулочных изделий проводили через 24 часа после выпечки общепринятыми методами.

Влажность хлебобулочных изделий определяли по ГОСТ 21094-75 [212].

Кислотность хлебобулочных изделий определяли по ГОСТ 5670-96 [212].

Пористость хлебобулочных изделий определяли по ГОСТ 5669-96 [212].

Органолептическую оценку качества проводили по показателям внешнего вида, состояния мякиша, вкуса, запаха по методике, приведенной в [66, 108].

При расчете химического состава 100 г хлебобулочных изделий использовали таблицы [34, 121, 127].

Экспериментальные исследования проводили в 3 - 5 повторностях.

2.5 Математические методы обработки экспериментальных данных

Для подтверждения достоверности полученных результатов экспериментальные данные обрабатывали методом экспериментально-статистической оптимизации (методом «крутого восхождения») [71].

Обработка экспериментальных данных состояла в оценке дисперсии воспроизводимости данных, расчета коэффициентов уравнения регрессии, проверке существенности коэффициентов уравнения регрессии, проверке коэффициентов регрессии и адекватности уравнения регрессии. Ошибка опыта S_u^2 оценивается по параллельным опытам. Перед расчетом ошибки опыта проводили проверку рассеивания опытов в каждой точке факторного пространства. С этой целью рассчитывали полинейные дисперсии S_u^2 и проверили их однородность. Расчет проводили по формуле:

$$S_u^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{k=1}^m (Y_{uk} - \bar{Y}_u)^2, \quad (2.1)$$

где \bar{Y}_u – среднее значение Y по параллельным опытам u -й линии матрицы планирования; k – номер повторности опыта ($k = 1...m$).

Проверку однородности дисперсий S_u^2 проводили по критерию Кохрена, рассчитывая значение по формуле:

$$G_p = \frac{S_u^2 \max}{\sum_{u=1}^N S_u^2}, \quad (2.2)$$

где $S_u^2 \max$ – максимальное значение с линейных дисперсий; $\sum_{u=1}^N S_u^2$ – сумма всех дисперсий по N линиям матрицы планирования.

Если выполняется условие:

$$G_p < G_T, \quad (2.3)$$

то гипотеза об однородности дисперсий принимается.

После реализации эксперимента осуществлена статистическая обработка результатов, которая заключалась в получении коэффициентов регрессии математической модели и оценке ее адекватности исследовательского процесса. G_T находят для числа степеней свободы $f_1 = m - 1$ и $f_2 = N$ и уровня существенности q . Для технологических расчетов принимается 5% -й уровень существенности $q = 0,05$. Усредним полинейные дисперсии по формуле

$$S_0^2 = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N S_u^2 = \frac{1}{N(m-1)} \sum_{u=1}^N \sum_{k=1}^m (Y_{uk} - \bar{Y}_u)^2, \quad (2.4)$$

где $N(m-1) = f_0$ – число степеней свободы

Коэффициенты уравнения регрессии рассчитываются по формуле:

$$b_i = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N X_{iu} \bar{Y}_u \quad (i = 1, 2, \dots, n), \quad (2.5)$$

$$\text{где: } \bar{Y}_u = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m Y_{uk},$$

Тогда уравнение регрессии в кодированной форме имеет вид:

$$Y = 4,71 + 1,39X_1 + 0,88 X_2 + 0,53 X_3, \quad (2.6)$$

Различные факторы по-разному влияют на критерий оптимальности. Оценку этого воздействия осуществляют по критерию Стьюдента, который рассчитывается по формуле:

$$t_{ip} = \frac{|b_i|}{S_{b_i}}, \quad (2.7)$$

где $|b_i|$ - абсолютное значение i -го коэффициента регрессии; S_{b_i} по формуле:

$$S_{b_i}^2 = \frac{S_0^2}{N}, \quad (2.8)$$

Пригодность линейного уравнения регрессии для решения уравнения задачи поиска области оптимума проверяется по критерию Фишера, который рассчитывается по формуле:

$$F_p = \frac{S_{o\partial}^2}{S_0^2}, \quad (2.9)$$

где $S_{o\partial}^2$ - дисперсия адекватности, равная:

$$S_{o\partial}^2 = \frac{1}{N-l} \sum_{u=1}^N (\bar{Y}_u - Y_u)^2, \quad (2.10)$$

где l - число членов в уравнении регрессии, оставшихся после оценки существенности; Y_u - расчетное значение критерия оптимальности согласно полученным уравнениям.

Пригодность линейного уравнения регрессии для решения уравнения задачи поиска области оптимума проверяется по критерию Фишера (F_p), который рассчитывается по формуле :

$$F_p = \frac{S_{o\partial}^2}{S_0^2}, \quad (2.11)$$

где $S_{o\partial}^2$ - дисперсия адекватности.

На основе комплексного клинико-лабораторного исследования были оценены терапевтические и радиозащитные свойства добавки «Рапамид», хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки и хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы у подростков школьного возраста – жителей радиоактивно загрязненных территорий.

Клиническую эффективность разработанных изделий оценивали с помощью специального унифицированного протокола: «Протокол оценки клинической эффективности пищевых продуктов с радиозащитными свойствами», где фиксировались данные клинического наблюдения, наличие побоч-

ных эффектов и аллергических реакций, результаты лабораторных и инструментальных исследований.

Содержание цезия-137 в организме подростков школьного возраста контролировалось на метрологически обеспеченном счетчике излучения человека (СИЧ) Скринер – 3М.

Кровь исследовали на полуавтоматическом гемоанализаторе фирмы "SYSMEX" (Япония) с определением следующих параметров: количество лейкоцитов, эритроцитов, тромбоцитов, концентрация гемоглобина. Исследования лейкоцитограммы проводилось на окрашенных по Романовскому-Гимза мазках периферической крови.

Популяционный и субпопуляционный состав иммунокомпетентных клеток изучали методом проточной цитофлюориметрии. Использовалась панель моноклональных антител к рецепторам клеток: CD3 + 19-, CD4 + 8-, CD4-8 +, CD3-56 +, CD3 + 56 +, CD3-19 +. Дифференцирование и подсчет клеток осуществлялись на проточном цитофлюориметре FACStar Plus фирмы «Becton Dickinson». Контролем служили флюорисцентные микросферы, меченые FITC («Calibrite», Dickinson). Математическая обработка материала осуществлялась автоматически по программам FACStar Plus на компьютере HP310.

Уровень сывороточных иммуноглобулинов основных классов А, М, G изучали методом простой радиальной иммунодиффузии в агаровом геле [11].

Для оценки функционального состояния нейтрофилов периферической крови определяли их впитывающую способность путем постановки реакции фагоцитоза с частицами латекса, которую выражали процентом нейтрофилов, поглощали частицы латекса (ПФ), и средним количеством частиц, поглощенных одним фагоцитом (ФЧ или индекс фагоцитоза) [12].

Интенсивность свободнорадикальных процессов в биосредах организма детей (сыворотка крови и эритроциты) определяли методом инициированной хемилюминесценции.

Принцип метода инициированной хемилюминесценции заключается в регистрации спонтанного и усиленного (инициированного) свечения субстрата, вызванного наличием свободнорадикальных процессов в нем с помощью квантометрического прибора – хемилюменометра. В работе использовался хемилюминометр ХЛМИЦ-01 отечественного производства [13].

При определении интенсивности свободнорадикальных процессов в сыворотке крови и эритроцитах в течение 1 мин регистрировали спонтанную хемилюминесценцию образца. После введения в образец инициатора (3% водного раствора перекиси водорода) в течение 10 мин регистрировали инициированную хемилюминесценцию. Оценивали светосумму инициированной хемилюминесценции (интегральный показатель, характеризующий скорость использования свободных радикалов вследствие их взаимодействия с антиоксидантами) и амплитуду быстрой вспышки (показатель, отражающий содержание гидроперекисей липидов в субстрате, который исследуется). Показатели светосуммы инициированной хемилюминесценции за 10 мин и быстрой вспышки определяли за вычетом уровня спонтанного свечения субстрата.

Все клинические исследования проводили в клинике ГУ "ННЦРМ НАМН Украины" высшей категории аккредитации. Аккредитационный сертификат серия МЗ №006347, от 17 октября 2011 года. Срок действия сертификата с 17 октября 2011 по 17 октября 2014 года, регистрационный номер 3916.

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью программного обеспечения Microsoft Excel к персональному компьютеру.

ГЛАВА 3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ ИЗ СМЕСИ ПШЕНИЧНОЙ И РЖАНОЙ МУКИ

3.1 Исследование влияния гидролизата из моллюсков на свойства теста из смеси пшеничной и ржаной муки, активности дрожжей и молочнокислых бактерий

Одним из основных процессов при производстве хлебобулочных изделий является дрожжевое брожение. Все дрожжи, которые используются в хлебопечении, относятся к виду *Saccharomyces cerevisiae*. При брожении происходит интенсивное выделение диоксида углерода, который задерживается в тесте. Образованный спирт удаляется в процессе выпекания.

Исследовали влияние гидролизата из моллюсков при внесении его в дрожжевую суспензию в количестве 1,5 %, 3,0 %, 4,5 %, 6,0 %, 9,0 % и 12,0 % от массы муки на скорость размножения и жизнедеятельность дрожжей [151]. Полученные результаты приведены на рис. 3.1.

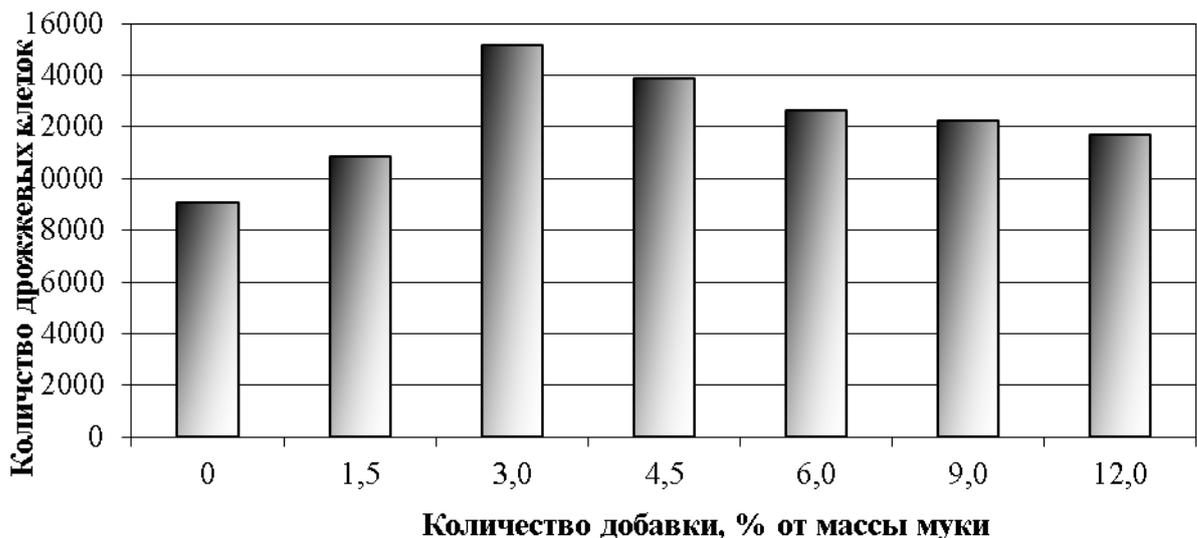


Рисунок 3.1 – Влияние гидролизата из моллюсков на размножение дрожжевых клеток в течение 1 ч

Анализ данных свидетельствует о том, что гидролизат из моллюсков способствует интенсификации процессов размножения дрожжевых клеток. Установлено, что уже при добавлении 1,5 % гидролизата из моллюсков количество дрожжевых клеток увеличилось на 19,5 %, при добавлении 3,0 % – на 66,8 %. При добавлении 4,5 % гидролизата из моллюсков наблюдалось уменьшение интенсивности размножения дрожжевых клеток, но количество клеток все равно было больше, чем в контрольном образце (на 28,7 - 52,6 %). По видимому, это обусловлено наличием в его составе аминокислот, микроэлементов, минеральных веществ, витаминов.

Так, предыдущими исследованиями отечественных и зарубежных ученых [21] установлено, что эти вещества оказывают положительное влияние на размножение и жизнедеятельность дрожжей. Особенно важно отметить роль свободных аминокислот, которые являются одновременно источником азота и углерода для питания дрожжевых клеток. Благодаря ассимиляции свободных аминокислот обеспечивается синтез белка в дрожжевой клетке и ускоряются процессы почкования.

Из графика видно, что наиболее оптимальным является добавление гидролизата в количестве 3,0 % от массы муки. При более высокой концентрации гидролизата из моллюсков заметно снижается количество дрожжевых клеток.

Это может быть обусловлено высокой концентрацией хлористого натрия (6 г на 100 г добавки) в гидролизате. Повышенная концентрация соли отрицательно сказывается на процессе размножения дрожжевых клеток, следовательно, увеличивается продолжительность созревания теста.

В силу того, что в настоящее время для производства хлебобулочных изделий на предприятиях питания и промышленных предприятиях наиболее широкое распространение получили прессованные дрожжи, для проведения экспериментов применяли хлебопекарные прессованные дрожжи, которые соответствуют требованиям нормативной документации по качеству: показа-

тель подъемной силы составлял 70 мин, осмочувствительность – 18 мин, что соответствует требованиям ГОСТ Р 54731-2011 [28].

Критерием оценки влияния гидролизата из моллюсков на качество дрожжей служили подъемная сила и осмочувствительность дрожжей [43]. Выбор указанных показателей технологических свойств дрожжей определялся тем, что от величины подъемной силы во многом зависит продолжительность созревания теста и его разрыхленность, а значение осмочувствительности дрожжей обуславливает целесообразность их использования для получения мучных изделий безопасным способом.

Тесто готовили безопасным способом. Гидролизат из моллюсков вводили при замесе теста. Подъемную силу дрожжей определяли по стандартной методике [28], осмочувствительность – по сравнительной оценке подъемной силы в тесте без соли и с повышенным содержанием соли.

При выборе количества гидролизата из моллюсков, который был использован для активации дрожжей, основывались на результатах ранее проведенных исследований [151].

Выбирая продолжительность и температуру активации дрожжей в присутствии гидролизата из моллюсков, руководствовались существующими в источниках литературы рекомендациями по повышению ферментативной активности прессованных дрожжей. Некоторыми способами активации дрожжей предусмотрена их выдержка в среде активации при температуре 30 - 35 °С в течение 5 - 20 мин. [117], другими – при 35 - 40 °С в течение 20 - 40 мин. [52]. Учитывая выше сказанное и опыт специалистов предприятий ресторанного хозяйства и хлебопекарной промышленности г. Луганска, нами был принят следующий режим активации дрожжей с добавлением гидролизата из моллюсков: при температуре 35 °С в течение 20 мин.

Известно, что большинство сред для активации дрожжей в качестве источника питательных веществ для дрожжевых клеток содержат в своем составе муку. Поэтому при исследовании влияния гидролизата из моллюсков на подъемную силу дрожжей считали необходимым проводить активацию,

как в присутствии смеси ржаной и пшеничной муки в среде активации, так и без муки. Соотношение «мука: вода» в питательной смеси составляло 1,0: 1,5 [78].

Подъемная сила дрожжей является одним из показателей их качества. Величину этого показателя определяли ускоренным методом по скорости всплывания шарика теста [52].

Для подготовки образцов в качестве жидкости для замеса теста использовали воду и молочную сыворотку, муку пшеничную первого сорта, муку ржаную обдирную. Добавление в питательную среду молочной сыворотки обеспечивает наличие слабокислой среды, которая является оптимальной для жизнедеятельности дрожжей.

Результаты исследования подъемной силы дрожжей представлены на рис. 3.4.

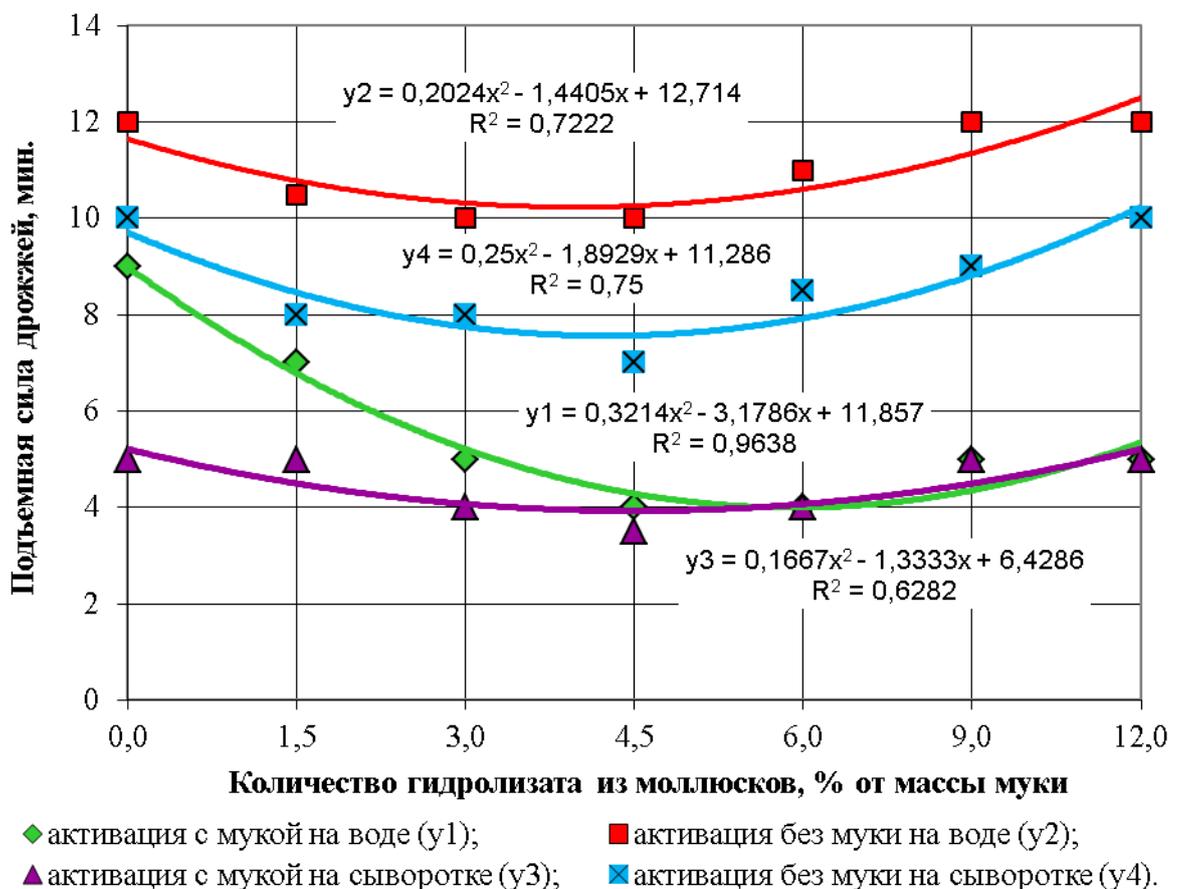


Рисунок 3.2 – Влияние гидролизата из моллюсков на подъемную силу дрожжей

Как видно из рис. 3.2, выдержка дрожжей в течение 20 мин. в воде с внесением гидролизата из моллюсков даже без добавления муки улучшает их подъемную силу на 8,3 - 16,7 %.

При внесении муки в среду активации улучшения подъемной силы дрожжей на 22 % наблюдается уже при дозировке 1,5 % (от общей массы муки) гидролизата из моллюсков. Максимальный эффект активации достигается при дозировке гидролизата 3,0 - 9,0 %. Подъемная сила дрожжей при этом улучшается по сравнению с аналогичным показателем контрольного образца на 55 %. Повышение содержания гидролизата из моллюсков более 9 % (от общей массы муки) приводит к снижению эффекта активации.

Замена воды молочной сывороткой в среде активации дрожжей без муки положительно влияет на их подъемную силу. Добавление гидролизата из моллюсков в эту среду в количестве от 1,5 до 9,0 % улучшает подъемную силу дрожжей на 33 - 42 % по сравнению с контролем, причем низкие концентрации от 1,5 до 4,5 % улучшают подъемную силу на 42 % , а более высокие – только на 33 %.

Гораздо более значительный эффект достигается в присутствии муки в среде активации. При аналогичных дозировках гидролизата из моллюсков подъемная сила улучшается на 50 - 70 %. При этом наиболее заметное улучшение (на 70 %) достигалось при дозировании 4,5 % гидролизата из моллюсков от массы муки.

Эффект активации дрожжей также оценивали по осмочувствительности дрожжей. Показатель осмочувствительности характеризует толерантность дрожжей к высокому осмотическому давлению, которое может иметь место в полуфабрикатах. Величину осмочувствительности клеток определяли по методу, который основывается на сравнительной оценке подъемной силы в тесте без соли и с повышенным ее содержанием.

Результаты определения осмочувствительности подтвердили, что данная добавка положительно влияет на свойства дрожжей (рис. 3.3). Причем,

активация дрожжей с мукой происходит быстрее, чем активация дрожжей без добавления муки.

Оптимальной дозировкой гидролизата из моллюсков для снижения осмочувствительности является 3,0 - 9,0 %. Примечательным является тот факт, что активация дрожжей с добавлением добавки более 10,5 % приводит к повышению их осмочувствительности, однако ее величина все же оставалась ниже контрольной.

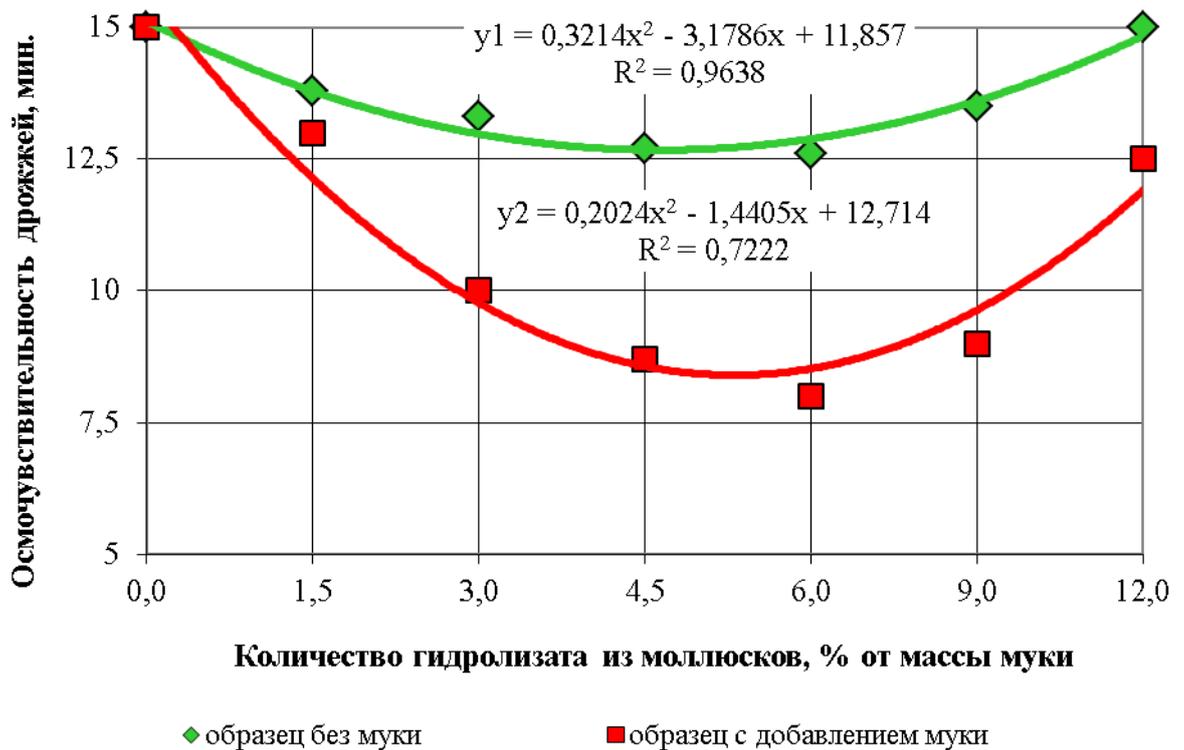


Рисунок – 3.3 Влияние гидролизата из моллюсков на осмочувствительность дрожжей

Таким образом, можно сделать вывод, что добавление гидролизата из моллюсков в количестве 3,0 - 9,0 % в среду активации положительно влияет на жизнедеятельность дрожжевой клетки, что позволяет значительно улучшить подъемную силу дрожжей и позволяет снизить осмочувствительность дрожжевой клетки, что является предпосылкой для интенсификации процессов брожения при использовании технологии производства хлебобулочных изделий безопасным способом.

О способности дрожжевых клеток использовать собственные сахара муки и мальтозу, которая накапливается в тесте в процессе расщепления крахмала и декстринов, судили по величине зимазной и мальтазной активности дрожжей.

Зимазную (ЗА) и мальтазную (МА) активность дрожжей определяли с помощью микрогазометра Елецкого по стандартным методикам [28] и выражали время в минутах, затраченных для выделения 10 см^3 диоксида углерода при сбраживании 5%-го раствора глюкозы или мальтозы. Ферментативную активность (ФА) определяли в начальных дрожжах (контроль) и с добавлением гидролизата из моллюсков в количестве, пропорциональном дрожжам в тесте (1:1). Результаты экспериментов показаны на рис. 3.4.

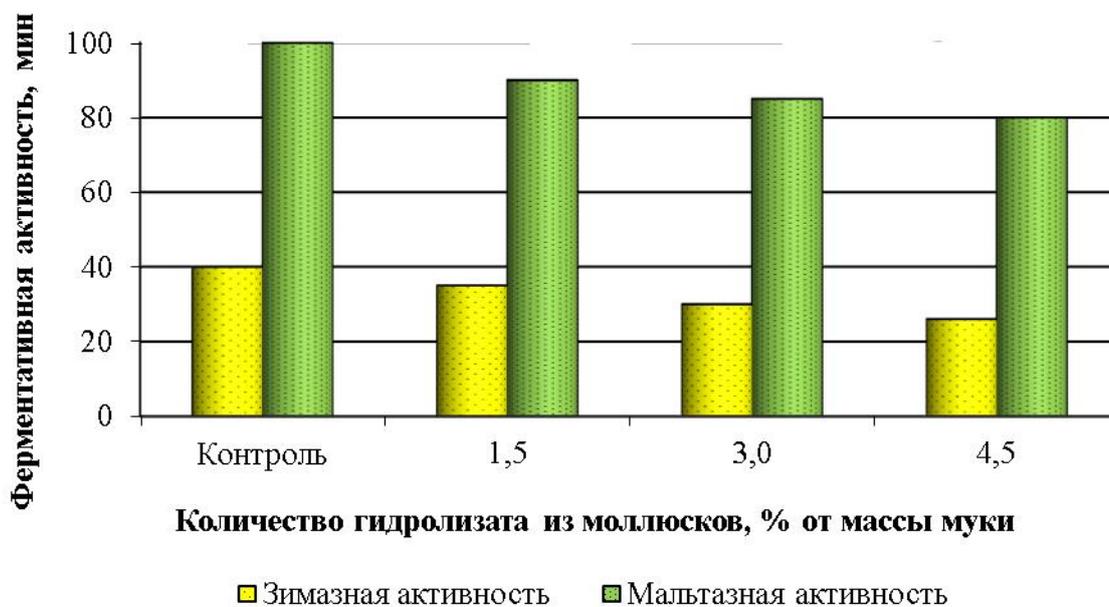


Рисунок – 3.4 Изменение зимазной (ЗА) и мальтазной (МА) активности дрожжей в присутствии гидролизата из моллюсков

Установлено, что активность ферментов зимазного комплекса в присутствии гидролизата из моллюсков в количестве 1,5 % возрастает на 12,5 %, 3,0 % добавки – на 25,0 %, 4,5 % – на 35,0 % по сравнению с контролем, а мальтазная активность – на 10,0 %, 15,0 % и 20,0 % соответственно, что говорит об интенсификации процессов энергетического обмена у дрожжей при

добавлении гидролизата и является предпосылкой снижения продолжительности брожения дрожжевого теста.

При производстве хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы тесто готовили на жидкой концентрированной молочнокислой закваске (КМКЗ). Влажность этой закваски составляет 63 - 66 %, кислотность – 14 - 18 град. В цикле разведения жидкую закваску выводят из лактобактерина с использованием смеси чистых культур молочнокислых бактерий *L. plantarum* – 30, *L. brevis* – 1, *L. fermenti* – 34, *L. casei* – 26 [77].

Распространенным методом косвенного определения активности молочнокислых бактерий в закваске и тесте является применение индикаторов, восстановленные формы которых под действием ферментов микроорганизмов меняют окраску.

Одним из самых распространенных методов определения активности бродильной микрофлоры полуфабрикатов в хлебопекарной промышленности является метод восстановления метиленовой сини [79]. Он базируется на восстановлении индикатора метиленовой сини и его обесцвечивание за счет окисления углеводов полуфабриката во время брожения. Этот метод отражает суммарную активность кислотообразующей микрофлоры полуфабрикатов, но в большей степени – активность молочнокислых бактерий.

Для оценки влияния гидролизата из моллюсков на активность молочнокислых бактерий определяли ее в модельных образцах КМКЗ с добавлением гидролизата (рис. 3.5).



Рисунок 3.5 – Влияние гидролизата из моллюсков на активность молочнокислых бактерий в КМКЗ

Выявлено, что внесение в КМКЗ гидролизата из моллюсков в количестве 1,5 % повышает активность молочнокислых бактерий на 6,25 %, с добавлением 3,0 % добавки – на 20,8 %. Добавление 4,5 % и более гидролизата из моллюсков снижает активность молочнокислых бактерий на 12,5 - 25,0 %. То есть, при добавлении гидролизата из моллюсков в количестве 3,0% активность молочнокислых бактерий максимальная.

Очевидно, что внесение гидролизата из моллюсков в количестве 3,0 % от общей массы муки во время приготовления теста целесообразно, так как уменьшается продолжительность процесса созревания, что позволяет сократить процесс брожения теста до 40 мин.

Активность молочнокислых бактерий в КМКЗ определяли также по динамике изменения активной кислотности. Эти исследования проводили с добавлением гидролизата из моллюсков в количестве 1,5 %, 3,0 %, 4,5 % от общей массы муки. В качестве контрольного образца использовали КМКЗ без добавления гидролизата.

В ходе исследований установлено (рис. 3.6), что добавление гидролизата из моллюсков снижает величину рН среды. Так, при добавлении 1,5 % гидролизата из моллюсков за 240 мин брожения величина рН снижается на 2,15 %, при добавлении 3,0 % – на 4,3 %, 4,5 % – на 5,3 % по сравнению с контролем.

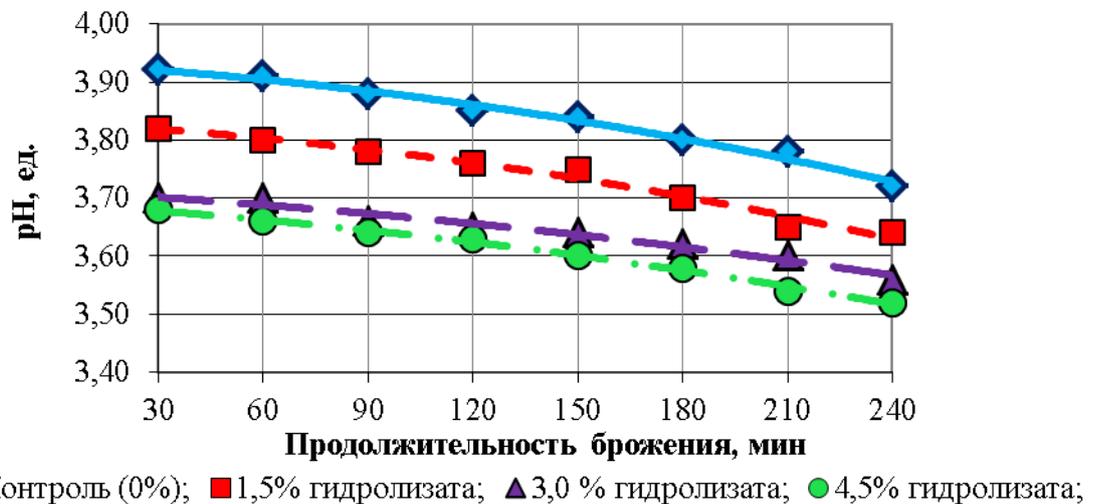


Рисунок 3.6 – Изменение активной кислотности КМКЗ во время созревания

То есть с увеличением количества гидролизата из моллюсков от 3,0 % до 4,5 % снижения рН составляет на 1,12 %, поэтому за оптимальное количество добавки можно принять 3,0 % гидролизата из моллюсков, учитывая то, что при добавлении 4,5 % гидролизата ухудшаются органолептические показатели изделий.

Важным компонентом муки, который играет значительную роль в структурообразовании теста и формировании качества готовой продукции, является крахмал – основная по количеству составная часть муки.

При нагревании крахмала в присутствии воды происходит его клейстеризация. Этот процесс имеет огромное значение при выпечке мучного теста, так как при этом происходит глубокое изменение свойств системы и скорости ферментативных процессов.

Имеющиеся в литературе многочисленные данные о влиянии различных факторов на процесс клейстеризации и на конечную вязкость клейстеризующейся суспензии, в основном, относятся к чистому крахмалу [36]. Однако, на практике приходится иметь дело с более сложной, многокомпонентной системой. Хотя в муке количественно преобладает крахмал, но в ней присутствуют и другие полисахариды, в частности пентозаны и гексозаны, растворимые в воде, которые влияют на вязкость клейстеризующейся суспензии. Присутствие растворимых в воде белков также не может не повлиять на начальную и конечную вязкость.

Тем не менее, исследования мучной суспензии с различными добавками может дать достаточно полное представление об изменении крахмала при клейстеризации.

С точки зрения технологии, изучение процесса клейстеризации крахмала дает представление о формировании структуры изделий в процессе выпекания. Изменение крахмала при клейстеризации имеет решающее значение для образования мякиша изделий достаточного качества. Так, амилограмма с очень высокой максимальной вязкостью характеризует муку, дающую сухой, часто крошащийся мякиш. Амилограмма с очень низкой максимальной вяз-

костью свидетельствует о высокой активности амилолитических ферментов и расщеплении крахмала с образованием большого количества промежуточных продуктов расщепления – декстринов, приводящих к образованию липкого мякиша изделий.

Целью исследований было изучение влияния гидролизата из моллюсков на процесс клейстеризации крахмала из смеси пшеничной и ржаной муки.

Исследование процесса клейстеризации крахмала проводили с помощью амилографа Брабендера. Этот прибор отображает в графической форме изменение вязкости водно-мучной суспензии при постоянно возрастающей температуре. Увеличение вязкости обуславливается клейстеризацией крахмала вследствие воздействия высокой температуры [2].

При проведении исследований влияния гидролизата из моллюсков на состояние углеводно-амилазного комплекса смеси пшеничной и ржаной муки готовили суспензию из 80 гр смеси пшеничной первого сорта, ржаной обдирной муки, муки из ржаного ферментированного солода и гидролизата из моллюсков из расчета 1,5 %, 3,0 % и 4,5 % от общей массы муки. В качестве жидкости нами были использованы в первом опыте вода, во втором – молочная сыворотка. В качестве контроля мы брали два образца: контроль 1 – это суспензия, которая была замешана на воде из смеси пшеничной и ржаной муки, контроль 2 – это та же суспензия, но с добавлением муки из ржаного ферментированного солода.

Результаты исследований, представленные на рис. 3.7 - 3.8, позволяют оценить влияние рецептурных компонентов на свойства крахмала пшеничной и ржаной муки.

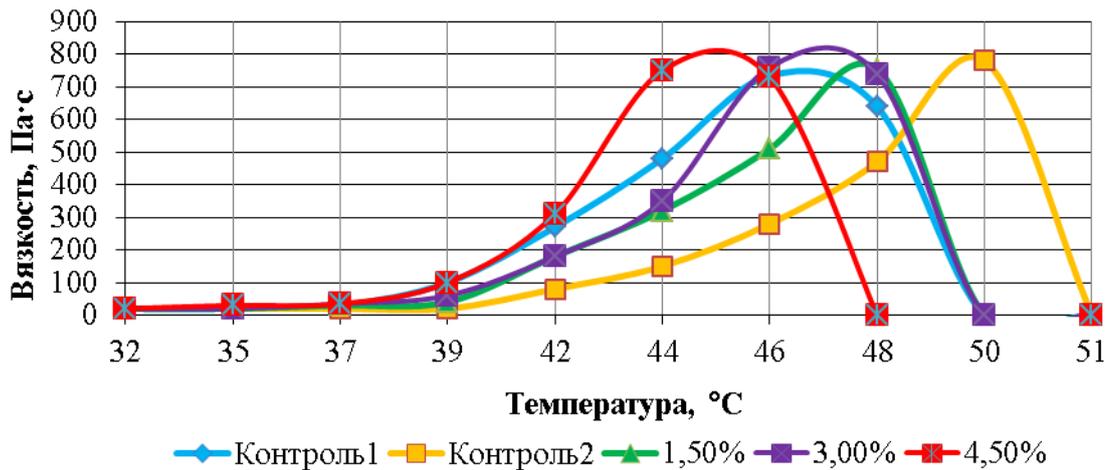


Рисунок 3.7 – Влияние гидролизата из моллюсков на состояние углеводно-амилазного комплекса смеси пшеничной и ржаной муки на воде

Установлено, что внесение муки из ржаного ферментированного солода в количестве 5 % от общей массы муки (рис. 3.8) снижает температуру клейстеризации крахмала смеси муки (на 3,0 °C), сокращает время до начала клейстеризации на 2 мин и уменьшает значение максимальной вязкости суспензии на 5,1 %. Это обусловлено, вероятно, большей, по сравнению с мукой, активностью ферментов в солоде.

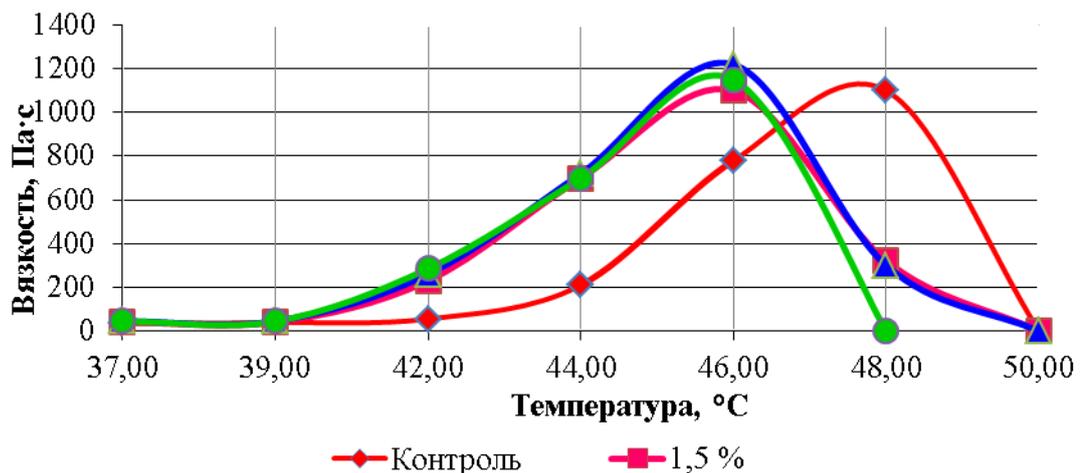


Рисунок 3.8 – Влияние гидролизата из моллюсков на состояние углеводно-амилазного комплекса смеси пшеничной и ржаной муки на молочной сыворотке

Как видно из рис. 3.7 - 3.8, гидролизат из моллюсков значительно влияет на вязкость клейстеризующейся суспензии.

В контрольном образце 2 показатель высоты амилограммы составляет 735 ед. А при замесе на воде и 1100 ед. А при замесе на сыворотке. Добавление в смесь из пшеничной и ржаной муки гидролизата из моллюсков положительно влияет на вязкость крахмального клейстера. Так, при внесении гидролизата из моллюсков в количестве 1,5 % от общей массы муки вязкость суспензии, замешанной на воде, повышается на 2,7 %, при замесе на сыворотке значительных изменений не наблюдается (по сравнению с контролем). Добавление 3,0 % гидролизата из моллюсков способствует увеличению вязкости крахмального клейстера на 4,0 % и 13,6 % соответственно, а при добавлении 4,5 % гидролизата вязкость увеличивается на 2,0 % при замесе суспензии на воде и на 4,5 % при замесе на молочной сыворотке.

Повышение вязкости суспензии происходит, вероятно, за счет снижения активности амилолитических ферментов муки в присутствии гидролизата из моллюсков.

Для проверки влияния содержания гидролизата из моллюсков в растворе на активность амилолитических ферментов ржаной, пшеничной и смеси с ржаной и пшеничной муки нами были проведены исследования изменения величины числа падения на приборе ПЧП-3 при содержании гидролизата из моллюсков в растворе от 1,5 до 12,0 % от общей массы муки (рис. 3.9).

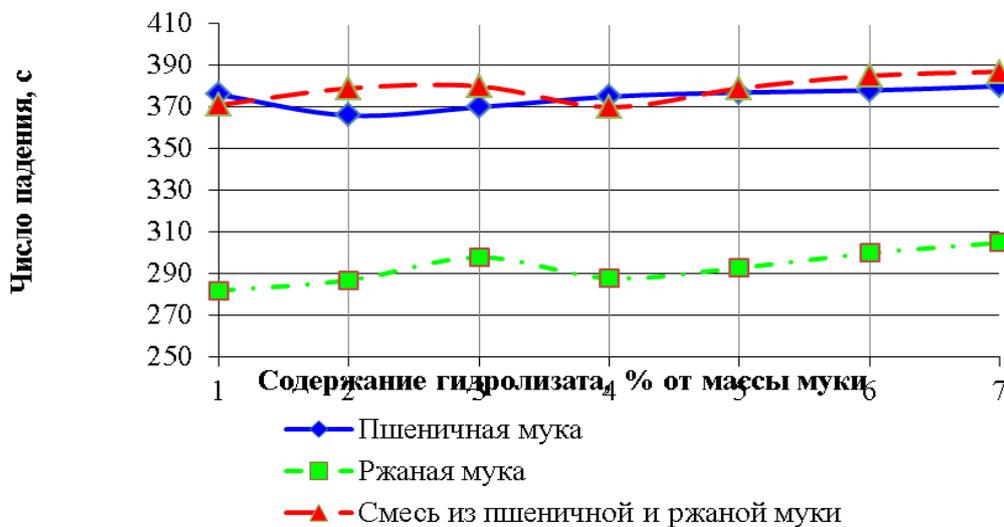


Рисунок – 3.9 Кривые зависимости амилолитической активности муки от содержания гидролизата из моллюсков в растворе

Был установлен рост величины числа падения при увеличении содержания гидролизата из моллюсков в растворе как в пшеничной, так и в ржаной муке и их смеси, но в смеси с пшеничной и ржаной муки число падения достигало большей величины при одинаковом содержании гидролизата из моллюсков в растворе. Так, при содержании гидролизата из моллюсков в количестве 1,5 % величина числа падения в пшеничной муке составляла 366 с, в ржаном – 287 с, в то время как в смеси с пшеничной и ржаной муки – 379 с.

При содержании гидролизата из моллюсков в количестве 12,0 % разница в величинах числа падения еще заметнее: число падения ржаной муки на 22,4 % ниже, чем в смеси с пшеничной и ржаной муки. Значение показателя числа падения пшеничной муки на 2 % ниже этого показателя в смеси с пшеничной и ржаной муки. Это обусловлено, вероятно, как значительно более низкой активностью амилолитических ферментов в пшеничной муке, так и большей доступностью ржаного крахмала воздействию амилолитических ферментов [158].

По результатам этих исследований можно сделать вывод, что гидролизат из моллюсков значительно снижает активность амилолитических ферментов муки при содержании их в растворах более 3,0 % от общей массы муки. В нашем случае, заварку готовили с добавлением 5 % муки из ржаного ферментированного солода и 3,0 % гидролизата из моллюсков от общей массы муки. На основании полученных данных можно предположить, что процесс ферментативного гидролиза крахмала муки под влиянием ферментов, содержащихся в самой муке, будет происходить медленно. Для интенсификации процессов гидролиза крахмала при приготовлении заварки с использованием гидролизата из моллюсков, мы предлагаем добавлять муку из ржаного ферментированного солода.

Основным фактором, обуславливающим силу пшеничной муки, является белково-протеиназный комплекс. Чем больше в муке белка, чем плотнее и прочнее его структура и, следовательно, ниже его атакуемость протеиназой, чем меньше в муке активность протеиназы и активаторов протеолиза,

тем сильнее мука и тем лучше и устойчивее будут структурно-механические свойства теста из нее.

Исследовали влияние гидролизата из моллюсков на реологические свойства (упругость, растяжимость) и выход клейковины пшеничной муки [45]. Образцы для проведения экспериментов готовились с использованием пшеничной муки первого сорта со следующими показателями качества: содержание сырой клейковины 25,1 %, ИДК 75 ед. прибора, число падения 330 ед. прибора, водопоглотительная способность по фаринографу 55,4 %.

Гидролизат из моллюсков дозировали в количестве от 1,5 до 12 % от массы муки. В качестве контроля использовали образцы из муки пшеничной первого сорта без добавления гидролизата из моллюсков (табл. 3.1).

Таблица 3.1 – Рецептúra образцов для отмывания клейковины из муки 1 сорта

Сырье	Количество гидролизата из моллюсков, % от общей массы муки								
	контроль	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0	10,5	12,0
Мука пшеничная первого сорта, г	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Вода, мл	13,0	12,63	12,25	11,88	11,5	11,12	10,75	10,37	10,0
Гидролизат из моллюсков, мл	–	0,37	0,75	1,12	1,5	1,88	2,25	2,63	3,0

Результаты исследований влияния гидролизата на количество и качество клейковины пшеничной муки первого сорта представлены на рис. 3.10 - 3.12.

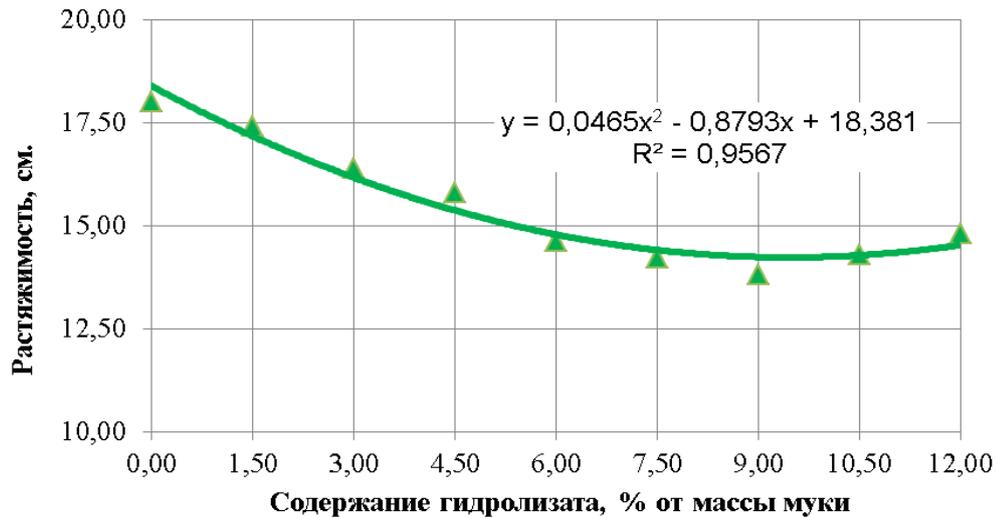


Рисунок 3.10. Влияние гидролизата из моллюсков на растяжимость клейковины муки

Установлено, что добавление гидролизата из моллюсков влияет на укрепление клейковины. Улучшаются физические и структурно-механические свойства клейковины, увеличивается «сила» муки.

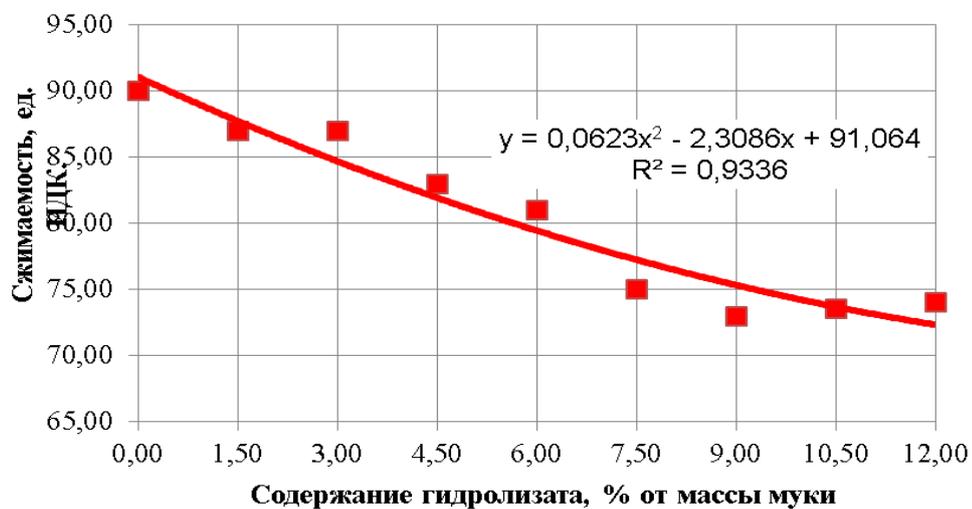


Рисунок 3.11 – Влияние гидролизата из моллюсков на сжимаемость клейковины муки

Выявлено, что качество отмытой клейковины в контроле находится на слабом удовлетворительном уровне (90 ед. ИДК) [27]. При добавлении гидролизата из моллюсков упругость клейковины снижается с 91 ед. до 74 ед. прибора.

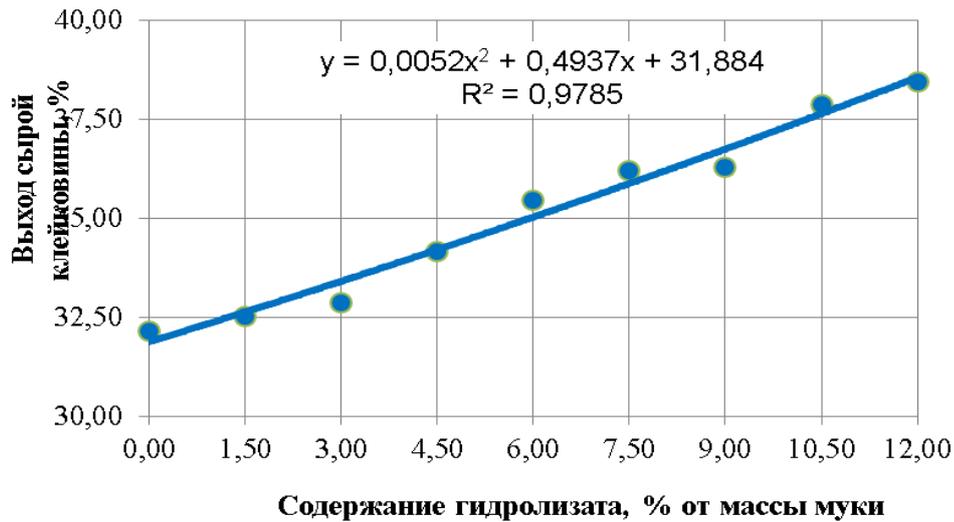


Рисунок 3.12 – Влияние гидролизата из моллюсков на выход сырой клейковины

Доказано, что выход сырой клейковины увеличивается по сравнению с контролем уже при внесении 1,5 % гидролизата (на 1, 2%), а при 12 % – на 17,7 %. Вероятно, это обусловлено наличием белков в добавке.

Таким образом, можно сделать вывод, что введение гидролизата из моллюсков в количестве 3 % и более в состав хлебобулочных изделий улучшает эластичность, уменьшает растяжимость клейковины пшеничной муки на 17,7 % и показатель ИДК на 16 %. Это влияние можно объяснить повышенным содержанием минеральных веществ, в частности NaCl, и значительным содержанием свободных аминокислот и пептидов в гидролизате.

3.2 Разработка способа приготовления теста из смеси пшеничной и ржаной муки с внесением гидролизата из моллюсков

По сравнению с пшеничной, хлеб из ржаной муки имеет меньший объем, темную окраску, менее разрыхленный, немного липковатый мякиш, явно выраженный кисловатый вкус и специфический аромат. Это связано с особенностями хлебопекарных свойств ржаной муки, обуславливающих технологию его приготовления.

Технология приготовления теста из смеси ржаной и пшеничной муки базируется на создании высокой кислотности теста с целью снижения в муке активности ферментов, углубление набухания белков, пентозанов, частиц оболочек. Изучению технологии ржаных сортов хлеба много внимания уделяли такие ученые, как Л. М. Казанская, М. И. Княгиничев, Н. П. Козьмина, украинские ученые – Л. И. Ведерникова, А. Я. Коваленко, Л. М. Маркианова, И. М. Ройтер и другие.

В ржаной муке, в отличие от пшеничной, кроме β -амилазы, присутствует активная α -амилаза. Крахмал ржаной муки легче поддается атакуемости ферментами и имеет примерно на 10 С ниже, чем пшеничный, температуру клейстеризации. Это способствует глубокому гидролитическому расщеплению крахмала с образованием низкомолекулярных декстринов, которые ухудшают состояние мякиша, придавая ему липкость.

Белки ржаной муки в тесте не образуют клейковинного каркаса. Они легко набухают, часть набухает неограниченно, пептизируется и переходит в коллоидный раствор. Поэтому ржаное тесто не имеет упругости и эластичности, для него не характерны высокая газодерживающая способность и формоустойчивость.

В ржаной муке содержится 4,5 - 7 % на сухие вещества сахаров. Это в основном сахара, что создает условия для активной жизнедеятельности микрофлоры в процессе созревания теста, обуславливает темную окраску корочки в результате реакции меланоидинообразования.

Пентозаны ржаной муки, а их в ней содержится 4,2 - 8,6 % в сухих веществах, набухают и образуют очень вязкие растворы.

Учитывая особенности белков и пентозанов ржаной муки, тесто из нее – это вязкий коллоидный раствор, в котором содержатся зерна крахмала, ограниченно набухшие белки и набухшие части оболочек. Поэтому физические свойства ржаного теста определяются структурно-механическими свойствами его вязкой фазы. Для него характерны вязкость и пластичность.

Исходя из особенностей углеводно-амилазного и белково-протеиназного комплексов ржаной муки, особенностей физикоидной характеристики теста из нее, для обеспечения качества хлеба необходимо создавать условия для снижения активности α -амилазы, для достаточно глубокого набухания и пептизации белков, набухания пентозанов и частиц оболочек. Это обеспечивается при высокой кислотности теста. Кислотность ржаного теста и хлеба на 3 - 5 град выше, чем пшеничного из муки того же выхода. Зона рН 4 - 5 является оптимальной для действия протеолитических ферментов, что способствует набуханию, пептизации белков, созданию вязкого коллоидного раствора. При рН 4,2 - 4,5 и температуре 73 – 85 С инактивируется α -амилаза. Поэтому технология ржаного хлеба и хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки предусматривает приготовление теста на заквасках. С развитием пекарен возникла необходимость производства ржаных сортов хлеба по ускоренной технологии. Это вызвано значительными перерывами в работе, что не дает возможности поддерживать необходимый технологический режим приготовления заквасок, которые применяются при традиционной технологии приготовления хлеба из ржаной муки. Применение готовых сухих или пастообразных заквасок, содержащих молочнокислые бактерии, значительно увеличивает себестоимость хлеба.

Предлагаемый нами способ производства теста из смеси пшеничной и ржаной муки ускоренным способом предусматривает приготовление заварки из части ржаной муки с добавлением подсырной молочной сыворотки, ферментированного ржаного солода и активации в ней после охлаждения до 31 -32 °С рецептурного количества прессованных дрожжей в течении 15 - 20 мин. Использование заквасок не предусмотрено. Рецепттура и режим приготовления заварного полуфабриката приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Рецептúra заварного полуфабриката для приготовления изделий из смеси пшеничной и ржаной муки

Наименование сырья и показателей процесса	Расход сырья и параметры процесса приготовления заварки
Мука пшеничная первого сорта, кг	5
Молочная сыворотка подсырная, кг	30
Дрожжи хлебопекарные прессованные, кг	5
Мука из ржаного ферментированного солода, кг	5

Целью приготовления заварки является клейстеризация крахмала и денатурация белков муки. Это создает благоприятные условия для гидролитических ферментных процессов, обеспечивающих максимальное накопление низкомолекулярных соединений, необходимых для питания дрожжей. Для приготовления заварки целесообразно использовать слабую с высокой автолитической активностью муку пшеничную первого сорта, ржаную обдирную, или их смесь в соотношении 1:1. Эти сорта муки обеспечивают накопление в заварке оптимального количества водорастворимых веществ, необходимых для питания микроорганизмов. Заваривание муки осуществляется водой с температурой 85 °С, чтобы предотвратить инактивацию ферментов муки. Для обеспечения глубокой клейстеризации крахмала температура заварки должна быть не ниже 65 - 67 °С. Под действием ферментов на клейстеризованный крахмал происходит глубокое гидролитическое расщепление биополимеров муки. В заварке накапливаются ди сахара, низкомолекулярные декстрины, азотистые вещества. Процессы гидролиза значительно ускоряются при наличии в среде молочной кислоты, что обеспечивается добавлением молочной сыворотки. Для жизнедеятельности дрожжей такая слабо - кислая среда является благоприятной. Охлаждение заквашенной заварки до $30 \pm 2^\circ\text{C}$ осуществляется с целью обеспечения оптимальных температурных условий для размножения дрожжевых клеток. В подготовленной таким образом питательной среде происходит накопление дрожжевой биомассы.

В процессе активации дрожжевые клетки становятся физиологически активными, их ферментативный комплекс переключается с аэробного дыхания на спиртовое брожение (анаэробный процесс), повышается их мальтазная активность, улучшается подъемная сила.

При использовании данного полуфабриката кислотность теста обуславливается кислотами, которые вносятся с молочной сывороткой подсырной, а разрыхление его осуществляется во время брожения и расстойки внесенными дрожжевыми клетками.

Внесенные кислоты способствуют набуханию биополимеров муки, сдерживают активность ферментных систем, что обуславливает образование необходимой структуры теста, предотвращает липкость мякиша хлеба. Для приготовления заварки часть воды заменяли молочной сывороткой подсырной. В качестве контроля использовали образец без добавления сыворотки.

Для определения оптимальной дозировки сыворотки при приготовлении заварного полуфабриката проводили исследование влияния дозировки сыворотки на качество хлеба из смеси пшеничной и ржаной муки (таблица 3.3).

Таблица 3.3 – Влияние дозировки сыворотки на качество хлеба из смеси пшеничной и ржаной муки

Наименование показателей	Показатели качества хлеба, приготовленного с разной дозировкой сыворотки, в % от общей массы муки			
	0	10	20	30
Влажность мякиша, %	48,8	48,6	48,8	48,8
Кислотность хлеба, град	4,0	5,0	5,5	6,0
Удельный объем, см ³ /100 г	179,0	205,0	250,0	290,0
Пористость, %	50,3	56,0	65,0	68,0
Внешний вид	Правильная форма, поверхность с разрывами	Правильная форма, достаточно гладкая поверхность		
Состояние мякиша	Пропеченный, уплотненный, с неравномерной пористостью	Пропеченный, мягкий, липковатый, достаточно равномерная пористость	Пропеченный, мягкий, эластичный, достаточно равномерная пористостью	

Вкус и аромат	Хлебный, свойственный данному виду изделий
---------------	--

В результате проведенных исследований было установлено, что оптимальные показатели качества хлеба из смеси пшеничной и ржаной муки достигались при дозировке сыворотки в количестве 30 % от общей массы муки в тесте. При этом хлеб имел наивысший удельный объем и пропеченный мягкий мякиш с достаточно равномерной пористостью.

3.3 Определение влияния дозировки гидролизата из моллюсков на свойства теста

В процессе приготовления любое тесто для производства хлебобулочных изделий подвергается различным деформирующим нагрузкам и для получения изделий с заданными свойствами оно должно обладать определенными реологическими свойствами. Известно, что оптимальное сочетание упругости и растяжимости обеспечивает увеличение газодерживающей и формоустойчивой способности заготовок из дрожжевого теста.

Нами было исследовано влияние гидролизата из моллюсков на физические свойства теста из смеси пшеничной муки первого сорта и ржаной обдирной муки в соотношении 60:40 на альвеографе Шопена. Физические характеристики теста, которые регистрировал альвеограф, определяли по сопротивлению при растяжении, которое оказывает тесто.

Образцы теста из смеси пшеничной и ржаной муки для исследований готовили из муки пшеничной первого сорта, муки ржаной обдирной, муки из ржаного ферментированного солода и солевого раствора, добавку дозировали в пределах 1,5 %, 3,0 %, 4,5 % от общей массы муки. Контроль готовили из смеси муки пшеничной первого сорта и ржаной обдирной в соотношении 60:40, муки из ржаного ферментированного солода и солевого раствора (контроль № 1). Контрольный образец № 2 готовили точно так же, только солевой раствор на сыворотке.

Рассчитанные на основе альвеограмм показатели характеризуют силу муки, качество клейковины, эластичность теста (табл. 3.4).

Таблица 3.4 – Влияние гидролизата из моллюсков на реологические свойства теста из смеси пшеничной и ржаной муки

Показатели	Значения показателей в образцах							
	Контроль № 1	Контроль № 2	Количество гидролизата из моллюсков, % от массы муки					
			на солевом растворе с водой			на солевом растворе с сывороткой		
			1,5	3,0	4,5	1,5	3,0	4,5
Упругость теста, P, мм	92	121	100	97	95	115	113	126
Растяжимость, L, мм	33	31	31	44	33	32	33	35
Отношение P/L	2,79	3,9	3,23	2,2	2,88	3,59	3,42	3,6
Показатель альвеографа, W, ед. альвеогр.	115	152	122	131	120	146	146	168

Согласно полученным результатам при внесении гидролизата из моллюсков упругость теста из смеси пшеничной и ржаной муки, приготовленном на воде, увеличивается по сравнению с контрольными образцами на 3,26 – 8,7%. Очевидно, что химический состав добавки приводит к повышению упругости теста, в результате чего увеличивается сопротивление при растяжимости и прибор фиксирует увеличение показателя P.

Подтверждением этому служит увеличение удельной работы W, которая расходуется на растяжение исследуемых образцов теста из смеси пшеничной и ржаной муки по сравнению с контрольным образцом.

Из полученных данных видно, что добавление гидролизата из моллюсков приводит к повышению упругости теста из смеси пшеничной и ржаной муки при незначительном снижении его растяжимости.

При этом возрастает удельная работа деформации (до $131 \cdot 10^4$ Дж). Общая сбалансированность свидетельствует об улучшении упругих свойств теста.

Таким образом можно сделать вывод, что гидролизат из моллюсков способствует повышению упругости и уменьшению степени растяжимости

теста в процессе замеса, что положительно влияет на реологические свойства теста из смеси пшеничной и ржаной муки.

Газообразующая способность муки имеет большое технологическое значение при производстве хлебобулочных изделий. По этому показателю можно судить об интенсивности спиртового брожения теста, предвидеть ход расстойки тестовых заготовок, а с учетом количества и качества клейковины в муке можно судить об объеме и качестве получаемых хлебобулочных изделий.

Исследование влияния гидролизата из моллюсков на процесс газообразования в тесте проводили по методике, приведенной в п. п 2.2. В опыте использовали смесь из пшеничной и ржаной муки, и гидролизат из моллюсков в количестве 1,5, 3,0 и 4,5 % от массы муки. Дозировка гидролизата была установлена при проведении предварительных исследований, описанных выше.

Расчет проводили на 100 г сухих веществ теста. Результаты исследований приведены на рис. 3.13.

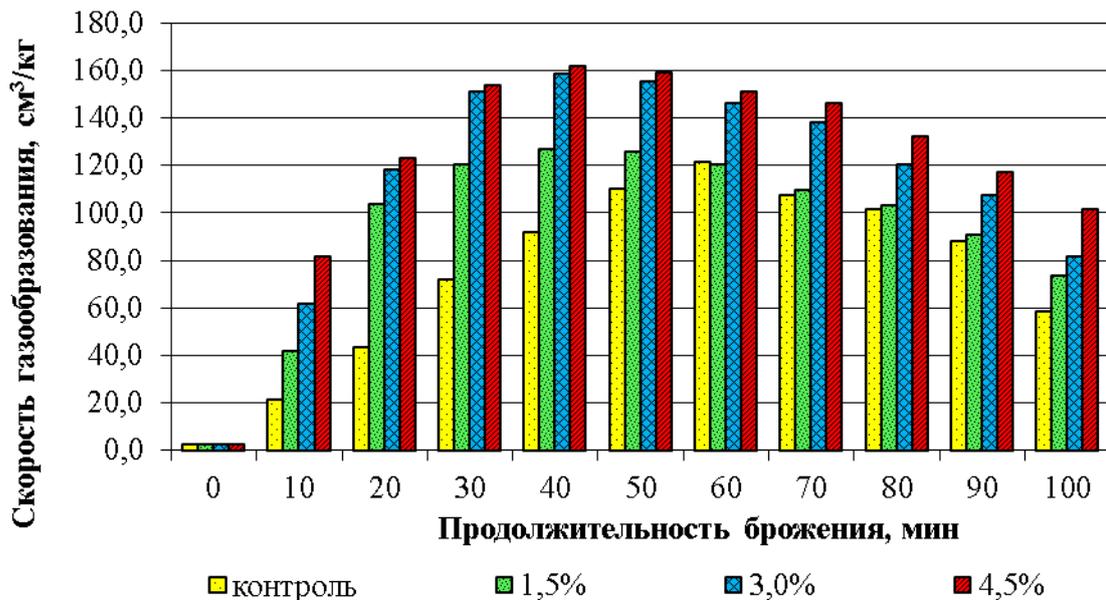


Рисунок 3.13 Влияние продолжительности брожения теста на газообразующую способность при производстве изделий из смеси пшеничной и ржаной муки

Как видно из диаграммы, максимальное газообразование в контрольном образце наблюдается после 60 мин брожения, а в образцах с внесением гидролизата из моллюсков – после 40 мин брожения, при этом наибольшей газообразующей способностью обладают образцы с внесением 3,0 и 4,5 % добавки от общей массы муки.

Газообразующая способность муки при внесении 1,5 % гидролизата увеличивается на 38,5 %, при внесении 3,0 и 4,5 % соответственно на 73 и 76,5 % по сравнению с контрольным образцом.

Увеличение газообразующей способности в образцах с добавлением гидролизата из моллюсков по сравнению с контрольным образцом, объясняется, очевидно, тем, что гидролизат в своем составе содержит свободные аминокислоты, которые являются источником азота для питания дрожжевой клетки. Благодаря ассимиляции свободных аминокислот обеспечивается синтез белка в дрожжевой клетке и ускоряется процесс газообразования.

Таким образом, можно сделать вывод, что оптимальная продолжительность брожения теста из смеси пшеничной и ржаной муки составляет 40 мин.

3.4 Выявление рациональной дозировки гидролизата из моллюсков на показатели качества хлебобулочных изделий

Для получения хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки высокого качества необходимо изучить влияние исследуемой добавки на органолептические и физико-химические свойства хлебобулочных изделий.

Пробные выпечки проводились безопасным способом. Из муки пшеничной первого сорта, муки из ржаного ферментированного солода, дрожжей, гидролизата из моллюсков и сыворотки готовили заварку. Продолжительность активации заварки составляла 15 мин. Затем из оставшейся пшеничной муки первого сорта, ржаной обдирной муки, сахара, масла, соли замешивали

тесто. Продолжительность брожения составляла 40 мин при температуре 30 ± 2 ° С. После брожения тесто делили на куски массой 0,15 кг и подвергали расстойке при температуре 30 ± 2 ° С. После этого изделия выпекали в печи в течение 20 - 25 мин при температуре 200 - 220 ° С. Гидролизат вносили в количестве 1,5; 3,0 и 4,5 % от общей массы зерна, контрольный образец готовили так же, только без добавления гидролизата из моллюсков.

В ходе технологического процесса изготовления хлебобулочных изделий изучали закономерности изменения качественных показателей полуфабрикатов и готовой продукции. Результаты исследований приведены в табл. 3.4.

Таблица 3.4 – Показатели качества хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки с добавлением гидролизата из моллюсков

Показатели качества	Значение показателей в хлебе с внесением гидролизата из моллюсков, % от массы муки			
	контроль	1,5 %	3,0 %	4,5 %
	Физико-химические показатели			
Влажность хлеба, %	48,0	48,0	48,0	48,0
Кислотность хлеба, град.	6,0	6,0	6,0	6,0
Удельный объем, см ³ / 100г	260± 0,03	290± 0,03	290± 0,04	290± 0,04
Пористость, %	56± 0,5	68± 0,5	68± 0,5	68± 0,5
	Органолептические показатели			
Внешний вид: форма поверхность корочки цвет корочки	не расплывчатая, без прижимов, округлая			
	глянцеватая, смазанная яйцом, украшенная кунжутом			
	от светло-коричневого до коричневого, без подгорелости			
состояние мякиша	пропеченный, не липкий, не влажный на ощупь, с развитой пористостью, без следов непромеса			
Запах	свойственный данному виду изделий, без постороннего запаха			имеется характерный неприятный запах
Вкус	свойственный данному виду изделий, без постороннего привкуса			наблюдается посторонний привкус, свойственный моллюскам

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что добавление гидролизата из моллюсков в рецептуру хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки не ухудшает показатели качества готовых изделий. В целом увеличивается удельный объем готовых изделий на 1,2 %, возрастает пористость изделий на 2,8 %. Добавление 4,5 % гидролизата из моллюсков по физико-химическим показателям качества лучше, чем добавление 3,0 % добавки, но по органолептическим показателям наблюдается выраженный запах и привкус, свойственные сырью, входящему в добавку. Поэтому рациональным количеством внесения добавки в тесто из смеси пшеничной и ржаной муки принимаем 3,0 %.

3.5 Биологическая, энергетическая и пищевая ценность изделий из смеси пшеничной и ржаной муки с использованием гидролизата из моллюсков

Сегодня важной остается проблема соответствия химического состава хлебобулочных изделий положениям классической теории сбалансированного питания, поскольку с хлебобулочными изделиями в человеческий организм поступает много полезных для жизни веществ. Особенно на это необходимо обратить внимание, учитывая экологическую ситуацию и сложные экономические условия, сложившиеся в Украине.

Основной целью внесения исследуемых продуктов является повышение пищевой и биологической ценности изделий. Нами были исследованы показатели пищевой ценности в хлебобулочных изделиях из смеси пшеничной и ржаной муки с добавлением гидролизата из моллюсков, рекомендуемом рационом питания для подростков школьного возраста.

В качестве контрольного образца был выбран хлеб из смеси пшеничной и ржаной муки без добавления гидролизата из моллюсков. Результаты проведенных исследований показаны на рис. 3.14 и 3.15.

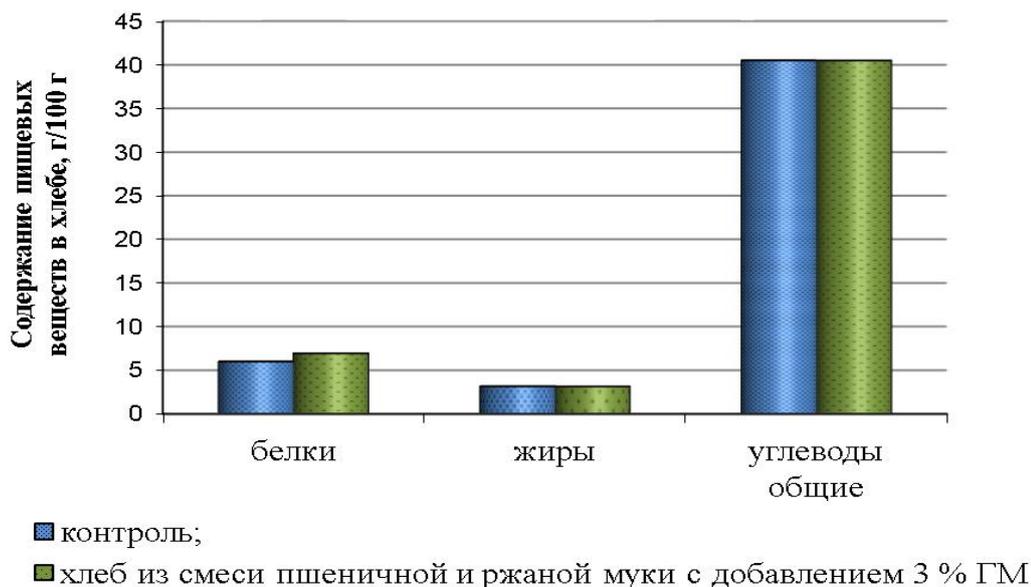


Рисунок 3.14 – Содержание пищевых веществ в хлебобулочных изделиях из смеси пшеничной и ржаной муки, г/100 г продукта

Согласно полученным результатам (рис. 3.14), с добавлением гидролизата из моллюсков в хлебобулочных изделиях из смеси пшеничной и ржаной муки увеличивается количество белка в среднем на 15,5 %, а количество жира и углевода – остается прежним. Это объясняется тем, что гидролизат из моллюсков в своем составе имеет полноценные белки морских моллюсков, рапанов и мидий черноморских.

Минеральные вещества играют важную роль в питании человека. Большинство минеральных элементов, входящих в состав пищевых продуктов, являются обязательными составляющими реакционных цепей многих обменных систем. Недостаток некоторых из них приводит к нарушению функционирования как отдельных органов, так и организма в целом.

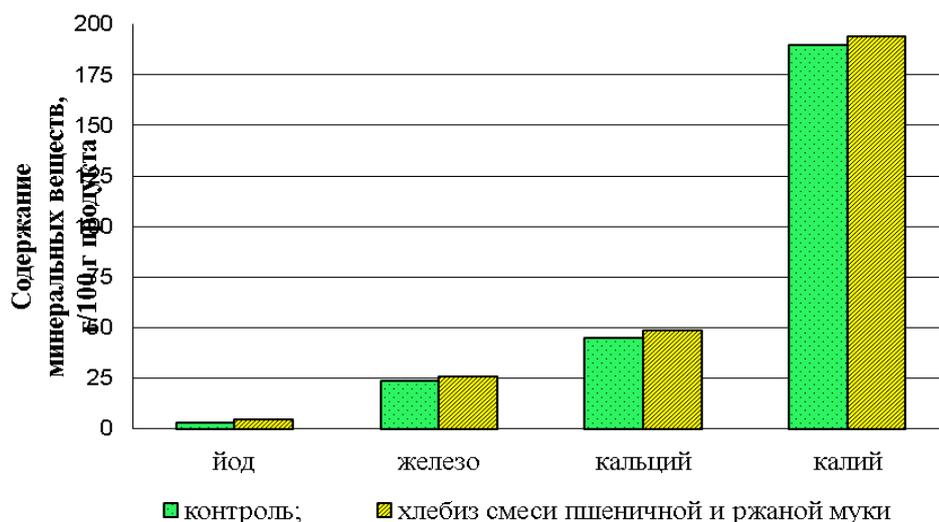


Рисунок 3.15 – Содержание минеральных веществ в хлебобулочных изделиях из смеси пшеничной и ржаной муки, г/100 г продукта

По содержанию минеральных веществ изделия из смеси пшеничной и ржаной муки с добавлением гидролизата из моллюсков превышают изделия без добавления гидролизата на 8,3 % по железу, 8,89 % по кальцию, на 2,12 % по калию и на 9,1 % по йоду. Это можно объяснить тем, что добавка по своему составу является смесью аминокислот и простых пептидов, полиненасыщенных жирных кислот, макро- и микроэлементов в биологически активной форме.

Анализ проведенных исследований показал, что внесение в рецептуры хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки гидролизата из моллюсков позволяет повысить пищевую ценность за счет содержания белка, макро- и микроэлементов и получить изделия, которые можно рекомендовать для лечебного и профилактического питания.

3.6 Технология приготовления хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки с использованием гидролизата из моллюсков

Технология производства хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки состоит из следующих технологических стадий:

- ✓ подготовка сырья к производству;
- ✓ приготовление заварки;
- ✓ замес теста на заварке;
- ✓ брожение теста;
- ✓ разделка теста на куски;
- ✓ расстойка тестовых заготовок;
- ✓ выпечка изделий.

Мука пшеничная хлебопекарная первого сорта предварительно смешивается (при необходимости), просеивается, подвергается магнитной очистки и взвешивается.

Мука ржаная хлебопекарная обдирная предварительно смешивается (при необходимости), просеивается, подвергается магнитной очистке и взвешиванию аналогично пшеничной муке.

Мука из ржаного ферментированного солода перед пуском на производство предварительно просеивается и взвешивается.

Соль поваренная пищевая подается на производство в сухом виде.

Подготовка прессованных дрожжей заключается в освобождении их от упаковки, предварительном грубом измельчении, взвешивании.

Сахар-песок предварительно просеивают и используют в сухом виде.

Гидролизат из моллюсков предварительно взвешивают.

Заварка готовится на основе муки из ржаного ферментированного солода с добавлением пшеничной муки первого сорта на молочной сыворотке, нагретой до 90 - 100 °С. Заварку охлаждают до температуры 30 - 32 °С, добавляют гидролизат из моллюсков, дрожжи прессованные и активируют их в заварке 12 - 15 мин.

Затем замешивают тесто с внесением активированной заварки, оставшейся муки пшеничной первого сорта, муки ржаной обдирной, растительного масла, сахара и соли. Тесто бродит 50 - 60 мин. Готовое тесто для производства изделий из смеси пшеничной и ржаной муки формуют на куски массой 0,055 - 0,11 кг.

Сформованные заготовки теста укладываются на смазанные растительным маслом листы и направляются на расстойку.

Рецептуру и режимы приготовления теста для производства хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки с добавлением гидролизата из моллюсков приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Рецепттура и режимы приготовления теста для производства хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки

Наименование сырья, полуфабрикатов и показателей процесса	Расход сырья и параметры процесса приготовления полуфабрикатов	
	заварка	тесто
Мука пшеничная первого сорта, кг	5	73
Мука ржаная обдирная, кг	–	17
Молочная сыворотка, кг	34	–
Сахар – песок, кг	–	2
Растительное масло, кг	–	2
Соль поваренная пищевая, кг	–	1,5
Дрожжи хлебопекарные прессованные, кг	4	–
Мука из ржаного ферментированного солода, кг	5	–
Гидролизат из моллюсков, кг	3	–
Кунжут, кг	–	–
Яйца куриные, кг	–	–
Вода, кг	–	по расчету
Влажность, %	68,0	48,0
Продолжительность замеса, мин.	–	10...15
Температура начальная, °С	30...35	28...30
Продолжительность брожения, мин.	10...15	50...60
Кислотность, град	8,0	7,0

Расстойка тестовых полуфабрикатов производится на листах в увлажненном расстойном шкафу при температуре 35 - 38 °С.

Продолжительность расстойки изделий из смеси пшеничной и ржаной муки 25 - 30 мин.

Перед выпечкой поверхность тестовых заготовок смазывают меланжем и посыпают кунжутом.

Выпекания изделий осуществляется в пароконвектомате с пароувлажнением в течение 15 - 20 мин при температуре 210 ± 5 °С.

Выпеченные изделия укладываются на деревянные лотки и направляются в отдельное помещение для охлаждения.

Технологическая схема производства хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки представлена на рис. 3.16.

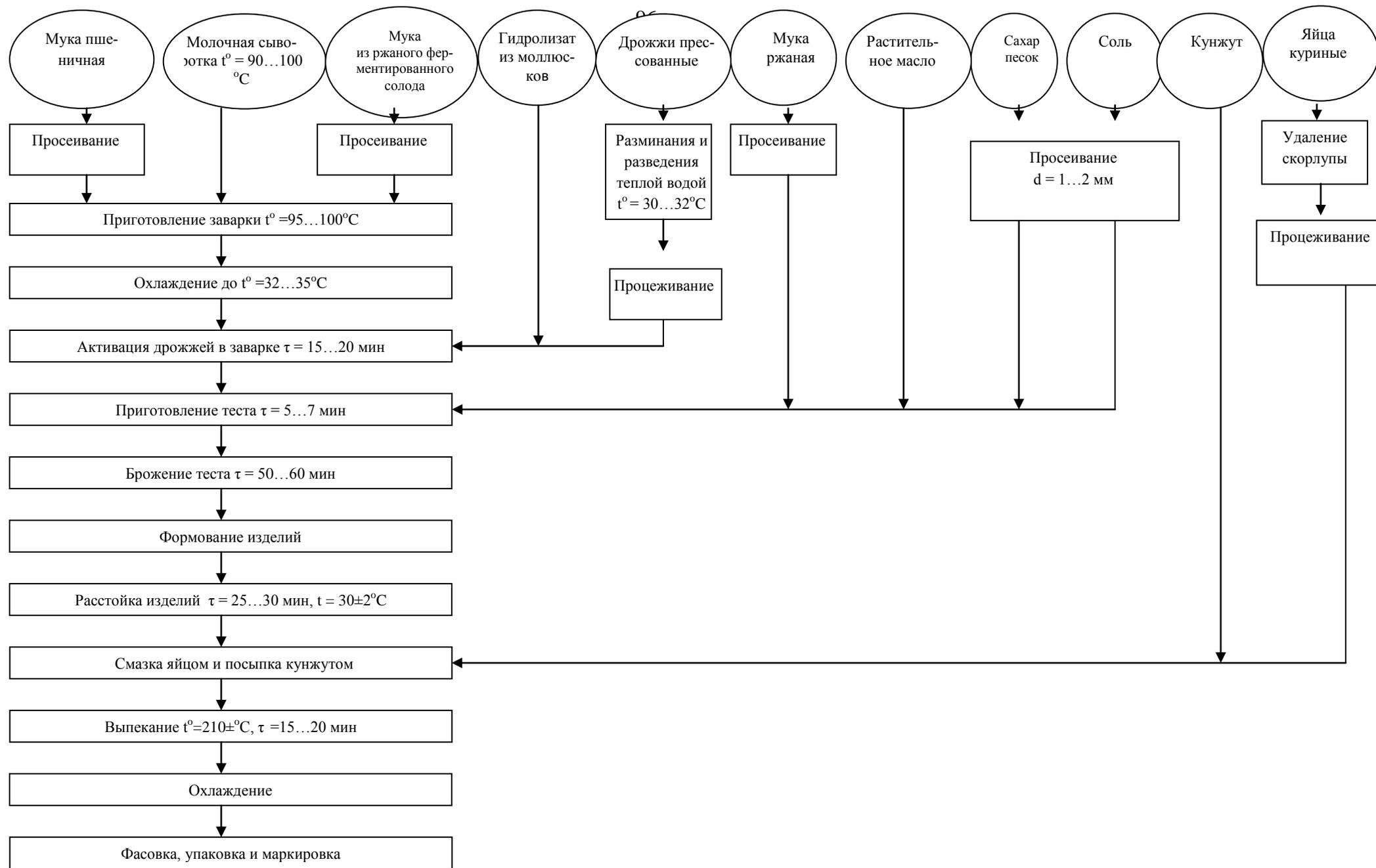


Рис. 3.16 Функциональная схема производства пшенично-ржаных хлебобулочных изделий

На основании проведенных исследований, с учетом комплекса технологических решений, нами была разработана машинно-аппаратурная схема на хлебобулочные изделия из смеси пшеничной и ржаной муки (рис. 3.17) с добавлением гидролизата из моллюсков.

В результате исследований разработаны пакеты технической документации (ТУ, РЦ, ТИ) на хлебобулочные изделия из смеси пшеничной и ржаной муки (ТУ У 10.7 – 02125131-2:2012). Получены пять патентов Украины: 2 на полезную модель (№78440 «Способ производства пшенично-ржаных булочек «Луганские» с добавкой гидролизата из моллюсков» [91], № 78505 «Способ производства пшенично-ржаного хлеба «Севастопольский» [92]) и 3 на изобретение (№ 104327 «Способ производства пшенично-ржаных булочек «Луганские» [93], № 103424 «Способ производства пшенично-ржаного хлеба «Севастопольский» [95], № 104497 «Способ производства пшенично-ржаных булочек «Луганские» с добавкой гидролизата из моллюсков» [94]).

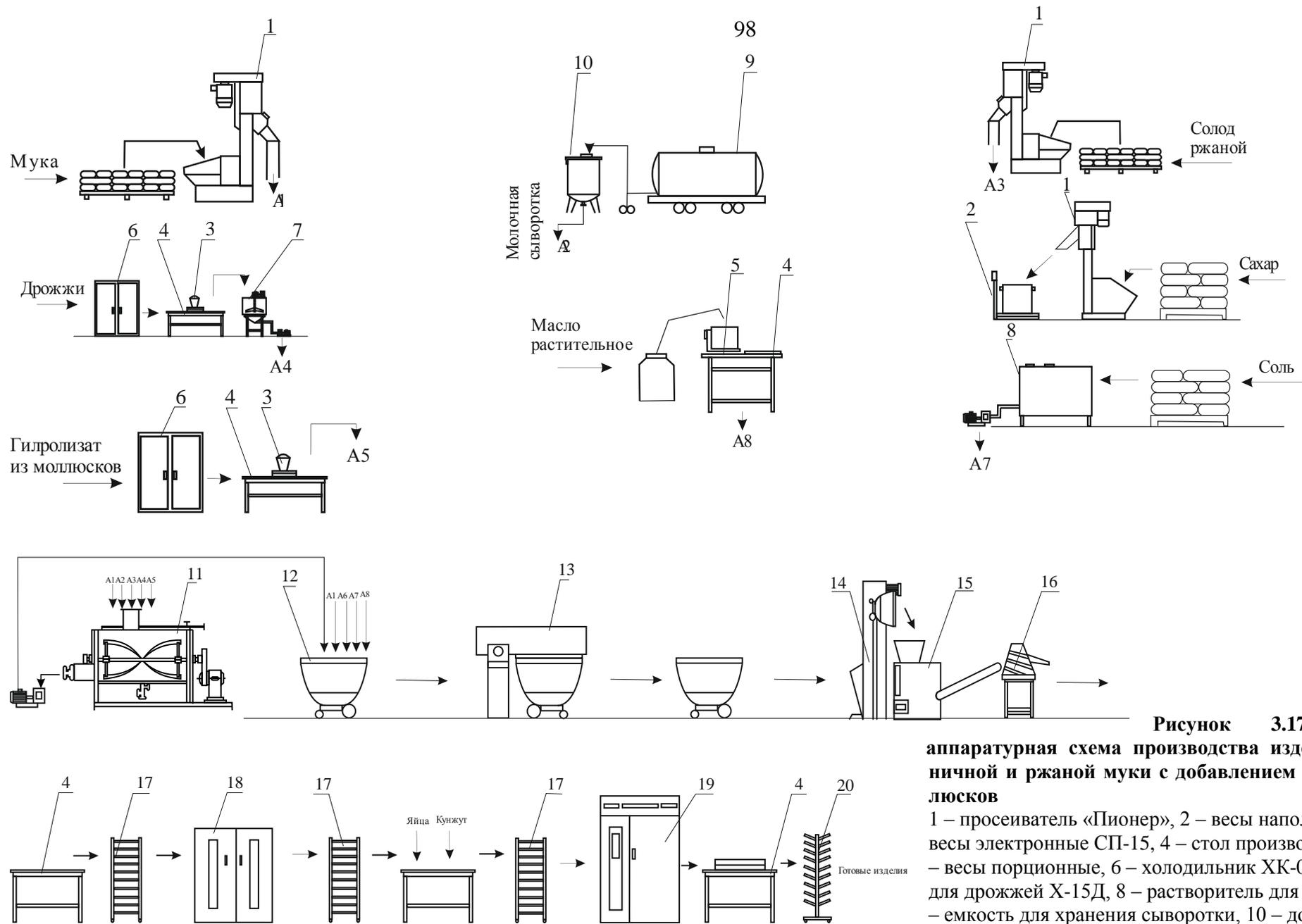


Рисунок 3.17 – Машинно-аппаратурная схема производства изделий из смеси пшеничной и ржаной муки с добавлением гидролизата из моллюсков

1 – просеиватель «Пионер», 2 – весы напольные РП-1Ц13, 3 – весы электронные СП-15, 4 – стол производственный И8-СП, 5 – весы порционные, 6 – холодильник ХК-0,8, 7 – растворитель для дрожжей Х-15Д, 8 – растворитель для соли РЗ-ХЧД-1400, 9 – емкость для хранения сыворотки, 10 – дозатор, 11 – заварочная машина, 12 – дежа, 13 – тестомесильная машина А2-ХТБ, 14 – дежеопрокидыватель А2-ХДЕ, 15 – тестоделительная машина «Восход», 16 – тестоокруглитель А2-ХПО/6, 17 – вагонетка, 18 – шкаф для расстойки, 19 – ротационная печь, 20 – контейнер ХКЛ – 18.

ГЛАВА 4 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЦЕЛЬНОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ

4.1 Исследование изменений влажности зерна пшеницы в процессе подготовки

Параметрами, определяющими режим подготовки зерна, являются температура, продолжительность и состав среды замачивания. Для разработки параметров процесса приготовления зернового полуфабриката было исследовано влияние продолжительности замачивания зерна пшеницы, температурных параметров и состава жидкой фазы на изменение его влажности, кислотности и автолитической активности.

Зерно – живой организм и все процессы, происходящие в живых организмах, свойственны и зерну – дыхание, обмен с окружающей средой, распад одних и синтез других веществ. Сухое зерно находится в состоянии анабиоза. Повышение содержания влаги и температуры в зерне ведет к проявлению физиологической активности. По мнению В. Л. Кретович, увеличение влажности зерна более 15 % приводит к изменению его структурно-механических и биохимических свойств. Степень поглощения и ассимиляции тканями зерна воды зависит от количества добавляемой воды, сорбционной способности тканей зерна, температуры процесса и длительности обработки [52, 117, 136].

Исследовали кинетика изменения влажности зерна пшеницы (W/τ) с целью установления оптимальных режимов подготовки зернового полуфабриката. Зерно увлажняли при температуре воды 5, 15, 20 и 25°C. Продолжительность увлажнения зерна меняли от 24 до 48 ч. Пробы отбирали каждые 4 ч подготовки зерна.

Результаты влияния продолжительности увлажнения зерна и температуры воды на скорость изменения влажности зерна представлены на рис. 4.1.

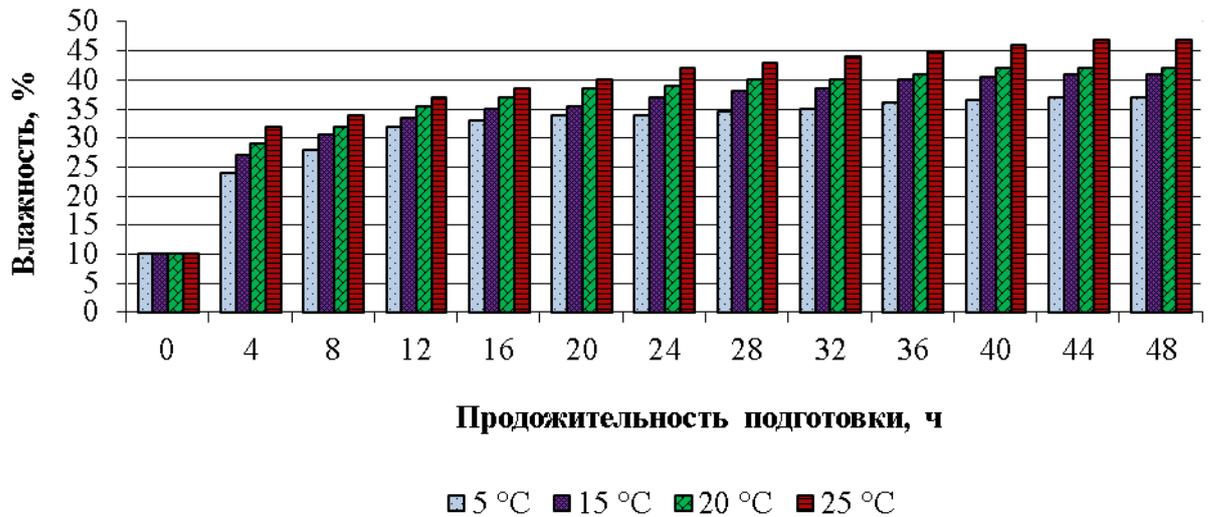


Рисунок 4.1 – Изменения влажности зерна пшеницы на этапе подготовки к диспергированию

Известно, что цельное зерно пшеницы поглощает воду в основном из ткани зародыша и в меньшей степени через остальную поверхность зерна [7]. В результате вода диффундирует в тело зерновки. С повышением температуры среды нарастание влажности происходит интенсивнее. Это объясняется интенсификацией процесса проникновения влаги в зерно, так как ускоряется процесс набухания органических коллоидов, протеинов, крахмала, гемицеллюлозы [52, 82].

Анализ полученных нами экспериментальных данных позволяет выделить три периода изменения влажности зерна.

В первые часы подготовки при всех температурных режимах происходит резкое увеличение влажности сухого зерна, что связано с интенсивной гидратацией, в первую очередь, зародыша, а также тканей плодовой и семенной оболочек и алейронового слоя. Этот период соответствует продолжительности подготовки 0 – 4 ч и характеризуется скачкообразным ростом влажности зерна при всех температурных режимах, при этом повышение температуры среды ускоряет скорость поглощения влаги зерном.

Так, влажность зерна, замоченного при температуре 15 °C, через 4 ч увеличивается на 15,25 %, а при температуре 25 °C – на 20,3 %. В этом пери-

оде неравномерное распределение влаги по сечению зерна приводит к возникновению в зерновке напряжений.

Во втором периоде в интервале 4 - 24 ч скорость поглощения влаги зерном несколько снижается. Очевидно, связано это с тем, что поглощение влаги эндоспермом сдерживается набухшими оболочками и периферийными слоями зерна. Как известно, компоненты алейронового слоя имеют значительную водопоглощающую способность и в набухшем состоянии заклинивают микрокапилляры эндосперма, что затрудняет поглощение им воды. Во втором периоде напряжения, возникшие в теле зерновки, достигают критических значений, эндосперм раскалывается микротрещинами. Влага быстро перемещается по микротрещинам внутрь эндосперма. Большое количество влаги в зерне приводит к интенсивному развитию биохимических процессов [52, 77].

В третьем периоде происходит постепенное перераспределение влаги в анатомических частях зерна в соответствии с их структурными особенностями и термодинамическими характеристиками влагопереноса [52, 76].

При подготовке зерна в течение 48 ч влажность зерна при различных температурных режимах достигает 35,1 - 42,3 %. При продолжительности подготовки менее 24 ч происходит недостаточное набухание периферийных и внутренних частей зерна, особенно при температуре 5 °С – влажность зерна достигает только 34,2 %.

Характер изменения влажности при всех температурных режимах одинаков, то есть с увеличением продолжительности подготовки скорость изменения влажности снижается.

При продолжительности подготовки зерна более 48 ч увеличение влажности идет незначительно, что, очевидно, связано с достижением насыщения. Более длительная подготовка нецелесообразна.

Кроме того, в результате проведенных исследований установлено, что изменение продолжительности увлажнения зерна может варьировать на ве-

личину 2 - 3 ч. При этом общая экспозиция подготовки должна составлять 44 - 48 ч.

4.2 Исследование влияния молочной кислоты на оптимальную продолжительность брожения зерновой смеси в процессе изготовления хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы

Основными процессами, которые характеризуют интенсивность брожения теста, являются кислотонакопление и газообразование.

Кислотность зерна является важным показателем качества.

Кислотность зависит от: количества белка, который содержит карбоксильные группы, связывающие щелочь; от наличия жирных кислот, освобождающихся в результате расщепления жиров; от содержания фосфорной кислоты и ее соединений; от наличия уксусной, молочной, яблочной и других органических кислот [28, 51].

Как показали многочисленные исследования [25], проведенные в лабораториях разных стран мира, одним из самых простых путей повышения доступности ценных пищевых компонентов зерна является ферментация.

Ферментация теста в хлебопекарном деле – это использование дрожжей или заквасок. Мы сосредоточили внимание на ферментации путем применения КМКЗ или кисломолочных продуктов (молочной сыворотки и кефира) при изготовлении хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы. Этот процесс проходит с участием определенных микроорганизмов, которые вызывают биохимические изменения полимеров зерна пшеницы и производят органические кислоты. Последние подкисляют среду, что приводит к прохождению многочисленных ферментативных трансформаций, которые с образованием экзополисахаридов, натуральных ароматизаторов положительно влияют на упрочение текстуры теста [82].

Были проведены исследования влияния развития молочнокислой микрофлоры на изменения кислотности зерновой массы и на показатели кислот-

ности хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы [46]. Хлебобулочные изделия из цельного зерна пшеницы должны иметь предельные нормы кислотности не больше 6 град [48].

Добавление КМКЗ, молочной сыворотки и обезжиренного кефира при замачивании зерна может привести к нежелательным изменениям кислотности зерновой смеси и готовых изделий. Для проведения исследований готовили смесь из зерна и жидких компонентов в соотношении 1:1. Первый образец замачивали в воде с добавлением 10 % от массы зерна КМКЗ, второй образец – с добавлением молочной сыворотки, третий – с добавлением кефира (табл. 4.1).

Таблица 4.1 – Рецепттура зерновой смеси

Сырье	Расход сырья в образцах		
	№ 1	№ 2	№ 3
Зерно пшеницы, г	250	250	250
Вода, г	225	–	–
КМКЗ, г	25	–	–
Молочная сыворотка, г	–	250	–
Кефир, г	–	–	250

Во всех опытных образцах замачивание происходило при температуре 15 °С в течение 48 ч. Результаты исследований влияния молочной кислоты на изменение титруемой кислотности зерновой смеси приведены на рис. 4.2.

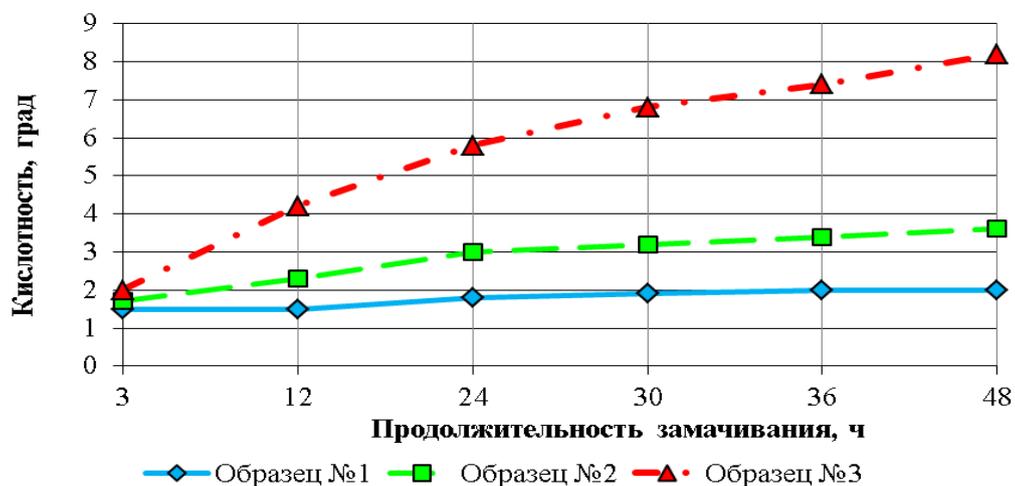


Рисунок 4.2 – Изменения титруемой кислотности зерновой смеси при замачивании

Установлено, что в течение первых 12 ч замачивания кислотность зерновой смеси практически не меняется. Значительное повышение кислотности наблюдается после 30 ч ферментации. Кислотность среды в первом образце повышается с 1,8 до 1,9 град, во втором образце – с 3,2 до 3,6 град, в третьем образце – с 6,2 до 8,2 град.

После 48 ч титруемая кислотность смеси возросла: в первом образце – до 2,0 град, во втором – до 2,8 град, в третьем – до 8,0 град.

Поскольку кислотность полученных зерновых изделий не должна превышать 6 град, были проведены исследования зависимости кислотности готовых изделий от кислотности полуфабрикатов (опары и теста).

Опару готовили из диспергированного зерна пшеницы, прессованных дрожжей и гидролизата из моллюсков. Тесто для хлебобулочных изделий из целого зерна пшеницы готовили порционным способом с использованием опары. Рецепт и режим приготовления теста и опары приведены в табл. 4.2.

Таблица 4.2 – Рецепт и режим приготовления теста для хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы

Наименование сырья, полуфабрикатов и показателей процесса	Расход сырья и параметры процесса по стадиям для образцов					
	№ 1		№ 2		№ 3	
	опара	тесто	опара	тесто	опара	тесто
1	2	3	4	5	6	7
Зерно пшеницы, кг	1	–	1	–	1	–
Мука пшеничная первого сорта, кг	–	0,25	–	0,25	–	0,25
КМКЗ, кг	0,1	–	–	–	–	–
Молочная сыворотка подсырная, кг	–	–	1	–	–	–
Кефир, кг	–	–	–	–	1	–
Сахар белый, кг	–	0,02	–	0,02	–	0,02
Растительное масло, кг	–	0,02	–	0,02	–	0,02
Соль кухонная пищевая, кг	–	0,02	–	0,02	–	0,02
Дрожжи хлебопекарные прессованные, кг	0,02	–	0,02	–	0,02	–
Гидролизат из моллюсков	0,03	–	0,03	–	0,03	–
Вода, кг	По расчету	–	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7
Влажность, %	52 - 53	51±0,5	52...53	51±0,5	52 - 53	51±0,5
Температура начальная, град.	30 - 32	30 - 32	30 - 32	30 - 32	30 - 32	30 - 32
Продолжительность брожения, мин	50 - 60	15 - 30	50 - 60	15 - 30	50 - 60	15 - 30

Результаты исследования приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Влияние молочной кислоты на ферментацию опары и теста из целого зерна пшеницы

Показатели	Значение показателя в образцах		
	№ 1	№ 2	№ 3
Начальная кислотность зерновой смеси, град	2,2	4,8	5,2
Конечная кислотность, град	3,4	5,2	8,4
Кислотность теста после брожения, град	4,0	5,6	8,6
Кислотность теста после расстойки, град	4,6	5,8	9,0
Кислотность готовых изделий, град	3,4	4,8	9,1

По результатам проведенных исследований установлено, что кислотность готовых изделий в образцах № 1 и № 2 находилась в пределах соответственно 3,4 град и 4,8 град, а в образце №3 кислотность превышала предельную норму и составила 9,1 град.

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод о целесообразности использования для замачивания зерна КМКЗ (образец № 1) и молочной сыворотки (образец № 2). Дозировку кефира (образец № 3) при его использовании в процессе ферментации зерновой смеси нужно определить дополнительными исследованиями.

Другим объективным критерием определения оптимальной продолжительности брожения зерновой смеси является определение скорости газообразования.

На рис. 4.3 приведены данные изменения скорости газообразования теста при производстве мучных изделий из цельного зерна пшеницы. Первый

образец готовили с добавлением КМКЗ, второй образец – с добавлением молочной сыворотки, третий – с добавлением кефира (рецептура теста приведена в табл. 4.2).

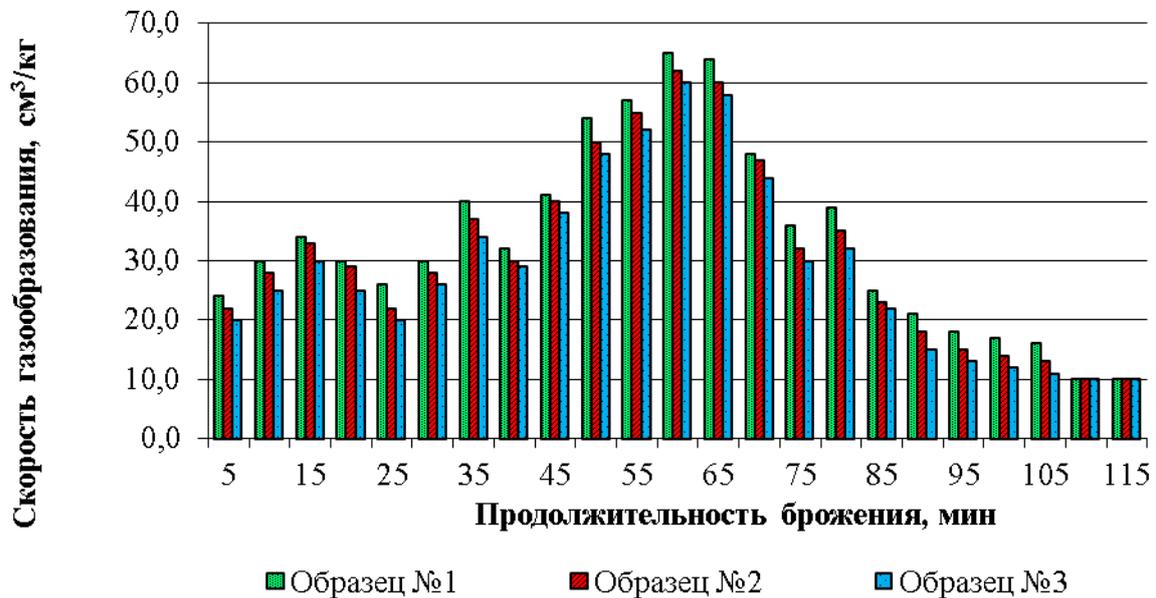


Рисунок 4.3 – Влияние продолжительности брожения теста из цельного зерна пшеницы на скорость газообразования

Как видно из данных, представленных на рис. 4.3, пик максимума газообразования $64 \text{ см}^3/\text{кг}$ наблюдается в интервале от 55 до 65 мин. Это связано с тем, что в тесте после сбраживания дрожжами собственных сахаров (фруктозы и глюкозы) муки наблюдается период определенного затухания процесса брожения, который со временем снова активизируется. Это явление объясняется адаптацией ферментативного комплекса дрожжей в сбраживание мальтозы. Причем наибольшей газообразующей способностью обладают образцы № 1 ($64 \text{ см}^3/\text{кг}$) и № 2 ($62 \text{ см}^3/\text{кг}$), а образец № 3 обладает низкой скоростью газообразования по сравнению с другими образцами ($60 \text{ см}^3/\text{кг}$). Снижение скорости газообразования свидетельствует о готовности теста к разделке.

Таким образом, оптимальная продолжительность брожения теста при производстве изделий из цельного зерна пшеницы составляет 60 мин., так

как при этой продолжительности брожения наблюдается самая высокая скорость газообразования.

4.3 Исследование реологических свойств теста в процессе замеса и брожения

Приготовление теста сопровождается сложными биохимическими, микробиологическими, физическими процессами, которые влияют на его структурно-механические свойства. Замес теста – важный этап, на котором протекают коллоидные процессы: гидратация клейковины белков, переход в раствор глобулинов, альбуминов, растворимых углеводов. При этом формируется однородная структура теста, образуется его белковый каркас, включающий нерастворимые компоненты зерна. В процессе брожения теста происходит его разрыхление диоксидом углерода, что приводит к изменению структурно-механических свойств.

Повышенное содержание пищевых волокон в тесте из диспергированного зерна пшеницы, их особое влияние на физико-химические свойства может, вероятно, влиять на процесс тестообразования и реологические свойства полуфабриката.

По химическому составу гидролизат из моллюсков «Рапамид» содержит NaCl, аминокислоты и простые пептиды, полиненасыщенные жирные кислоты, макро- и микроэлементы в биологически активной форме. Добавление этой биологической добавки может влиять на реологические свойства теста.

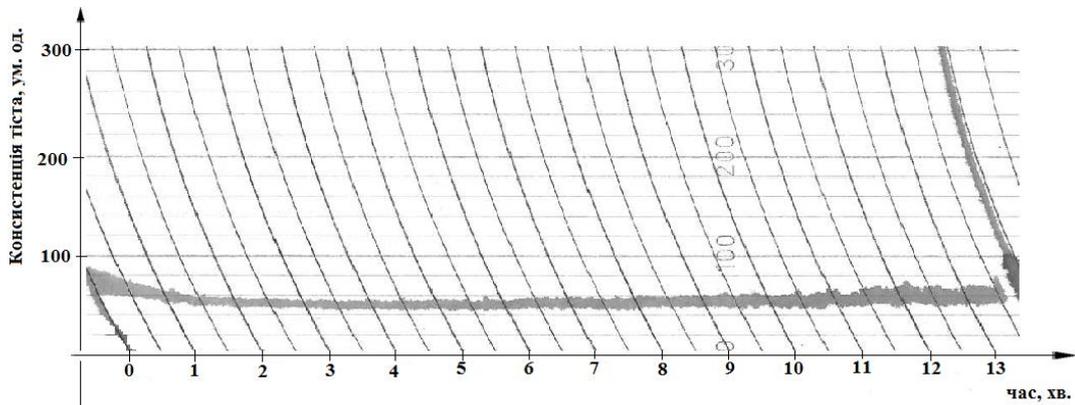
Особенности пшеничного теста как упруго-вязко-пластического тела определяют, в конечном счете, технологические свойства полуфабрикатов и качество готовой продукции. Поэтому нами были проведены исследования реологических свойств теста из диспергированного зерна пшеницы в процессе замеса и брожения, а также изучено влияние добавления пшеничной муки на реологические свойства теста.

Характер образования теста и его преобразования в процессе брожения исследовали на фаринографе «Brabender». В качестве контрольной пробы

было тесто, замешенное из зерновой смеси, дрожжей прессованных, соли поваренной, сахара-песка и муки пшеничной первого сорта (рис. 4.4, а). Рецепт-тура образцов замеса теста представлена в табл. 4.4.

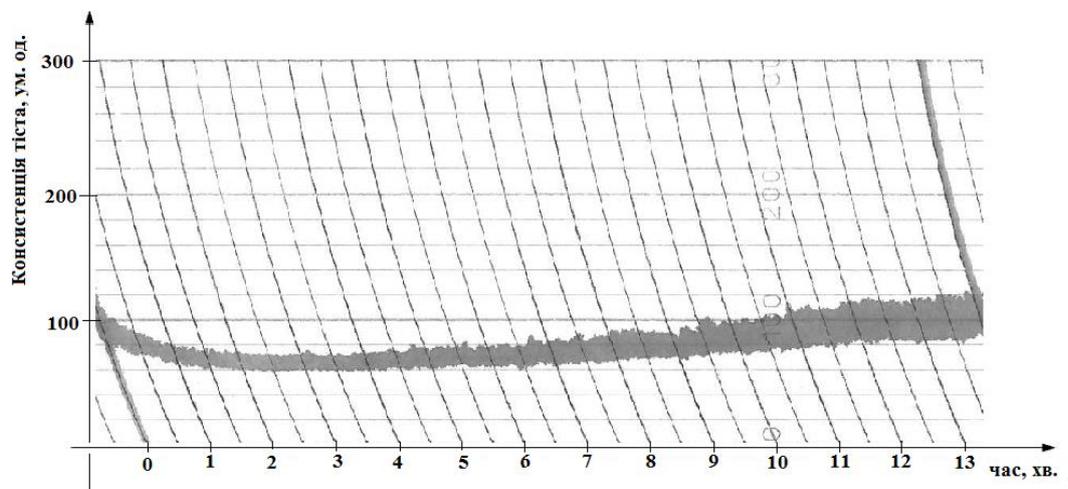
Таблица 4.4 – Рецепт-тура образцов замеса теста для исследования реологических свойств теста в процессе замеса и брожения

Наименование сырья	Количество сырья для приготовления теста с внесением гидролизата	
	контроль	
Зерновая смесь, г	67,0	67,0
Мука пшеничная первого сорта, г	12,5	12,5
Дрожжи хлебопекарные прессованные, г	1,0	1,0
Соль поваренная пищевая, г	0,75	0,75
Сахар-песок, г	1,0	1,0
Вода, г	5,5	2,5
Гидролизат из моллюсков	–	3,0



а)

б)



а) тесто из зерновой смеси, дрожжей прессованных, соли поваренной, сахара-песка, муки пшеничной первого сорта; б) из зерновой смеси, дрожжей прессованных, соли поваренной, сахара-песка, муки пшеничной первого сорта, 3 % гидролизата из моллюсков

Рисунок 4.4 – Фаринограмма замеса теста

Фаринограмма (рис. 4.4 б) относится к тесту с тем же количеством зерновой смеси, дрожжей прессованных, соли поваренной, сахара-песка, муки пшеничной первого сорта и 3 % от массы зерна гидролизата из моллюсков.

Установлено, что первый максимум достигается в течение первой минуты замеса теста. Этот максимум характеризует момент перехода сырья в состояние теста. Более интенсивно этот максимум выражен на фаринограмме с добавлением гидролизата из моллюсков (рис. 4.4, б). Повышение значения максимума в первой точке на рис. 4.4 б свидетельствует о том, что добавление гидролизата из моллюсков улучшает силу муки.

После первого максимума кривая в обоих образцах теста начинает падать. С 6 минуты начинается ее подъем. Максимум кривая достигает на 12 - 13 минутах замеса. При этом можно видеть, что в образце с добавлением гидролизата из моллюсков максимум находится в наиболее высокой точке, что свидетельствует об интенсификации процессов адсорбционного и осмотического связывания влаги набухающими белковыми веществами и другими коллоидами теста.

Надо отметить, что большая площадь кривой (рис. 4.4, б) свидетельствует о положительном влиянии добавки на эластичность и растяжимость теста.

В течение 14 мин замеса теста снижение кривой не определялось, что свидетельствует об отсутствии разжижения теста во время его замеса, то есть во время всего периода замеса проходят интенсивные процессы набухания частиц муки и измельченного зерна, которые превалируют над процессами дезагрегации белков под действием ферментов. Добавление гидролизата из моллюсков способствует процессу тестообразования и повышает эластичность и растяжимость теста. Это влияние можно обосновать повышенным

содержанием минеральных веществ, в частности NaCl, и значительным содержанием свободных аминокислот и пептидов в гидролизате.

Можно сделать общий вывод, что использование гидролизата из моллюсков положительно влияет на процесс замешивания теста, улучшает его структурно-механические свойства, тесто становится более эластичным и упругим.

4.4 Оптимизация хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы

Производство хлебобулочных изделий сопровождается сложными биохимическими, микробиологическими, коллоидными, структурно-механическими процессами, знание которых позволит организовать эффективный, рациональный технологический процесс.

Зерновую смесь для производства хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы можно рассматривать как коагуляционную систему, в которой дисперсную фазу будут представлять лиофильные коллоиды диспергированного зерна пшеницы, а дисперсионной средой является жидкость для замачивания зерна (вода с внесением КМКЗ и молочная сыворотка) и другие ингредиенты по рецептуре.

В настоящее время единичны работы, посвященные регулированию кислотности зерновой смеси. Отсутствуют математические модели зависимости кислотности зернового полуфабриката от дозировки жидкости для замачивания (вода с внесением КМКЗ или молочная сыворотка) и температуры замачивания, с помощью которых можно спрогнозировать кислотность готовых изделий.

Приготовление зернового полуфабриката осуществляли следующим образом: сначала проводили подготовку зерна пшеницы путем промывания его от примесей и замачивали подготовленное зерно в воде с внесением концентрированной молочнокислой закваски в количестве 5...20 % от общей

массы зерна или молочной сыворотки в количестве 25...100 % от общей массы зерна (табл. 4.5)

Таблица 4.5 – Рецептúra зернового полуфабриката

Наименование сырья	Расход сырья для приготовления хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы на основе			
	КМКЗ		сыворотки подсырной	
	на 1 т полуфабриката, кг	на замес 100 кг зерна, %	на 1 т полуфабриката, кг	на замес 100 кг зерна, %
Зерно пшеницы, кг	500	100	500	100
Концентрированная молочнокислая закваска, кг	50	10	–	–
Молочная сыворотка, кг	–	–	500	100
Вода, кг	450	90	–	–
Выход	1000	–	1000	–

Целью исследования являлась оптимизация кислотности смеси в зависимости от дозировки жидкости для замачивания, температуры замачивания и продолжительности.

На основании предыдущих исследований (п. 4.1, 4.2) физико-химических и биохимических процессов, которые происходят при приготовлении зерновой смеси, нами было определено, что наиболее оптимальные условия, благодаря которым происходит накопление кислотности, обеспечиваются при оптимальной дозировке жидкости для замачивания, продолжительности замачивания и температуры.

Поэтому при проведении исследований по определению оптимальных технологических режимов приготовления зерновой смеси было избрано две технологии приготовления смеси. Первая технология замачивания зерна на воде с добавлением КМКЗ в количестве 5 - 20 % от общего количества зерна. Вторая технология на молочной сыворотке в количестве 25 - 100 % от общего количества зерна пшеницы. Температура замачивания в обеих технологи-

ях варьировалась в пределах 10 - 25 °С, продолжительность замачивания в течение 20 - 48 час.

Оптимизацию кислотности зерновой смеси проводили методом экспериментально-статистической оптимизации (методом "крутого восхождения») [64, 68, 102]. При оптимизации рецептурной композиции и технологических режимов приготовления зернового полуфабриката учитывали дозирование КМКЗ и молочной сыворотки для замачивания, которое может существенно влиять на конечную кислотность теста, температуру и продолжительность замачивания. Поскольку внесение гидролизата из моллюсков не оказывает существенного влияния на кислотность зерновой смеси, при оптимизации рецептуры его количество не учитывалось.

Оптимизацию рецептурной композиции и технологических режимов приготовления зернового полуфабриката проводили в соответствии со следующим ограничением управляющих факторов (табл. 4.6). В качестве критерия оптимизации была принята конечная кислотность зерновой смеси, которую определяли методом титрования.

Таблица 4.6 – Исходные данные при планировании эксперимента по оптимизации рецептуры и технологических режимов приготовления зерновой смеси

Название кода	Значение кода	Значение факторов		
		x_1	x_2	x_3
Нулевой уровень	X_i^0	50	15	24
Интервал варьирования	λ_i	25	5	4
Верхний уровень	X_i^+	100	25	48
Нижний уровень	X_i^-	25	10	20

где: x_1 – количество сыворотки по отношению к массе зерна пшеницы, %

x_2 – температура замачивания, °С

x_3 – продолжительность замачивания, ч.

Обработка экспериментальных данных состояла в оценке дисперсии отображения данных, расчета коэффициентов уравнения регрессии, проверке существенности коэффициентов уравнения регрессии. Основываясь на результатах расчетов (приложение Б.1), уравнение регрессии в кодированной форме будет иметь вид:

$$Y=4,71 +11,13X_1 +0,88 X_2 +0,53 X_3 \quad (4.1),$$

в натуральном выражении:

$$Y=93,99 +2,78X_1 +1,75 X_2 +1,05X_3 \quad (4.2).$$

Анализ математической модели подтвердил влияние дозировки сывротки, температуры замачивания и продолжительности замачивания на конечную кислотность зерновой смеси.

Целью исследования являлась оптимизация кислотности смеси в зависимости от дозировки КМКЗ для замачивания, температуры замачивания и продолжительности.

При проведении исследований по определению оптимальных технологических режимов приготовления зерновой смеси была выбрана технология замачивания зерна на КМКЗ в количестве 5 - 20 % от общего количества зерна пшеницы. Температура замачивания варьировалась в пределах 10 - 25 °С, продолжительность замачивания в течение 20 - 48 ч.

Оптимизацию кислотности зерновой смеси проводили методом экспериментально-статистической оптимизации (методом "крутого восхождения») [64, 68, 102]. При оптимизации рецептурной композиции и технологических режимов приготовления зернового полуфабриката учитывали дозирование КМКЗ для замачивания, которое может существенно влиять на конечную кислотность теста, температуру и продолжительность замачивания.

Оптимизацию рецептурной композиции и технологических режимов приготовления зернового полуфабриката проводили в соответствии со следующим ограничением управляющих факторов (табл. 4.6). В качестве критерия оптимизации была принята конечная кислотность зерновой смеси, которую определяли методом титрования.

Таблица 4.6 – Исходные данные при планировании эксперимента по оптимизации рецептуры и технологических режимов приготовления зерновой смеси

Название кода	Значение кода	Значение факторов		
		x ₁	x ₂	x ₃
Нулевой уровень	X_i^0	10	15	24
Интервал варьирования	λ_i	5	5	4
Верхний уровень	X_i^+	20	25	48
Нижний уровень	X_i^-	5	10	20

где: x₁ – количество КМКЗ по отношению к массе зерна пшеницы, %

x₂ – температура замачивания, °С

x₃ – продолжительность замачивания, мин.

Обработка экспериментальных данных состояла в оценке дисперсии отображения данных, расчета коэффициентов уравнения регрессии, проверке существенности коэффициентов уравнения регрессии. Основываясь на результатах расчетов (приложение Б.2), уравнение регрессии в кодированной форме будет иметь вид:

$$Y=123,25 +1,57X_1 +0,93X_2+0,4X_3 \quad (4.3),$$

в натуральном выражении:

$$Y=44,72 +3,13X_1 +1,87 X_2+0,8X_3 \quad (4.4).$$

Анализ математической модели подтвердил влияние дозировки сыворотки, температуры замачивания и продолжительности замачивания на конечную кислотность зерновой смеси. Оптимальными параметрами были выбраны: дозировка сыворотки – 25 - 100 %, температура замачивания – 10 - 25 °С, продолжительность замачивания – 24 - 48 ч.

4.5 Биологическая, энергетическая и пищевая ценность изделий из цельного зерна пшеницы с использованием гидролизата из моллюсков

Были исследованы показатели пищевой ценности хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы с добавлением гидролизата из моллюсков (хлебобулочные изделия из цельного зерна пшеницы на основе КМКЗ и хлебобулочные изделия из цельного зерна пшеницы на молочной сыворотке), рекомендуемом рационом питания для подростков школьного возраста.

В качестве контрольного образца был выбран хлеб из цельного зерна пшеницы на воде без добавления гидролизата из моллюсков. Результаты проведенных исследований показаны на рис. 4.5.

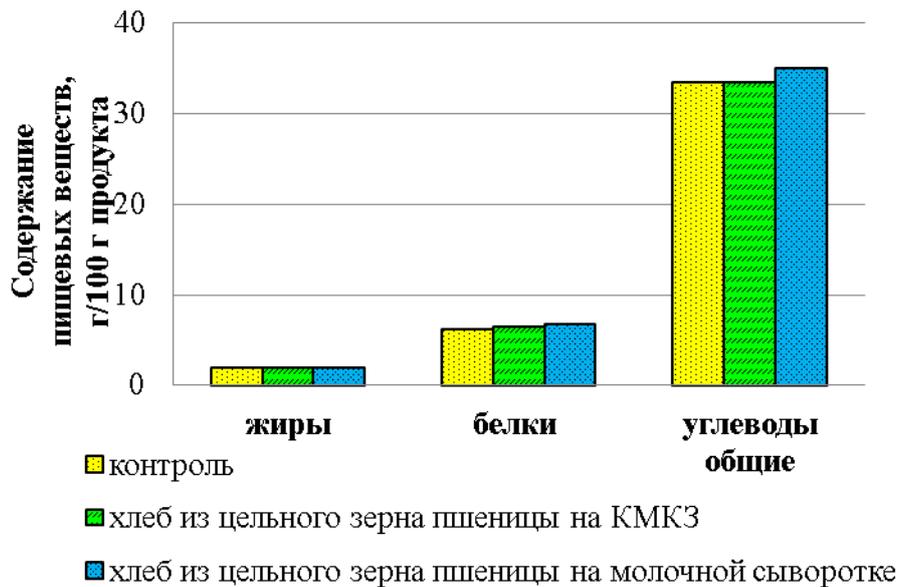


Рис. 4.5 Содержание пищевых веществ в хлебобулочных изделиях из цельного зерна пшеницы, г/100 г продукта

Согласно полученным результатам (рис. 4.5) в разработанных изделиях наблюдается увеличение количества белка на 3,17 % – в изделиях на КМКЗ и на 8,57 % – на молочной сыворотке. Количество углеводов в среднем увеличивается на 0,06 и 4,57 % соответственно. Это можно объяснить тем, что

гидролизат из моллюсков в своем составе имеет полноценные белки морских моллюсков рапаны и мидии черноморской.

Наблюдается незначительное повышение жира (на 3,55 %) в изделиях на молочной сыворотке. Это объясняется тем, что при замачивании зерна используется молочная сыворотка.

Кроме пищевых веществ, хлебобулочные изделия из цельного зерна пшеницы обогащаются минеральными веществами (рис. 4.6).

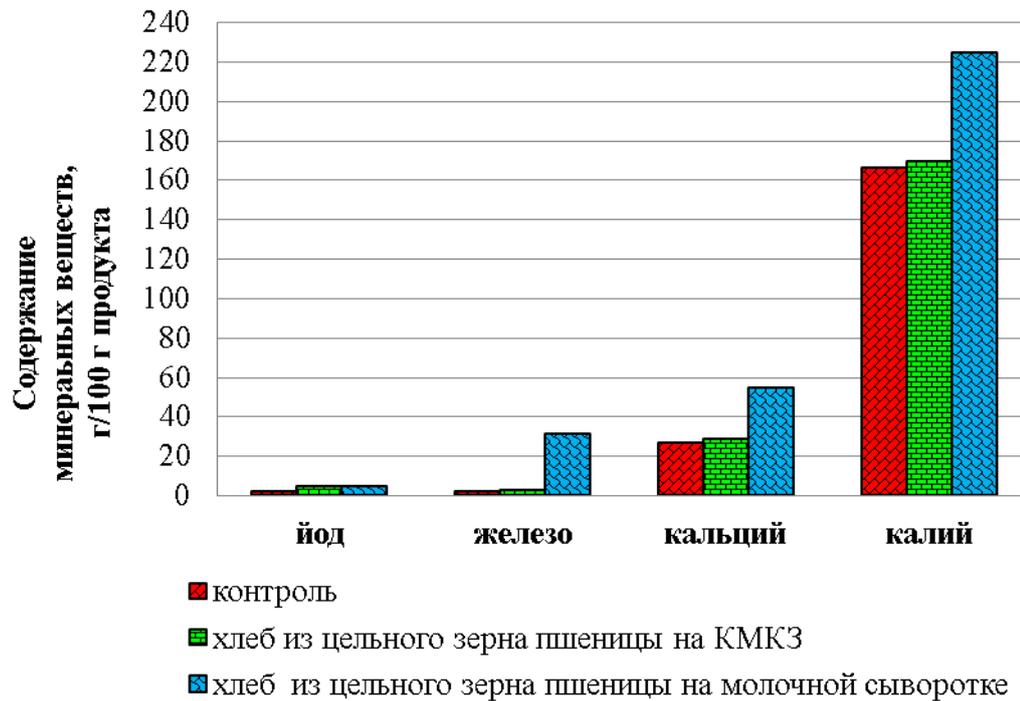


Рисунок 4.6 – Содержание минеральных веществ в хлебобулочных изделиях из цельного зерна пшеницы, г/100 г продукта

По содержанию минеральных веществ изделия из цельного зерна пшеницы с добавлением гидролизата из моллюсков превышают изделия без добавления гидролизата. Так, в изделиях на КМКЗ на 35 % увеличивается количество железа, в изделиях на молочной сыворотке увеличение по железу составляет 115 % (за счет молочной сыворотки), кальций увеличивается на 8,89 % и 93 % , на 1,67 % и 34 % по калию соответственно. По йоду наблюдается увеличение в образцах на 50 % по сравнению с контролем. Это можно объяснить тем, что добавка по своему составу является смесью аминокислот и простых пептидов, полиненасыщенных жирных кислот, макро- и микро-элементов в биологически активной форме.

Анализ проведенных исследований показал, что внесение в рецептуры хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы гидролизата из моллюсков и молочной сыворотки позволяет повысить пищевую ценность за счет содержания белка, макро- и микроэлементов и получить изделия, которые можно рекомендовать для лечебного и профилактического питания.

4.6 Технология приготовления хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы с использованием гидролизата из моллюсков

Способ производства хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы предусматривает следующие этапы:

- ✓ приготовление зернового полуфабриката;
- ✓ приготовление опары;
- ✓ замес теста на опаре;
- ✓ брожение теста;
- ✓ разделка теста на куски;
- ✓ расстойка тестовых заготовок;
- ✓ выпечка изделий.

Приготовление зернового полуфабриката осуществляется следующим образом: сначала проводится подготовка зерна пшеницы путем промывания его от примесей и замачивание подготовленного зерна в воде с внесением концентрированной молочнокислой закваски в количестве 10 % от общей массы зерна или молочной сыворотки в соотношении 1:1. Замачивание зерна рекомендуется проводить в течение 48 ч так как КМКЗ и молочная сыворотка имеют в своем составе кислоты и в течение меньшего времени не происходит набухание зерна, длительность контакта кислот с зерном уменьшалась и зерновка не приобретала пластических свойств. Увеличение продолжительности замачивания зерна свыше 48 ч может привести к нежелательным изменениям кислотности зерновой смеси и готовых изделий.

Температуру зерна при замачивании рекомендуется поддерживать на уровне 15 °С. Понижение температуры ослабляло жизнедеятельность микроорганизмов, но набухание зерна в этих условиях практически не происходило. Температуры выше 20 °С также не желательны, так как они являются благоприятным условием для повышения активности микроорганизмов.

Подготовленное зерно диспергируют, в полученную зерновую массу вносят дрожжи прессованные и гидролизат из моллюсков. Оставляют опару для брожения на 50 - 60 мин.

Затем замешивается тесто с добавлением муки пшеничной первого сорта в количестве 25 % от массы зерна, соли, сахара-песка и растительного масла. Тесто бродит 20 - 40 мин. Готовое тесто для производства изделий формуют на куски массой 0,055 - 0,11 кг.

Сформованные заготовки теста укладываются на смазанные растительным маслом листы и направляются на расстойку.

Рецептуру и режимы приготовления теста для хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы с добавлением гидролизата из моллюсков приведены в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Рецептуру и режимы приготовления теста для производства хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы

Наименование сырья, полуфабрикатов и показателей процесса	Расход сырья и параметры процесса приготовления теста для хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы на основе			
	КМКЗ		сыворотке подсырной	
	опара	тесто	опара	тесто
Зерно пшеницы, кг	75	–	75	–
Мука пшеничная первого сорта, кг	–	25	–	25
Концентрированная молочнокислая закваска, кг	10	–	–	–
Молочная сыворотка, кг	–	–	75	–
Сахар-песок, кг	–	2	–	2
Растительное масло, кг	–	2	–	2
Соль поваренная пищевая, кг	–	2	–	2
Дрожжи хлебопекарные прессованные, кг	2	–	2	–

Гидролизат из моллюсков, кг	3	–	3	–
Вода, кг	по расчету	–	–	–
Влажность, %	48 - 52	51±0,5	48 - 52	51±0,5
Продолжительность замеса, мин.	3 - 5	5 - 7	3 - 5	5 - 7
Температура начальная, град.	–	30 - 32	–	30 - 32
Продолжительность брожения, мин.	50 - 60	20 - 40	50 - 60	20 - 40

Расстойка тестовых полуфабрикатов производится на листах в увлажненном расстойном шкафу при температуре 35 - 38 градусов.

Продолжительность расстойки 25 - 30 мин.

Выпекание изделий осуществляется в печи с пароувлажнением в течение 15 - 20 мин при температуре 190 - 220 °С.

Выпеченные изделия укладываются на деревянные лотки и направляются в отдельное помещение для охлаждения.

Технологическая схема производства хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы представлена на рис. 4.7.

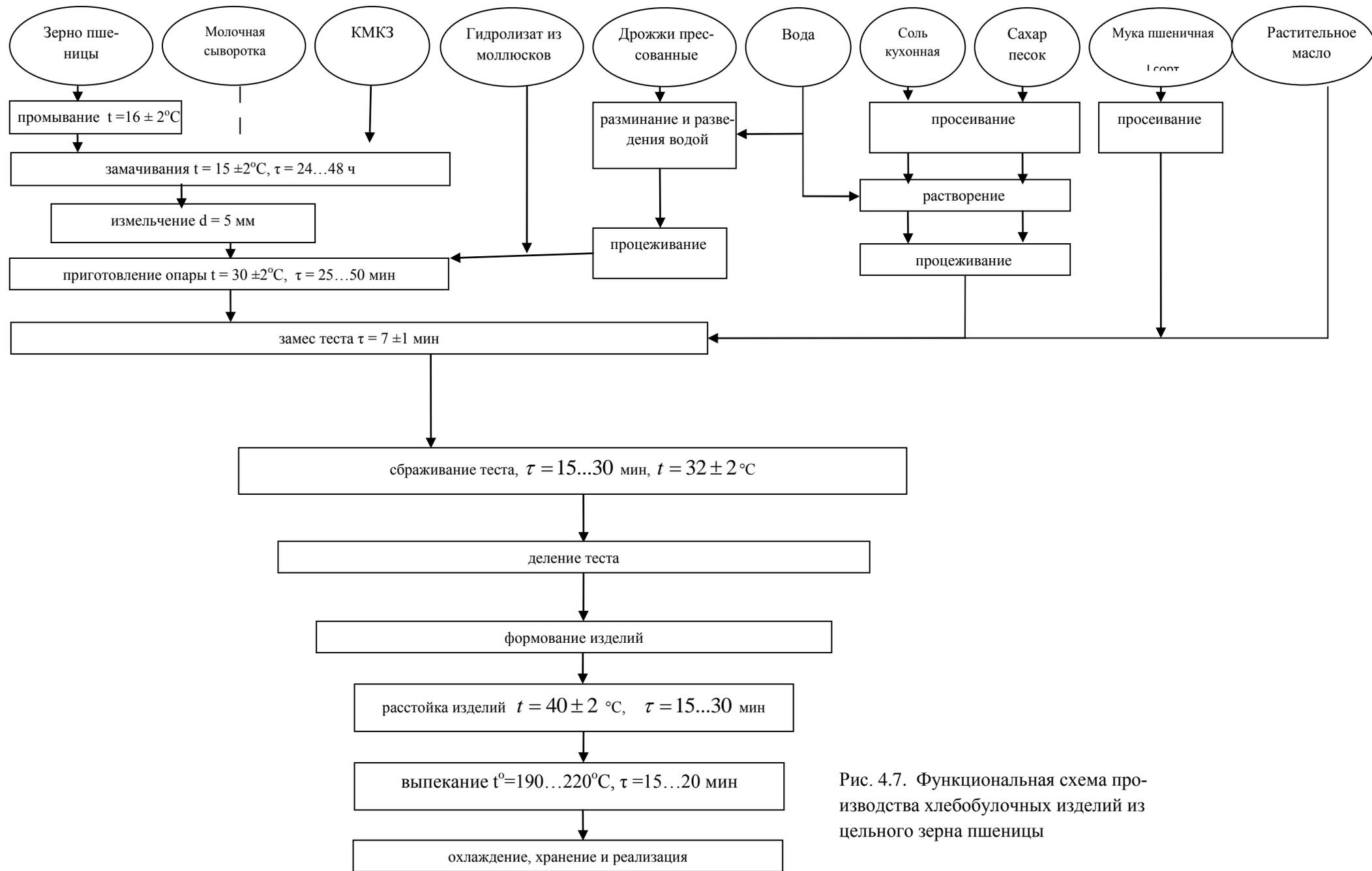


Рис. 4.7. Функциональная схема производства хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы

На основании проведенных исследований, с учетом комплекса технологических решений, нами была разработана машинно-аппаратурная схема на хлебобулочные изделия из цельного зерна пшеницы (рис. 4.8) с добавлением гидролизата из моллюсков.

В результате исследований разработан пакет технической документации (ТУ, ТИ, РЦ) на хлебобулочные изделия из цельного зерна пшеницы с добавлением гидролизата из моллюсков (ТУ У 10.7 – 02125131-1:2012). Получены 5 патентов Украины на разработанные технологии: № 78487 «Способ производства хлебобулочных изделий на молочных продуктах из цельного зерна пшеницы», № 80298 «Способ производства хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы с использованием гидролизата из моллюсков», № 78488 «Способ производства хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы», № 103437 «Способ производства хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы с использованием гидролизата из моллюсков», № 104358 «Способ производства хлебобулочных изделий на молочных продуктах из цельного зерна пшеницы» [89, 90].

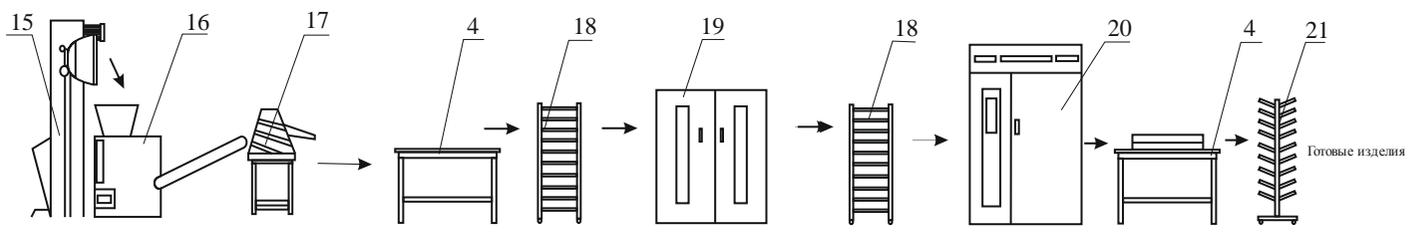
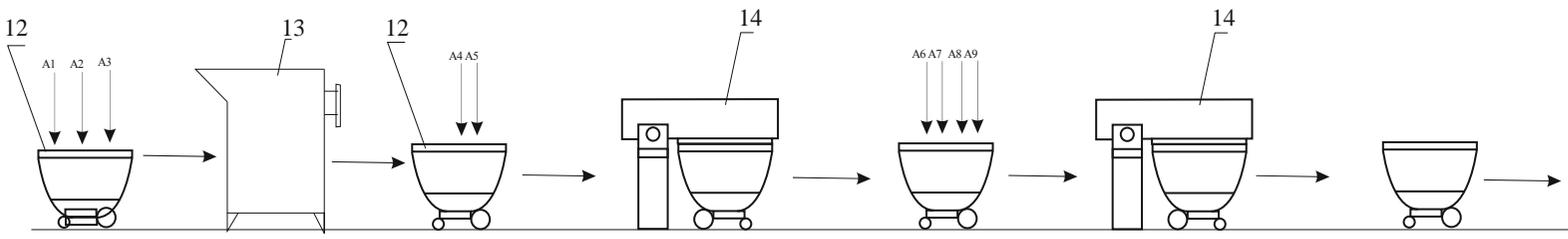
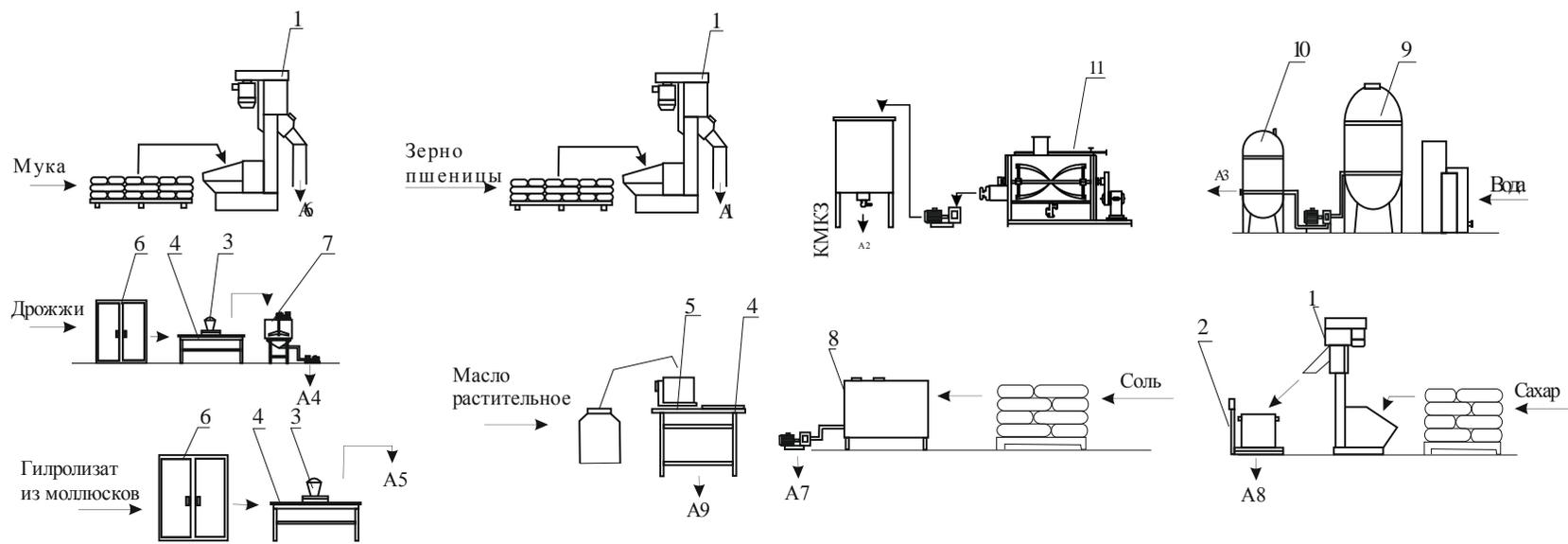


Рисунок 4.8 – Машинно-аппаратурная

схема производства изделий из цельного зерна пшеницы с добавлением гидролизата из моллюсков

- 1 – просеиватель «Пионер», 2 – весы напольные РП-1Ц13,
- 3 – весы электронные СП-15, 4 – стол производственный И8-СП, 5 – весы порционные, 6 – холодильник ХК-0,8, 7 – растворитель для дрожжей Х-15Д, 8 – растворитель для соли РЗ-ХЧД-1400, 9 – резервуар для хранения воды В2-ОМВ, 10 – водоподготовительная установка АМВ-0,012, 11 – заварочная машина, 12 – дежа, 13 – диспергатор; 14 – тестомесильная машина А2-ХТБ, 15 – дежеопрокидыватель А2-ХДЕ, 16 – тестоделительная машина «Восход», 17 – тестоокруглитель А2-ХПО/6, 18 – вагонетка, 19 – шкаф для расстойки, 20 – ротационная печь, 21 – контейнер ХКЛ – 18.

ГЛАВА 5 МЕДИКО-КЛИНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ХЛЕБО- БУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИХ ПРОИЗВОДСТВА

5.1 Биологическая эффективность разработанных хлебобулочных изделий

Питание является одним из важнейших факторов, определяющих здоровье населения, особенно детского. Правильное питание обеспечивает нормальный рост и развитие ребенка, способствует профилактике заболеваний и создает условия для адекватной адаптации к окружающей среде. У большинства населения Украины обнаруживаются нарушения питания, обусловленные недостаточным потреблением витаминов, минеральных веществ, полноценных белков и нерациональным их соотношением [1].

Особую актуальность эта проблема приобрела после аварии на Чернобыльской АЭС, которая в связи с глобальным характером воздействия на население и окружающую среду получила название "Чернобыльская катастрофа". В результате создалась беспрецедентная ситуация, когда сотни тысяч детей получили не только острое облучение, но остались жить в условиях длительного поступления в организм радионуклидов по пищевым цепочкам [2].

Исследованиями многих авторов доказано, что одним из наиболее неблагоприятных последствий Чернобыльской аварии является ухудшение здоровья пострадавшего детского населения [3, 4]. Интегральным параметром, отражающим все эти неблагоприятные сдвиги, является повышение показателей заболеваемости и распространенности заболеваний, по сути дела, по всем основным классам болезней [5].

Патология органов пищеварения занимает одно из ведущих мест в структуре заболеваемости детей и подростков, и наблюдается выраженная тенденция к ее ежегодному росту. За годы, прошедшие после аварии, уровень

распространенности по классу заболеваний органов пищеварения вырос более чем в 10 раз [6, 7].

Радионуклиды, прежде всего ^{137}Cs , непосредственно влияют на слизистую оболочку пищеварительного тракта и паренхиматозных органов (печень, поджелудочная железа). Это может быть одной из ведущих причин устойчивого роста показателей заболеваемости желудочно-кишечного тракта. Деформация пищевых рационов и длительное поступление радионуклидов в организм может обусловить целый ряд неблагоприятных последствий и привести к ухудшению состояния здоровья детского и подросткового населения. Установлено, что заболевания органов пищеварения, как правило, протекают на фоне иммунной дезадаптации и повышения частоты анемических состояний [8].

Поэтому ситуация, которая сложилась на сегодняшний день, вызывает необходимость поиска пищевых композиций и диетических добавок с радиозащитными свойствами, изготовленными на основе отечественного сырья. Это могут быть продукты флоры и фауны морей Украины.

В последние годы особое внимание уделяется гидролизатам из рапан и мидий, в которых содержится огромное количество биологически активных веществ, необходимых для правильного функционирования человеческого организма.

Исследования, проведенные учеными Института биологии южных морей им. А. О. Ковалевского, подтвердили оздоравливающее воздействие гидролизата на организм человека при стрессах и физических перегрузках, а также повышение иммунитета и профилактику воспалительных заболеваний [61].

Гидролизат обладает антиоксидантными, противоаллергенными и радиопротекторными свойствами, положительно влияет на состояние сердечно-сосудистой и кроветворной систем, способствует выведению из организма токсических элементов и радионуклидов.

Он показан для повышения общей сопротивляемости организма в условиях воздействия неблагоприятных факторов внешней и внутренней среды, для профилактики заболеваний и улучшения работоспособности.

Нами были проведены комплексно-клинико-лабораторные исследования для оценки терапевтических и радиозащитных свойств хлебобулочных изделий, обогащенных гидролизатом из моллюсков у подростков – жителей радиоактивно загрязненных территорий.

В детской клинике ГУ «ННЦРМ АМН Украины» проведена оценка терапевтических и радиозащитных свойств диетической добавки «Рапамид», хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы с добавлением гидролизата из моллюсков и изделий из смеси пшеничной и ржаной муки булочек «Луганские». Терапевтический эффект, переносимость и радиозащитные свойства этих продуктов изучали у 73 подростков 11 – 16 лет – постоянных жителей загрязненных радионуклидами территорий (Житомирской и Киевской областей). Исходный уровень радиоцезия в организме детей колебался от 666 до 4477 Бк. Подростки были подразделены на четыре группы.

I основную группу составили 20 подростков, получавших диетическую добавку «Рапамид» (производитель: ООО "МЭРИКОН" г. Севастополь, Украина, ТУ У 15.8-19184646). Добавка содержит ГМО и консервантов. «Рапамид» назначался по 5 мл дважды в день. Продолжительность курса применения составляла 20 сут. Исследования проводились при поступлении подростков в клинику и на 20 сут.

II основную группу составили 19 подростков, получавших хлебобулочные изделия из цельного зерна пшеницы с добавлением гидролизата из моллюсков (производитель: Государственное учреждение «Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко», г. Луганск, Украина, ТУ У 10.7-02125131-1 2012). Хлеб не содержит ГМО и консервантов. Подростки ежедневно, три раза в сутки, получали по 50 - 60 г хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы с добавлением гидролизата из моллюсков. Продол-

жительность курса составляла 20 сут. Исследования проводились при поступлении подростков в клинику и на 20 сут.

III основную группу составили 16 подростков, получавших булочки из смеси пшеничной и ржаной муки «Луганские» с добавлением гидролизата из моллюсков (производитель: Государственное учреждение «Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко», г. Луганск, Украина, ТУ У 10.7-02125131-2:2012). Подростки ежедневно, три раза в сутки, получали по 50 - 60 г булочек из смеси пшеничной и ржаной муки «Луганские». Продолжительность курса составляла 20 сут. Исследования проводились при поступлении подростков в клинику и на 20 сут.

IV контрольную группу составили 18 подростков, получавших обычный рацион питания. Эти дети также жили на радиоактивно загрязненных территориях. Содержание ^{137}Cs в их организме колебалось от 888 до 3404 Бк.

Всем подросткам как основной, так и контрольной групп было проведено комплексное клиническое, лабораторное и радиометрическое обследование.

Исследования проводились в соответствии с принципами минимального риска. Использовали материалы, взятые для установления диагноза.

Исследовали содержание ^{137}Cs в организме подростков в процессе применения диетической добавки «Рапамид» и хлебобулочных изделий с внесением этой добавки.

Данные радиометрических исследований содержания радиоцезия в организме подростков, полученные в процессе применения диетической добавки «Рапамид» и хлебобулочных изделий с внесением этой добавки, приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Динамика содержания цезия-137 в организме подростков в процессе применения диетической добавки «Рапамид» и хлебобулочных изделий с внесением этой добавки

Группы	Содержание цезия-137 в теле, Бк		Р	% снижения
	в начале исследований	в конце исследований		
I основная	1705,7 ± 234,7	1126,6 ± 147,4	< 0,05	33,9
II основная	1620,6±197,4	1165,5±137,9	< 0,05	28,1
III основная	1692,8±210,2	1190,9±171,3	< 0,05	29,6
контрольная	1577,9 ± 176,4	1227,3 ± 149,8	> 0,05	22,2

Как видно из таблицы 5.1, в начале испытаний диетической добавки «Рапамид» содержание радиоцезия в организме подростков I основной группы составляло $1705,7 \pm 234,7$ Бк, у подростков II основной группы в начале испытаний изделий из цельного зерна пшеницы с добавлением гидролизата из моллюсков составлял $1620,6 \pm 197,4$ Бк, у подростков III основной группы испытывающей изделий из смеси пшеничной и ржаной муки $1692,8 \pm 210,2$ Бк, у подростков контрольной группы – $1577,9 \pm 176,4$ Бк. То есть подростки основных и контрольной групп по содержанию ^{137}Cs в организме не имели достоверных различий.

Повторные радиометрические исследования на 20 сутки показали, что его уровень уменьшился в I группе с $1705,7 \pm 234,7$ Бк до $1126,6 \pm 147,4$ Бк ($p < 0,05$), во II группе – с $1620,6 \pm 197,4$ Бк до $1165,5 \pm 137,9$ Бк ($p < 0,05$), в III группе – с $1692,8 \pm 210,2$ Бк до $1190,9 \pm 171,3$ Бк ($p < 0,05$), то есть на 33,9 %, 28,1 %, 29,6 % соответственно, а у подростков контрольной группы, которые находились на обычном рационе питания, только 22,2 % с $1577,9 \pm 176,4$ Бк до $1227,3 \pm 149,8$ Бк.

Таким образом, результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что употребление в течение 20 сут диетической добавки «Рапамид» и хлебобулочных изделий с внесением этой добавки способствовало более значительному снижению содержания инкорпорированного радиоцезия.

Исследовали клиническое состояние подростков, получавших диетическую добавку «Рапамид» и хлебобулочных изделий с внесением этой добавки.

При клиническом обследовании подростков I основной группы установлено, что ведущей была патология желудочно-кишечного тракта. У 85,0 % подростков диагностирован хронический гастрит; у 30,0 % – он сочетался с хроническим дуоденитом, при этом почти у трети подростков (35,0 %) диагностирован дуодено-гастральный рефлюкс, а у 10,0 % – рефлюкс-эзофагит. Почти у всех подростков (95,0 %) имели место клинические и ультразвуковые признаки дискинезии желчевыводящих путей и диспанкреатизма. Определялось также большое количество очагов хронической инфекции. Хронический тонзиллит диагностирован у 95,0 % подростков, хронический ринит – у 30,0 % подростков, хронический кариес обнаруживался у 35,0 % случаев. Эти заболевания у 70,0 % подростков сочетались с вторичным иммунодефицитным состоянием. Более чем у половины (60,0 %) подростков определялась полидефицитная анемия.

Таким образом, ведущей нозологической формой патологии пищеварительной системы у подростков I основной группы – жителей радиоактивно загрязненных территорий, является хронический гастродуоденит, который в большинстве случаев сочетался с диспанкреатизм, дискинезией желчевыводящих путей и хроническим кариесом. Следует подчеркнуть, что ход патологии пищеварительной системы происходил на фоне хронических заболеваний ЛОР-органов и сопровождался развитием полидефицитной анемии.

Клиническое обследование показало, что у подростков II основной группы наиболее часто оказывалась также патология желудочно-кишечного тракта. У 89,5 % подростков диагностирован хронический гастрит, у 36,8 % он сочетался с хроническим дуоденитом, дуодено-гастральный рефлюкс диагностирован более чем у трети подростков (36,8 %), рефлюкс-эзофагит – у 10,5 %. У подавляющего большинства подростков (94,7 %) отмечались клинические и ультразвуковые признаки дискинезии желчевыводящих путей и

диспанкреатизма. На фоне патологии желудочно-кишечного тракта определялось большое количество очагов хронической инфекции: хронический тонзиллит диагностирован у 89,5 %, хронический ринит – у 26,3 %, хронический кариес – у 31,6 % подростков. Эти заболевания в большинстве случаев сочетались с вторичными иммунодефицитными состояниями (73,7 %), проходили на фоне полидефицитной анемии (36,8 %) и астено-вегетативного синдрома (84,2 %).

Патология у подростков III основной группы по своей частоте и структуре существенно не отличалась от наблюдавшейся у подростков I и II основных групп. Так, хронический гастрит оказывался у 93,85 % подростков, хронический дуоденит – у 37,5 %, рефлюкс-эзофагит – у 12,5 %, дуодено-гастральный рефлюкс – у 37,5 %, дискинезия желчевыводящих путей – у 93,8 %, диспанкреатизм у – 87,5 %. У преобладающего большинства подростков отмечались очаги хронической инфекции: хронический тонзиллит – у 87,5 %, хронический ринит – у 25,0 %, хронический кариес – у 37,5 % подростков. На фоне этих заболеваний у 68,8 % оказывались вторичные иммунодефицитные состояния, у 31,3 % – полидефицитная анемия и у 87,5 % – признаки астено-вегетативного синдрома.

Все подростки получали однотипную базовую медикаментозную терапию патологии органов пищеварения, назначались физиотерапевтические процедуры и проводилась санация очагов хронической инфекции. Кроме того, подростки I основной группы дополнительно к обычному рациону питания ежедневно в течение 20 дней употребляли диетическую добавку «Рапамид» по 5 мл 2 раза в день, подростки II основной группы дополнительно к обычному рациону питания и базисной терапии ежедневно в течение 20 дней употребляли изделия из цельного зерна пшеницы с добавлением гидролизата из моллюсков, а подростки III основной группы – употребляли хлебобулочные изделия из смеси пшеничной и ржаной муки с добавлением гидролизата из моллюсков (булочки «Луганские»).

Оценка жалоб показала, что основными в клинической картине подростков I группы наблюдения до начала употребления диетической добавки «Рапамид» были абдоминальный и астено-вегетативный синдромы, II группы перед назначением изделий из цельного зерна пшеницы с добавлением гидролизата из моллюсков были выраженные признаки абдоминального, диспептического и астено-вегетативного синдромов, у подростков III основной группы они не отличались по сравнению с контролем (табл. 5.2).

Таблица 5.2 – Частота жалоб у подростков до начала применения диетической добавки «Рапамид» и хлебобулочных изделий с внесением этой добавки, %

Жалобы	Частота жалоб в группах подростков			
	I основная	II основная	III основная	контрольная
1	2	3	4	5
Абдоминальный синдром	90,0	94,7	87,5	88,9
- боль в эпи и мезагастральной области натошак	25,0	21,1	18,8	22,7
- после еды	60,0	52,6	50,0	55,6
- в правом подреберье	30,0	21,1	12,5	16,7
- в левом подреберье	15,0	10,5	12,5	11,1
- в обоих подреберьях	20,0	26,3	31,3	27,8
Диспептический синдром	65,0	73,7	68,8	72,2
- плохой аппетит	55,0	47,4	43,8	44,4
- отрыжка воздухом	30,0	36,8	31,3	33,3
—“— едой	20,0	31,6	31,3	27,8
- тошнота	40,0	42,1	31,3	38,9
- изжога	35,0	42,1	31,3	38,9
- ощущение тяжести, переполнения желудка	10,0	5,3	6,3	5,6
- неприятный привкус (горечь)	10,0	5,3	12,5	5,6
- запах изо рта	10,0	10,5	18,8	11,1
- склонность к поносам	10,0	15,8	12,5	11,1
—“— запоров	15,0	15,8	25,0	16,7
—“— метеоризма	15,0	15,8	31,3	22,2
Астено-вегетативный синдром	85,0	89,5	87,5	88,9

1	2	3	4	5
- утомляемость	75,0	73,7	75,0	77,8
- головная боль	70,0	68,4	75,0	72,2
- помрачнение в глазах ортостатического характера	25,0	21,1	18,8	22,2
- потливость	45,0	47,4	43,8	50,0
- укачивания в транспорте	45,0	36,8	43,8	33,3
- носовые кровотечения	10,0	5,3	12,5	11,1
- неприятные ощущения в области сердца	60,0	52,6	56,3	66,7
- боль или парестезии в конечностях	25,0	31,6	25,0	33,3
- боль в спине	30,0	36,8	37,5	33,3
- метеочувствительность	30,0	31,6	37,5	33,3
- непереносимость душных помещений, шума	20,0	26,3	31,3	22,2

Как видно из представленной таблицы 5.2, в процессе применения диетической добавки «Рапамид» (I основная группа) у всех подростков отмечена ее хорошая переносимость и отсутствие побочных эффектов. При повторном обследовании на 20-е сут после комплексного применения базисной терапии и употребления диетической добавки «Рапамид», самочувствие подростков значительно улучшилось, при этом признаки абдоминального синдрома исчезли у 17 подростков, диспепсические синдрома – у 10 подростков, значительно уменьшились проявления вегето-сосудистой дисфункции у 15 подростков.

Итак, к моменту выписки из стационара (двадцать первые сутки) те или иные симптомы абдоминального и диспепсического синдрома оказывались, соответственно, только у 5,0 % и 10,0 %, а проявления астено-вегетативного синдрома сохранялись у 10,0 % подростков. Однако, в контрольной группе признаки абдоминального и диспепсического синдрома оставались, соответственно, у 16,7 % и 22,2 %, а проявления астено-вегетативного синдрома - у 27,0 % подростков.

Таким образом, дополнительное назначение к обычному рациону питания и базисной терапии диетической добавки «Рапамид» по 10 мл в сутки в

течение 20 дней способствует более выраженному терапевтическому эффекту у подростков с патологией пищеварительной системы и астено-вегетативными нарушениями.

Применение изделий из цельного зерна пшеницы с добавлением гидролизата из моллюсков (II основная группа), у всех подростков показало их хорошую переносимость и отсутствие побочных эффектов. При повторном обследовании на 20-е сут после комплексного применения базисной терапии и применения изделий из цельного зерна пшеницы с добавлением гидролизата из моллюсков, самоощущение подростков улучшилось, при этом признаки абдоминального синдрома исчезли у 16 подростков, диспепсические синдрома – у 11 подростков, значительно уменьшились проявления антенно-вегетативного синдрома у 14 подростков.

Итак, к моменту выписки из стационара (21 сут) те или иные симптомы абдоминального и диспепсического синдрома оказывались соответственно у 10,5 % и 15,8 %, а проявления астено-вегетативного синдрома сохранялись у 15,8 % подростков. Однако у подростков контрольной группы признаки абдоминального и диспепсического синдромов оставались, соответственно, у 16,7 % и 22,2 %, а проявления астено-вегетативного синдрома хранились у 27,0 % подростков.

Таким образом, дополнительное назначение к обычному рациону питания и базисной терапии в течение 20 сут изделий из цельного зерна пшеницы с добавлением гидролизата из моллюсков, положительно влияет на клиническое состояние детей с патологией пищеварительной системы.

Клинические наблюдения показали, что при употреблении хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки с добавлением гидролизата из моллюсков (булочки «Луганские») (III основная группа) побочных эффектов не наблюдалось, отмечалось улучшение самочувствия всех подростков, признаки абдоминального синдрома исчезли у 13 подростков, диспепсические синдрома – у 9 подростков, значительно уменьшились проявления антенно-вегетативного синдрома у 11 подростков. При вы-

писке из клиники (на 21 сут) некоторые признаки абдоминального, диспепсические и астено-вегетативного синдрома сохранялись, соответственно, у 6,3 %, 12,5 % и 18,8 % подростков, тогда как в контрольной группе – в 16,7 %, 22,2 % и 27,0 % подростков.

Следовательно, дополнительное назначение к обычному рациону питания и базисной терапии в течение 20 сут хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки с добавлением гидролизата из моллюсков (булочки «Луганские»), положительно влияло на клиническое состояние подростков с патологией пищеварительной системы.

Для определения влияния диетической добавки «Рапамид» (табл. 5.3), изделий из цельного зерна пшеницы с внесением гидролизата из моллюсков (табл. 5.4) и хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки (табл. 5.5) на пищеварительную систему проведена оценка параметров микроскопического исследования фекалий в начале и в конце исследования.

Таблица 5.3 – Динамика показателей копрограммы у подростков в процессе употребления диетической добавки «Рапамид», %

Показатели	Значение показателей в группах				P	
	I основная		контрольная			
	в начале исследований	в конце исследований	в начале исследований	в конце исследований	1-2	3-4
	1	2	3	4		
Мышечные волокна	85,0	45,0	83,3	66,7	<0,05	>0,05
Нейтральный жир	75,0	25,0	66,7	50,0	<0,05	>0,05
Жирные кислоты	10,0	0,0	11,1	0,0	>0,05	>0,05
Мыла	20,0	0,0	22,2	16,7	<0,05	>0,05
Непереваренная клетчатка	80,0	70,0	88,9	83,3	>0,05	>0,05
Переваренная клетчатка	35,0	30,0	27,8	22,2	>0,05	>0,05
Крахмал	45,0	15,0	50,0	27,8	<0,05	>0,05
Йодофильная флора	30,0	10,0	38,9	16,7	>0,05	>0,05
Слизь	5,0	0,0	11,1	5,6	>0,05	>0,05

Из таблицы 5.3 видно, что в начале исследований у большинства подростков выявлялись признаки креатореи в виде мышечных волокон, почти у половины регистрировались признаки амилореи (зерна крахмала, переварен-

ная клетчатка), а также стеатореи (нейтральный жир). Жирные кислоты и мыла оказывались несколько реже. Дисбиотические процессы в дистальных отделах желудочно-кишечного тракта характеризовались наличием йодофильной флоры, которая проявлялась у 30,0 %. Иногда определялся слизь. Симптомов гемоколита в виде эритроцитов у подростков не было.

Повторное исследование, которое было проведено на 20-е сут после дополнительного назначения к базисной терапии и обычного рациона питания диетической добавки «Рапамид», выявило улучшение процессов полостного пищеварения. По данным копрограммы уменьшились признаки креатореи, амилореи, стеатореи и дисбиотические проявления.

Таблица 5.4 – Динамика показателей копрограммы у подростков, которые употребляли изделия из цельного зерна пшеницы с добавлением гидролизата из моллюсков

Показатели	Значение показателей в группах				P	
	II основная		контрольная			
	в начале исследований	в конце исследований	в начале исследований	в конце исследований	1-2	3-4
	1	2	3	4		
Мышечные волокна	89,5	42,1	83,3	66,7	<0,05	>0,05
Нейтральный жир	73,7	21,1	66,7	50,0	<0,05	>0,05
Жирные кислоты	10,5	0,0	11,1	0,0	>0,05	>0,05
Мыла	20,0	5,3	22,2	16,7	>0,05	>0,05
Непереваренная клетчатка	84,2	78,9	88,9	83,3	>0,05	>0,05
Переваренная клетчатка	26,3	15,8	27,8	22,2	>0,05	>0,05
Крахмал	31,6	15,8	50,0	27,8	>0,05	>0,05
Йодофильная флора	31,6	5,3	38,9	16,7	<0,05	>0,05
Слизь	0,0	0,0	11,1	5,6	>0,05	>0,05

Как показано в таблице 5.4, в начале исследований у большинства подростков обеих групп наблюдения проявлялись признаки креатореи в виде мышечных волокон, почти у половины регистрировались признаки амилореи (зерна крахмала, переваренная клетчатка), а также стеатореи (нейтральный жир). Жирные кислоты и мыла оказывались реже. Дисбиотические процессы в дистальных отделах желудочно-кишечного тракта характеризовала наличие

йодофильной флоры, которая проявлялась у 31,6 % подростков II основной группы и 38,9 % подростков контрольной группы.

Повторное исследование, которое было проведено на 20 сут после дополнительного назначения к базисной терапии и обычного рациона питания изделий из цельного зерна пшеницы с добавлением гидролизата из моллюсков, выявило улучшение процессов полостного пищеварения. По данным копрограммы уменьшились признаки креатореи, стеатореи и дисбиотические проявления.

Таблица 5.5 – Динамика показателей копрограммы у подростков, которые употребляли булочки «Луганские»

Показатели	Значение показателей в группах				Р	
	III основная		контрольная			
	в начале исследований	в конце исследований	в начале исследований	в конце исследований	1-2	3-4
	1	2	3	4		
Мышечные волокна	75,0	50,0	83,3	66,7	>0,05	>0,05
Нейтральный жир	62,5	25,0	66,7	50,0	<0,05	>0,05
Жирные кислоты	6,3	0,0	11,1	0,0	>0,05	>0,05
Мыла	18,8	6,3	22,2	16,7	>0,05	>0,05
Непереваренная клетчатка	87,5	81,3	88,9	83,3	>0,05	>0,05
Переваренная клетчатка	31,3	18,8	27,8	22,2	>0,05	>0,05
Крахмал	43,8	18,8	50,0	27,8	>0,05	>0,05
Йодофильная флора	37,5	6,3	38,9	16,7	<0,05	>0,05
Слизь	0,0	0,0	11,1	5,6	>0,05	>0,05

Из таблицы 5.5 видно, что при повторном исследовании на 20 сут, выявлено статистически достоверное снижение признаков стеатореи и дисбиотических проявлений, а также тенденции к уменьшению признаков амилореи и креатореи, что свидетельствует о положительном влиянии хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки с добавлением гидролизата из моллюсков (булочки «Луганские») на процессы полостного пищеварения.

У подростков контрольной группы отмечена лишь тенденция к улучшению показателей копрограммы, которая не приобретала статистически достоверного значения.

Таким образом, назначение диетической добавки «Рапамид» и хлебобулочных изделий с внесением этой добавки, приводило к улучшению процессов полостного пищеварения, уменьшению дисбиотических процессов у подростков – жителей радиоактивно загрязненных территорий, имеющих патологию желудочно-кишечного тракта.

Были проведены исследования динамики гематологических показателей подростков в процессе применения гидролизата из моллюсков «Рапамид», хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы и изделий из смеси пшеничной и ржаной муки (булочки «Луганские») с добавлением гидролизата из моллюсков.

Показатели периферической крови у подростков I, II, III основных и контрольной групп приведены в табл. 5.6 – 5.8.

Таблица 5.6 – Динамика гематологических показателей у подростков в процессе применения диетической добавки «Рапамид» ($X \pm m$)

Показатели	Значение показателей в группах							
	I основная				контрольная			
	в начале исследований		в конце исследований		в начале исследований		в конце исследований	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Гемоглобин г/л	115,11	±3,01	125,11	±2,87*	118,90	±2,96	120,16	±2,52
Эритроциты $\times 10^{12}/л$	3,83	±0,13	4,18	±0,15*	3,90	±0,09	3,98	±0,10
Лейкоциты $\times 10^9/л$	5,98	±0,28	6,49	±0,45	6,84	±0,51	6,20	±0,37
Тромбоциты $\times 10^9/л$	354,44	±9,35	312,54	±9,32	331,00	±4,33	313,33	±6,15
Эозинофилы	2,56	±0,47	2,22	±0,28	2,50	±0,50	5,33	±1,38
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Палочкоядерные	2,33	±0,58	2,22	±0,48	2,31	±0,62	2,17	±0,31
Сегментоядерные	52,56	±3,65	56,67	±1,98	53,89	±2,00	55,33	±1,05
Лимфоциты	35,11	±3,51	31,70	±2,39	34,70	±1,88	29,67	±1,65
Моноциты	7,44	±0,41	7,19	±0,99	6,60	±0,85	7,50	±0,97
ШОЕ	7,11	±0,84	5,78	±0,68	5,40	±1,00	4,33	±1,71

Примечание. * - Достоверность различий между показателями в начале и в конце исследований ($p < 0,05$).

Как видно из таблицы 5.6, в начале исследований показатели периферической крови у подростков I основной и контрольной групп характеризовались снижением уровня гемоглобина и эритроцитов. Другие показатели

гемограммы соответствовали возрастным нормативам и не отличались между собой. Анализ индивидуальных параметров при первичном обследовании показал наличие анемии I степени у 12 подростков I основной (60,0 %) и у восьми подростков контрольной группы (44,4 %).

Исследования, которые были проведены у подростков I основной группы на 20 сут после употребления гидролизата из моллюсков «Рапамид», показали, что в целом в I основной группе происходило достоверное повышение уровня гемоглобина и количества эритроцитов, которые достигали возрастных нормативов. Среднегрупповые показатели подростков контрольной группы имели лишь тенденцию к улучшению, но не приобретали статистически значимого уровня.

При оценке индивидуальных данных установлено, что уровни гемоглобина и эритроцитов нормализовались у 10 из 12 подростков I основной группы, тогда как в контрольной группе – только в четырех из восьми подростков.

Существенных изменений других показателей гемограммы у подростков обеих групп не наблюдалось.

Таблица 5.7 – Динамика гематологических показателей у подростков в процессе применения изделий из цельного зерна пшеницы с добавлением гидролизата из моллюсков ($X \pm m$)

Показатели	Значение показателей в группах			
	I основная		контрольная	
	в начале исследований	в конце исследований	в начале исследований	в конце исследований
Гемоглобин г/л	118,92 ±2,37	123,17 ±1,87	118,90 ±2,96	120,16 ±2,52
Эритроциты $\times 10^{12}/л$	3,53 ±0,12	4,20 ±0,15*	3,90 ±0,09	3,98 ±0,10
Лейкоциты $\times 10^9/л$	5,29 ±0,23	5,77 ±0,32	6,84 ±0,51	6,20 ±0,37
Тромбоциты $\times 10^9/л$	352,00 ±9,31	342,40 ±9,37	331,00 ±4,33	313,33 ±6,15
Эозинофилы	2,62 ±0,46	2,23 ±0,44	2,50 ±0,50	5,33 ±1,38
Палочкоядерные	2,15 ±0,27	1,92 ±0,33	2,31 ±0,62	2,17 ±0,31
Сегментоядерные	50,15 ±2,25	54,47 ±1,50	53,89 ±2,00	55,33 ±1,05
Лимфоциты	38,62 ±2,31	34,46 ±1,62	34,70 ±1,88	29,67 ±1,65
Моноциты	6,46 ±0,68	6,92 ±0,76	6,60 ±0,85	7,50 ±0,97
ШОЕ	6,54 ±0,78	6,23 ±0,70	5,40 ±1,00	4,33 ±1,71

Примечание. * - Достоверность различий между показателями в начале и в конце исследований ($p < 0,05$).

Анализ данных, приведенных в таблице 5.7, показывает, что в начале исследований у подростков II основной и контрольной групп наблюдалось снижение уровня гемоглобина и эритроцитов. Другие показатели гемограммы соответствовали возрастным нормативам. Оценка индивидуальных параметров при первичном обследовании обнаружила наличие анемии I степени у семи подростков II основной (36,8 %) и у восьми подростков контрольной группы (44,4 %).

Повторные исследования состава периферической крови показали, что у подростков II основной группы происходило улучшение показателей красной крови, при этом для эритроцитов оно приобретало статистически значимого уровня ($p < 0,05$).

Таблица 5.8 – Динамика гематологических показателей у подростков в процессе употребления булочек «Луганские» ($\bar{X} \pm m$)

Показатели	Значение показателей в группах							
	III основная				контрольная			
	в начале исследований		в конце исследований		в начале исследований		в конце исследований	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Гемоглобин г/л	119,56	±2,63	122,54	±2,71	118,90	±2,96	120,16	±2,52
Эритроциты $\times 10^{12}/л$	3,78	±0,11	4,15	±0,12*	3,90	±0,09	3,98	±0,10
Лейкоциты $\times 10^9/л$	6,91	±0,96	7,00	±0,59	6,84	±0,51	6,20	±0,37
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тромбоциты $\times 10^9/л$	330,00	±9,31	335,00	±9,37	331,00	±4,33	313,33	±6,15
Эозинофилы	2,44	±0,58	2,00	±0,37	2,50	±0,50	5,33	±1,38
Палочкоядерные	2,67	±0,41	2,67	±0,51	2,31	±0,62	2,17	±0,31
Сегментоядерные	53,67	±2,48	58,56	±2,44	53,89	±2,00	55,33	±1,05
Лимфоциты	33,78	±2,42	30,00	±2,68	34,70	±1,88	29,67	±1,65
Моноциты	7,11	±0,98	8,89	±0,68	6,60	±0,85	7,50	±0,97
ШОЕ	6,11	±1,23	5,56	±0,92	5,40	±1,00	4,33	±1,71

Примечание. * - Достоверность различий между показателями в начале и в конце исследований ($p < 0,05$).

При гематологическом обследовании подростков III основной группы установлено, что уровни гемоглобина и эритроцитов при поступлении под-

ростков в стационар составляли, соответственно, $119,56 \pm 2,63$ г/л и $3,78 \pm 0,11 \times 10^{12}$ /л и были ниже, чем возрастные нормативы. В трех из 16 подростков выявлено полидефицитную анемию I степени. Другие показатели гемограммы соответствовали нормативным значениям.

При повторном исследовании установлено, улучшение показателей красной крови с возможным повышением количества эритроцитов. При этом у подростков, имевших полидефицитную анемию, уровень гемоглобина и эритроцитов нормализовался.

Следовательно, назначение гидролизата из моллюсков «Рапамид», хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы и изделий из смеси пшеничной и ржаной муки (булочки «Луганские») с добавлением гидролизата из моллюсков, в течение 20 сут положительно влияло на уровень гемоглобина и эритроцитов у подростков – жителей радиоактивно загрязненных территорий.

Исследовали динамику иммунологических показателей у подростков в процессе применения диетической добавки «Рапамид», хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы и изделий из смеси пшеничной и ржаной муки (булочки «Луганские») с добавлением гидролизата из моллюсков.

Показатели клеточного звена иммунитета у подростков I основной группы, принимавших диетическую добавку «Рапамид» по сравнению с контролем приведены в таблице 5.9.

Таблица 5.9 – Показатели клеточного звена иммунитета у подростков групп наблюдения в процессе применения диетической добавки «Рапамид» ($X \pm m$)

Показатели	Значение показателей в группах							
	I основная				контрольная			
	в начале исследований		в конце исследований		в начале исследований		в конце исследований	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
CD3+19- клетки, %	63,69	$\pm 1,81$	69,23	$\pm 1,84^*$	64,04	$\pm 2,08$	67,90	$\pm 1,90$
CD4+8- клетки, %	32,54	$\pm 1,83$	35,81	$\pm 2,40$	32,80	$\pm 2,15$	35,80	$\pm 3,80$
CD4-8+ клетки, %	28,87	$\pm 1,22$	29,67	$\pm 1,86$	34,21	$\pm 2,66$	33,32	$\pm 2,50$

1	2	3	4	5	6	7	8	9
CD3-19+ клетки, %	12,16	±1,10	12,34	±1,22	6,39	±0,76	8,05	±0,95
CD3-56+ клетки, %	5,38	±1,96	10,88	±1,55*	4,65	±1,78	5,86	±1,63
CD3+56+ клетки, %	1,93	±0,32	2,92	±0,49	1,87	±0,33	1,95	±0,57
CD4+8-/CD4-8+	1,12	±0,02	1,21	±0,03*	0,96	±0,05	1,07	±0,05

Примечание. * - Достоверность различий между показателями в начале и в конце исследований ($p < 0,05$).

Из таблицы 5.9 видно, что при первичном обследовании среднегрупповые показатели клеточного звена иммунитета у подростков I основной и контрольной групп не имели существенных отличий.

Через 20 сут после назначения диетической добавки «Рапамид» дополнительно к основному рациону питания и базисной терапии, наблюдались положительные изменения, которые характеризовались увеличением относительного количества Т лимфоцитов CD3 + 19- с $63,69 \pm 1,81$ % до $69,23 \pm 1,84$ % ($p < 0,05$) и относительного количества натуральных клеток (CD3-56 + клетки) с $5,38 \pm 1,96$ % до $10,88 \pm 1,55$ % ($p < 0,05$). Также определялась оптимизация соотношения иммунорегуляторных субпопуляций Т лимфоцитов с увеличением иммунорегуляторного индекса (CD4+8-/CD4-8+) с $1,12 \pm 0,02$ до $1,21 \pm 0,03$ ($p < 0,05$). У подростков контрольной группы достоверных изменений со стороны показателей клеточного звена иммунитета не происходило.

Изменений со стороны гуморального звена иммунитета у подростков обеих групп наблюдения в начале и в конце исследования не было, концентрация иммуноглобулинов основных классов оставалась стабильной (табл. 5.10).

Таблица 5.10 – Показатели гуморального звена иммунитета у подростков групп наблюдения в процессе применения диетической добавки «Рапамид» ($X \pm m$)

Показатели	Значение показателей в группах							
	I основная				контрольная			
	в начале исследований		в конце исследований		в начале исследований		в конце исследований	
IgG, г/л	9,14	±0,53	9,39	±0,43	9,88	±0,68	10,16	±0,58
IgA, г/л	1,61	±0,11	1,69	±0,12	1,69	±0,14	1,74	±0,09
IgM, г/л	0,86	±0,04	0,94	±0,06	1,11	±0,08	1,08	±0,08

Исследование фагоцитарной функции нейтрофилов свидетельствуют о том, что в процессе употребления гидролизата «Рапамид» происходило существенное улучшение поглощающей способности нейтрофилов, а именно, увеличивалось фагоцитарное число с $4,12 \pm 0,24$ до $4,80 \pm 0,28$ ($p < 0,05$). Отмечались также положительная тенденция к увеличению процента клеток – фагоцитов с $45,44 \pm 3,45$ до $54,42 \pm 3,22$ ($p > 0,05$). У подростков контрольной группы существенных изменений со стороны этих показателей не оказывалось (табл. 5.11).

Таблица 5.11 – Показатели фагоцитарной функции нейтрофилов у подростков групп наблюдения в процессе применения диетической добавки «Рапамид» ($X \pm m$)

Показатели	Значение показателей в группах							
	I основная				контрольная			
	в начале исследований		в конце исследований		в начале исследований		в конце исследований	
ФЧ	4,12	$\pm 0,24$	4,80	$\pm 0,28^*$	3,68	$\pm 0,82$	3,82	$\pm 0,44$
ВФ, %	45,44	$\pm 3,45$	54,42	$\pm 3,22$	40,33	$\pm 3,34$	44,58	$\pm 3,25$

Примечание. * - Достоверность различий между показателями в начале и в конце исследований ($p < 0,05$).

Таким образом, применение гидролизата из моллюсков «Рапамид» на протяжении 20 дней у подростков на фоне базисной терапии способствовало оптимизации показателей клеточного звена иммунитета и фагоцитарной функции нейтрофилов.

По результатам исследований клеточного звена иммунитета установлено, что употребление изделий из цельного зерна пшеницы с добавлением гидролизата из моллюсков положительно влияло на такие показатели как относительное количество Т- лимфоцитов и Т-хелперов.

Так, через 20 сут после назначения изделий из цельного зерна пшеницы с добавлением гидролизата из моллюсков дополнительно к основному рациону питания и базисной терапии, относительное количество Т- лимфоци-

тов CD3 + 19- увеличилось с $65,44 \pm 2,57$ % до $70,24 \pm 1,78$ % ($p < 0,05$), а относительное количество Т-хелперов CD4 + 8- выросло с $30,67 \pm 2,31$ % до $36,81 \pm 2,92$ % ($p < 0,05$). Соответственно, нормализовалось и соотношение субпопуляций Т хелперов и Т супрессоров, а иммунорегуляторный индекс достиг нормативных значений (табл. 5.12).

У детей контрольной группы достоверных изменений со стороны показателей клеточного звена иммунитета не происходило.

Таблица 5.12 – Показатели клеточного звена иммунитета у подростков групп наблюдения в процессе применения изделий из цельного зерна пшеницы с добавлением гидролизата из моллюсков ($X \pm m$)

Показатели	Значение показателей в группах							
	II основная				контрольная			
	в начале исследований		в конце исследований		в начале исследований		в конце исследований	
CD3+19- клетки, %	65,44	$\pm 2,57$	70,24	$\pm 1,78^*$	64,04	$\pm 2,08$	67,90	$\pm 1,90$
CD4+8- клетки, %	30,67	$\pm 2,31$	36,81	$\pm 2,92^*$	32,80	$\pm 2,15$	35,80	$\pm 3,80$
CD4-8+ клетки, %	31,08	$\pm 2,21$	29,87	$\pm 1,62$	34,21	$\pm 2,66$	33,32	$\pm 2,50$
CD3-19+ клетки, %	11,13	$\pm 1,10$	9,17	$\pm 1,61$	6,39	$\pm 0,76$	8,05	$\pm 0,95$
CD3-56+ клетки, %	8,33	$\pm 1,20$	8,79	$\pm 1,38$	4,65	$\pm 1,78$	5,86	$\pm 1,63$
CD3+56+ клетки, %	2,94	$\pm 0,33$	2,50	$\pm 0,45$	1,87	$\pm 0,33$	1,95	$\pm 0,57$
CD4+8-/CD4-8+	0,97	$\pm 0,04$	1,23	$\pm 0,03^*$	0,96	$\pm 0,05$	1,07	$\pm 0,05$

Примечание. * - Достоверность различий между показателями в начале и в конце исследований ($p < 0,05$).

Что касается гуморального звена иммунитета, то у подростков обеих групп наблюдения, как при первичном, так и при повторном обследовании через 20 сут уровень иммуноглобулинов классов А, G, М существенно не менялся и соответствовал нормативным значениям (табл. 5.13).

Таблица 5.13 – Показатели гуморального звена иммунитета у подростков групп наблюдения в процессе применения изделий из цельного зерна пшеницы с добавлением гидролизата из моллюсков ($X \pm m$)

Показатели	Значение показателей в группах							
	II основная				контрольная			
	в начале исследований		в конце исследований		в начале исследований		в конце исследований	
IgG, г/л	9,73	$\pm 0,56$	9,74	$\pm 0,39$	9,88	$\pm 0,68$	10,16	$\pm 0,58$
IgA, г/л	1,68	$\pm 0,07$	1,78	$\pm 0,08$	1,69	$\pm 0,14$	1,74	$\pm 0,09$
IgM, г/л	0,83	$\pm 0,03$	0,83	$\pm 0,03$	1,11	$\pm 0,08$	1,08	$\pm 0,08$

При исследовании фагоцитарной функции нейтрофилов установлено, что в процессе употребления изделий из цельного зерна пшеницы с добавлением гидролизата из моллюсков имело место улучшение поглощающей способности нейтрофилов. Так, фагоцитарное число увеличивалось с $3,84 \pm 0,19$ до $4,23 \pm 0,14$ ($p < 0,05$). Также наблюдалась положительная тенденция к увеличению процента фагоцитирующих клеток – с $40,08 \pm 2,86$ % до $46,42 \pm 3,37$ %, однако статистической значимости она не приобретала. У детей контрольной группы существенных изменений со стороны этих показателей не оказывалось (табл. 5.14).

Таблица 5.14 – Показатели фагоцитарной функции нейтрофилов у подростков групп наблюдения в процессе применения изделий из цельного зерна пшеницы с добавлением гидролизата из моллюсков ($X \pm m$)

Показатели	Значение показателей в группах							
	II основная				контрольная			
	в начале исследований		в конце исследований		в начале исследований		в конце исследований	
ФЧ	3,84	$\pm 0,19$	4,23	$\pm 0,14^*$	3,68	$\pm 0,82$	3,82	$\pm 0,44$
ВФ, %	40,08	$\pm 2,86$	46,42	$\pm 3,37$	40,33	$\pm 3,34$	44,58	$\pm 3,25$

Примечание. * - Достоверность различий между показателями в начале и в конце исследований ($p < 0,05$).

Таким образом, употребление изделий из цельного зерна пшеницы с добавлением гидролизата из моллюсков в течение 20 сут у подростков на фоне базисной терапии способствовало нормализации показателей клеточного звена иммунитета и улучшению поглощающей функции нейтрофилов.

Клинико-лабораторное исследование иммунного статуса подростков III основной группы позволило установить, что в 68,8 % из них имели место вторичные иммунодефицитные состояния, характеризовавшиеся уменьшением относительного количества Т-лимфоцитов с дисбалансом в их регуляторных субпопуляциях и угнетением фагоцитарной активности нейтрофилов, показатели гуморального звена иммунитета, судя по уровню иммуноглобули-

нов основных классов (А, G, М) с данными возрастной нормы (табл. 5.15 – 5.17).

Таблица 5.15 – Показатели клеточного звена иммунитета у подростков групп наблюдения в процессе употребления булочек «Луганские» ($X \pm m$)

Показатели	Значение показателей в группах							
	III основная				контрольная			
	в начале исследований		в конце исследований		в начале исследований		в конце исследований	
CD3+19- клетки, %	62,17	$\pm 2,34$	70,86	$\pm 2,92^*$	64,04	$\pm 2,08$	67,90	$\pm 1,90$
CD4+8- клетки, %	33,68	$\pm 2,56$	39,32	$\pm 2,67^*$	32,80	$\pm 2,15$	35,80	$\pm 3,80$
CD4+8+ клетки, %	30,37	$\pm 3,08$	29,44	$\pm 2,01$	34,21	$\pm 2,66$	33,32	$\pm 2,50$
CD3-19+ клетки, %	6,92	$\pm 1,29$	9,02	$\pm 1,57$	6,39	$\pm 0,76$	8,05	$\pm 0,95$
CD3-56+ клетки, %	7,96	$\pm 1,32$	10,53	$\pm 1,46$	4,65	$\pm 1,78$	5,86	$\pm 1,63$
CD3+56+ клетки, %	2,90	$\pm 0,55$	3,42	$\pm 0,65$	1,87	$\pm 0,33$	1,95	$\pm 0,57$
CD4+8-/CD4+8+	1,08	$\pm 0,05$	1,33	$\pm 0,03^*$	0,96	$\pm 0,05$	1,07	$\pm 0,05$

Примечание. * - Достоверность различий между показателями в начале и в конце исследований ($p < 0,05$).

Таблица 5.16 – Показатели гуморального звена иммунитета у подростков групп наблюдения в процессе употребления булочек «Луганские» ($X \pm m$)

Показатели	Значение показателей в группах							
	III основная				контрольная			
	в начале исследований		в конце исследований		в начале исследований		в конце исследований	
IgG, г/л	9,66	$\pm 0,26$	9,98	$\pm 0,47$	9,88	$\pm 0,68$	10,16	$\pm 0,58$
IgA, г/л	1,62	$\pm 0,10$	1,73	$\pm 0,09$	1,69	$\pm 0,14$	1,74	$\pm 0,09$
IgM, г/л	0,90	$\pm 0,05$	0,86	$\pm 0,04$	1,11	$\pm 0,08$	1,08	$\pm 0,08$

Таблица 5.17 – Показатели фагоцитарной функции нейтрофилов у подростков групп наблюдения в процессе употребления булочек «Луганские» ($X \pm m$)

Показатели	Значение показателей в группах							
	III основная				контрольная			
	в начале исследований		в конце исследований		в начале исследований		в конце исследований	
ФЧ	4,41	$\pm 0,19$	5,18	$\pm 0,14^*$	3,68	$\pm 0,82$	3,82	$\pm 0,44$
ВФ, %	50,12	$\pm 3,42$	60,67	$\pm 3,56^*$	40,33	$\pm 3,34$	44,58	$\pm 3,25$

Примечание. * - Достоверность различий между показателями в начале и в конце исследований ($p < 0,05$).

Динамические наблюдения показали, что добавление к обычному рациону питания булочек «Луганские» в течение 20 дней на фоне базисной терапии патологии желудочно-кишечного тракта и санации хронических очагов инфекции способствовало нормализации относительного количества Т-лимфоцитов (CD3 + 19- клетки) и иммунорегуляторного индекса за счет увеличение процента Т-хелперов (CD4 + 8- клетки), а также фагоцитарной функции нейтрофилов.

Для определения активности свободнорадикальных процессов в организме детей, проживающих в условиях хронического поступления цезия-137 в организм по пищевым цепочкам, исследовали динамику показателей инициированной хемилюминесценции в процессе применения гидролизата «Рапамид», хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы и изделий из смеси пшеничной и ржаной муки (булочки «Луганские») с добавлением этой добавки методом инициированной хемилюминесценции.

Исходные данные инициированной хемилюминесценции у подростков I основной группы составляли: средний показатель h эритроцитов – $134,2 \pm 11,0$ имп. (в контроле – $121,0 \pm 13,7$ имп., $p > 0,05$); S эритроцитов – $60326,0 \pm 7821,0$ имп. (в контроле - $55275,0 \pm 9340,0$ имп., $p > 0,05$); h сыворотки крови – $167,8 \pm 12,7$ имп. (в контроле – $165,2 \pm 15,3$ имп., $p > 0,05$); S сыворотки крови - $60142,0 \pm 4217,0$ имп. (в контроле - $55374,0 \pm 8769,0$ имп., $p > 0,05$) (табл. 5.18).

Таблица 5.18 – Динамика показателей инициированной хемилюминесценции у подростков в процессе применения диетической добавки «Рапамид» ($X \pm m$)

Показатели	Значение показателей в группах			
	I основная		контрольная	
	в начале исследований	в конце исследований	в начале исследований	в конце исследований
1	2	3	4	5
h эритроцитов, (имп)	$134,2 \pm 11,0$ *	$71,0 \pm 8,6$	$121,0 \pm 13,7$	$106,8 \pm 18,9$

1	2	3	4	5
S эритроцитов, (имп)	60326 ±7821 *	31192 ±4414	55275 ±9340	43611 ±8594
h сыворотки крови, (имп)	167,8 ±12,7 *	113,9 ±11,8	165,2 ±15,3	159,3 ±11,1
S сыворотки крови, (имп)	60142 ±4217	52137 ±5610	55374 ±8769	52795 ±7558

Примечание. * - Достоверность различий показателей в начале и в конце исследования

При оценке параметров инициированной хемилюминисценции у подростков после применения диетической добавки «Рапамид» установлено достоверное снижение показателей инициированной хемилюминисценции: h эритроцитов на 47,1 % с 134,2 ±11,0 имп. до 71,0 ± 8,6 имп., $p < 0,05$; S эритроцитов на 48,3 % с 60326,0 ± 7821,0 имп. до 31192,0 ± 4414,0 имп., $p < 0,05$; h сыворотки крови на 32,1 % с 167,8 ±12,7 имп. до 113,9±11,8 имп., $p < 0,05$. Показатели S сыворотки крови имели лишь тенденцию к снижению с 60142±4217 имп. до 50137±5610 имп., $p > 0,05$.

Итак, в результате проведенных исследований установлено, что диетическая добавка «Рапамид» обладает антиоксидантными свойствами, проявляющимися снижением интенсивности свободнорадикальных процессов в биосредах организма подростков, постоянно проживающих на радиоактивно загрязненных территориях.

II основной и контрольной групп при первичном обследовании не было достоверных различий (табл. 5.19).

Таблица 5.19 – Динамика показателей инициированной хемилюминисценции у подростков в процессе применения изделий из цельного зерна пшеницы с добавлением гидролизата из моллюсков ($X \pm m$)

Показатели	Значение показателей в группах			
	II основная		контрольная	
	в начале исследований	в конце исследований	в начале исследований	в конце исследований
1	2	3	4	5
h эритроцитов, (имп)	104,2 ±10,4 *	71,3 ±9,6	121,0 ±13,7	106,8 ±18,9
S эритроцитов, (имп)	50367 ±3099 *	32415 ±3129	55275 ±9340	43611 ±8594
h сыворотки крови, (имп)	163,2 ±11,3	148,2 ±12,4	165,2 ±15,3	159,3 ±11,1

1	2	3	4	5
S сыворотки крови, (имп)	68231 ±6851	57284 ±5776	55374 ±8769	52795 ±7558

Примечание. * - Достоверность различий показателей в начале и в конце исследования, $p < 0,05$

При оценке параметров иницированной хемилюминисценции у подростков после применения изделий из цельного зерна пшеницы с добавлением гидролизата из моллюсков, установлено вероятное снижение показателей иницированной хемилюминисценции: h эритроцитов на 39,7 %; S эритроцитов на 47,6 %. Показатели иницированной хемилюминисценции сыворотки крови не имели существенной динамики.

Таким образом, при употреблении изделий из цельного зерна пшеницы с добавлением гидролизата из моллюсков наблюдалось снижение интенсивности свободнорадикальных процессов в организме, что указывает на наличие антиоксидантных свойств в этой пищевой композиции.

При поступлении в стационар показатели иницированной хемилюминисценции у подростков III основной группы не отличались от данных контроля и свидетельствовали о наличии активации свободнорадикальных процессов в эритроцитах и плазме крови (табл. 5.20).

Таблица 5.20 – Динамика показателей иницированной хемилюминисценции у подростков в процессе употребления булочек «Луганские» ($X \pm m$)

Показатели	Значение показателей в группах			
	III основная		контрольная	
	в начале исследований	в конце исследований	в начале исследований	в конце исследований
h эритроцитов, (имп)	113,1 ± 9,5 *	68,4 ± 11,7	121,0 ± 13,7	106,8 ± 18,9
S эритроцитов, (имп)	52249 ± 6361 *	34176 ± 4241	55275 ± 9340	43611 ± 8594
h сыворотки крови, (имп)	159,7 ± 14,2	131,7 ± 11,9	165,2 ± 15,3	159,3 ± 11,1
S сыворотки крови, (имп)	60743 ± 5945	58467 ± 5992	55374 ± 8769	52795 ± 7558

Примечание. * - Достоверность различий показателей в начале и в конце исследования, $p < 0,05$

Через 20 сут у подростков III основной группы, которые на фоне обычного рациона питания и базисной терапии дополнительно употребляли булочки «Луганские», отмечено снижение показателей инициированной хемилюминесценции в эритроцитах и тенденция к снижению в сыворотке крови.

У подростков контрольной группы наблюдалась лишь тенденция к снижению интенсивности свободнорадикальных процессов в эритроцитах и сыворотки крови, однако статистической значимости она не достигала.

Итак, в процессе исследований установлено, что пищевая композиция, представленная хлебобулочными изделиями из смеси пшеничной и ржаной муки с добавлением гидролизата из моллюсков (булочки «Луганские») обладает антиоксидантными свойствами.

Из всего выше сказанного можно сделать следующие выводы.

1. При употреблении гидролизата из моллюсков «Рапамид», изделий из цельного зерна пшеницы с добавлением гидролизата из моллюсков и хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки с добавлением гидролизата из моллюсков (булочки «Луганские») отмечена их хорошая переносимость, отсутствие аллергических реакций и других побочных эффектов.

2. Дополнительное назначение к обычному рациону питания и базисной терапии диетической добавки «Рапамид», изделий из цельного зерна пшеницы с добавлением гидролизата из моллюсков и хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки с добавлением гидролизата из моллюсков (булочки «Луганские») способствовало более выразительному терапевтическому эффекту у подростков – жителей радиоактивно загрязненных территорий, имеющих патологию пищеварительной системы и астено-вегетативные нарушения, по сравнению с подростками контрольной группы.

3. Установлено положительное влияние добавки «Рапамид», изделий из цельного зерна пшеницы с добавлением гидролизата из моллюсков и хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки с добавлением гидролизата из моллюсков (булочки «Луганские») на процессы полостного пищева-

варения, что проявлялось уменьшением признаков креатореи, амилореи, стеатореи и дисбиотических проявлений.

4. Дополнительное назначение к обычному рациону питания и базисной терапии диетической добавки «Рапамид», изделий из цельного зерна пшеницы с добавлением гидролизата из моллюсков и хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки с добавлением гидролизата из моллюсков (булочки «Луганские») способствовало повышению показателей гемоглобина и эритроцитов у подростков с полидефицитными анемиями.

5. Употребление диетической добавки «Рапамид», изделий из цельного зерна пшеницы с добавлением гидролизата и хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки с добавлением гидролизата из моллюсков (булочки «Луганские») приводило к улучшению иммунного статуса подростков, а именно: увеличению относительного количества Т-лимфоцитов, оптимизации соотношения субпопуляций Т-хелперов и Т-супрессоров с нормализацией иммунорегуляторного индекса и активации фагоцитарной функции нейтрофилов.

6. Определены радиозащитные свойства гидролизата «Рапамид», изделий из цельного зерна пшеницы с добавлением гидролизата и хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки с добавлением гидролизата из моллюсков (булочки «Луганские») проявляющиеся снижением интенсивности свободнорадикальных процессов в биосредах организма подростков и более значительным, чем в контроле, снижением содержания инкорпорированного цезия-137.

5.2 Расчет степени удовлетворения в пищевых нутриентах в организме подростков за счет употребления хлебобулочных изделий

Пищевая ценность обуславливается совокупностью свойств изделий, при наличии которых удовлетворяются физиологические потребности человека в необходимых веществах и энергии; характеризуется продукт химиче-

ским составом (содержание белков, жиров, углеводов, витаминов, макро- и микроэлементов) с учетом потребления его в общепринятых количествах, энергетической и биологической ценностью. Величина пищевой ценности выражается путем определения степени удовлетворения потребности человека в основных пищевых веществах и энергии.

Так как мы предлагаем разработанные виды хлебобулочных изделий для функционального и лечебно-профилактического питания, то степень удовлетворения суточной нормы биополимеров, макро- и микроэлементов, витаминов за счет потребления 100 г готовых изделий рассчитаем для подростков возрастом 11 – 14 лет (табл. 5.21).

Максимальная степень удовлетворения суточной нормы потребления белка за счет 100 г изделия наблюдается в хлебобулочных изделиях «Булочки «Луганские» (13, 19 %) и изделий из цельного зерна пшеницы на молочной сыворотке (13,19 %), так как помимо богатого белком гидролизата из моллюсков, в состав этих изделий входит молочная сыворотка, в которой высокое содержание этого нутриента, минимальная в хлебобулочных изделиях из цельного зерна пшеницы на КМКЗ (12,53 %).

Суточная норма потребления жира наиболее покрывается при использовании в питании хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки (булочки «Луганские»).

За счет употребления 100 г хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки и из цельного зерна пшеницы степень удовлетворения суточной нормы потребления пищевых волокон равна 17,62 и 25,61 % соответственно. Наибольшим значением этого показателя характеризуются образцы из цельного зерна пшеницы на КМКЗ и молочной сыворотке (25,61 %). Это объясняется тем, что для производства этих изделий используется цельное зерно пшеницы.

Таблица 5.21 – Содержание пищевых нутриентов и степень их удовлетворения для хлебобулочных изделий

Наименование компонентов	Рекомендуемая норма содержания в рационе питания подростков	Содержание компонентов в 100 г хлебобулочных изделий					
		Из смеси пшеничной и ржаной муки		Из цельного зерна пшеницы			
		Булочки «Луганские»	Удовлетворение суточной потребности, %	«Зернышко»	Удовлетворение суточной потребности, %	«Витаминка»	Удовлетворение суточной потребности, %
1	2	3	4	5	6	7	8
Белки, г	72	6,84	9,50	6,49	9,02	6,84	9,49
Жиры, г	80	2,86	3,57	1,97	2,46	2,05	2,56
Углеводы, г	348	40,50	11,64	33,52	9,63	35,01	10,06
Пищевые волокна, г	20	3,52	17,62	5,12	25,61	5,12	25,61
Витамины, мг							
А, мкг	900	3,25	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00
Бета-каротин, мкг	3,5	0,78	22,29	4,26	121,71	4,26	121,71
Е	12	1,66	13,83	1,85	15,42	1,85	15,42
В ₁	1,3	0,18	13,91	0,22	16,86	0,23	17,84
В ₂	1,5	0,11	7,58	0,08	5,21	0,13	8,34
РР	18	1,41	7,82	2,59	14,38	2,65	14,71
Минеральные вещества, мг							
Натрий	1100	290,70	26,43	131,76	11,98	149,66	13,61
Калий	1500	193,97	12,93	169,75	11,32	225,13	15,01
Кальций	1200	48,74	4,06	29,42	2,45	54,98	4,58
Магний	300	35,44	11,81	51,20	17,07	54,60	18,20

1	2	3	4	5	6	7	8
Фосфор	1200	122,22	10,18	173,52	14,46	206,75	17,23
Железо	12	26,10	217,53	3,48	28,98	32,02	266,83
Йод	0,13	3,36	2587,48	0,07	52,94	0,07	52,94
Незаменимые аминокислоты, мг / на 100 г изделия							
Фенилаланин	4400	324,78	7,38	343,25	7,80	352,62	8,01
Триптофан	800	75,82	9,48	78,15	9,77	81,98	10,25
Треонин	2400	212,48	8,85	194,42	8,10	210,18	8,76
Метионин	1800	100,17	5,56	96,50	5,36	100,34	5,57
Лизин	4100	211,15	5,15	184,15	4,49	209,71	5,11
Лейцин	4600	485,22	10,55	459,81	10,00	488,36	10,62
Изолейцин	2000	302,31	15,12	250,35	12,52	270,37	13,52
Валин	2500	308,86	12,35	294,93	11,80	308,56	12,34
Энергетическая ценность, кДж	2400	204,95	8,54	171,08	7,13	178,83	7,45

Таким образом, можно сделать вывод, что потребление 100 г хлебобулочных изделий «Булочки «Луганские», хлебобулочные изделия из цельного зерна пшеницы на КМКЗ «Зернышко» и хлебобулочные изделия из цельного зерна пшеницы на молочной сыворотке «Витаминка» обеспечит для подростка школьного возраста степень удовлетворения суточной нормы потребления жира на 3,1 - 4,5 %, белка на 12,5 - 13,2 %, углеводов 2,8 - 3,3 %, пищевых волокон на 17,62 - 25,61 %.

Лимитирующей аминокислотой в разработанных изделиях является триптофан. Анализ количества аминокислот в исследуемых хлебобулочных изделиях показал, что изделия из смеси пшеничной и ржаной муки и из цельного зерна пшеницы на молочной сыворотке с внесением гидролизата из моллюсков отличаются значительно большим содержанием аминокислот (за исключением лейцина) в сравнении с изделиями из цельного зерна пшеницы на КМКЗ с внесением гидролизата из моллюсков (рисунок 5.1).

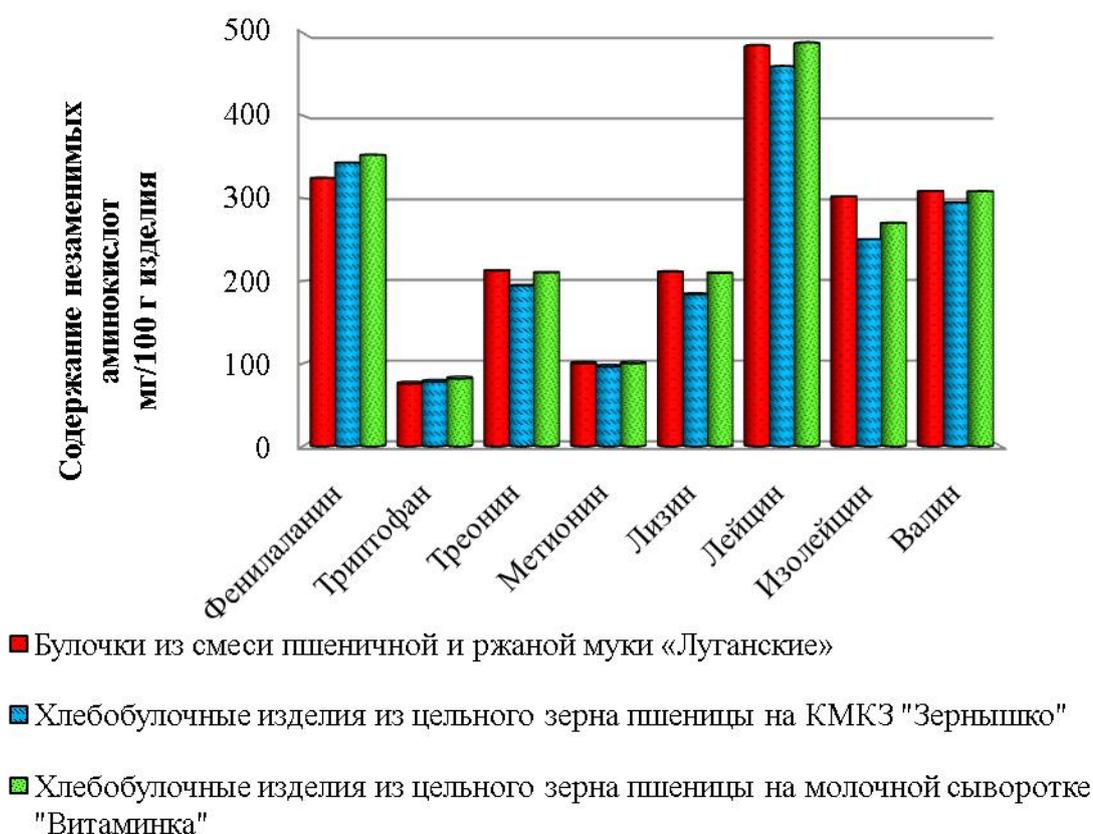


Рисунок 5.1 – Фактическое содержание аминокислот в изделиях

Выявлено, что степень удовлетворения суточной нормы потребления аминокислот за счет употребления 100 г хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки с внесением гидролизата из моллюсков находится в интервалах 5,2 – 15,2 %, при этом минимум отмечен по лизину, а максимум – по изолейцину (рисунок 5.2).

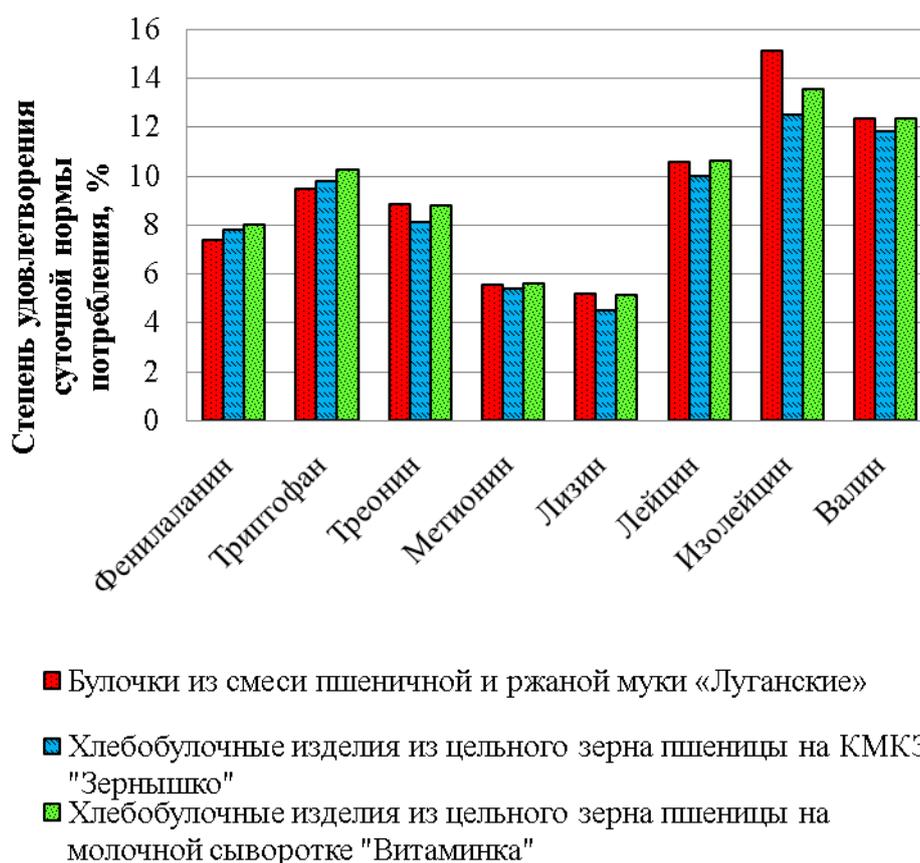


Рисунок 5.2 – Степень удовлетворения суточной нормы потребления аминокислот в хлебобулочных изделиях

Таким образом, по всем группам нутриентов разработанные изделия с внесением гидролизата из моллюсков отличаются улучшенным составом. Хлебобулочные изделия из смеси пшеничной и ржаной муки и хлебобулочные изделия из цельного зерна пшеницы характеризуются максимальной долей удовлетворения суточной потребности в пищевых веществах и сбалансированным составом. Это позволяет рекомендовать его для включения в рацион функционального и лечебно-профилактического питания.

5.3 Расчет экономических показателей способов приготовления хлебобулочных изделий функционального назначения с использованием гидролизата из моллюсков

Одной из важных проблем, стоящих перед пищевой промышленностью Украины, является обеспечение населения продуктами питания повышенной биологической ценности. В настоящее время совершенствуется технология производства традиционных продуктов питания и создается новое поколение продуктов питания, которые соответствуют возможностям сегодняшнего дня. Это продукты со сбалансированным составом, низкой калорийностью, с пониженным содержанием сахара и жира, повышенным содержанием полезных для здоровья ингредиентов функционального и лечебного назначения.

Производство зерна и его переработка с древнейших времен занимали важное место в жизни людей. Зерно является естественным источником крахмала, белка, витаминов и других биологически полезных веществ, которые играют незаменимую роль в питании человека.

Учитывая, что хлеб является одним из основных продуктов питания, задача снижения энергетической ценности хлебобулочных изделий и обогащения их пищевыми волокнами, витаминами и минеральными веществами является важной и актуальной.

Наиболее эффективным и экономически обоснованным решением данной проблемы является технология хлеба из цельного (диспергированного) зерна, которая позволяет значительно повысить пищевую ценность изделий за счет сохранения периферийных слоев зерновки.

Рост производства и расширение ассортимента зернового хлеба и хлеба из смеси пшеничной и ржаной муки свидетельствуют о перспективности этих технологий. При этом большое значение имеет повышение качества и безопасности зернового хлеба и хлеба из смеси пшеничной и ржаной муки.

Оценка эффективности применения разработанных технологий выполнена нами путем определения источника эффекта от их реализации, выявле-

ние изменений текущих и капитальных расходов по внедрению этих технологий и сравнительной количественной оценки первого и второго. Расчет экономической эффективности упрощается тем обстоятельством, что:

- применения разработанных технологий не требует капитальных вложений;

- основные средства и заработная плата остаются практически неизменными; имеет место только увеличение оборотных средств в виде расходов на приобретение гидролизата из моллюсков.

К источникам экономического эффекта от реализации разработанных технологий на предприятии относятся следующие:

- 1) сокращение продолжительности изготовления изделий из смеси пшеничной и ржаной муки и изделий из цельного зерна пшеницы;

- 2) улучшение показателей качества, пищевой и биологической ценности изделий из смеси пшеничной и ржаной муки и изделий из цельного зерна пшеницы с добавлением гидролизата из моллюсков;

- 3) разработанные изделия из смеси пшеничной и ржаной муки и изделия из цельного зерна пшеницы с добавлением гидролизата из моллюсков относятся к продуктам лечебно-профилактического действия и не имеют отечественных и зарубежных аналогов, что позволяет установить большую розничную цену и получить большую прибыль;

- 4) расширение ассортимента изделий функционального назначения из смеси пшеничной и ржаной муки и изделий из цельного зерна пшеницы, выпускаемых предприятиями ресторанного хозяйства и пищевой промышленности.

В связи с вышеизложенным сочли необходимым провести количественную оценку эффективности применения гидролизата из моллюсков, полученную на основе расчета и себестоимости необходимых хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы и изделий из смеси пшеничной и ржаной муки по предложенным технологиям.

При количественной оценке величины эффекта от реализации разработанных технологий должно быть учтено влияние двух главных групп факторов: внешних по отношению к предприятию и внутренних, то есть собственных. К внешним относится состояние рынка хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки и изделий из цельного зерна пшеницы в конкретной зоне расположения предприятия и, в частности, платежеспособный спрос населения, который в настоящее время существенно сдерживает развитие потребительского рынка. Поэтому в этих условиях количественная оценка конкурентоспособности продукции за счет улучшения потребительских свойств затруднена. К внутренним факторам, которые обеспечивают полноту реализации потенциала разработанных технологий, относится состояние менеджмента. В случае недостаточно эффективно организованной рекламной работы, неудовлетворительного выбора каналов сбыта продукции, упаковки потенциальная величина эффекта будет снижаться, что внесет в расчет количественной оценки существенные погрешности.

Таким образом, количественная оценка эффективности предложенных разработок предполагает учет источников экономического эффекта от их внедрения на каждом конкретном предприятии, применяющем эти нововведения, включая объемы выпускаемой продукции.

Увеличение объема реализации продукции может быть достигнуто только в результате расширения сегмента рынка за счет эффективно организованной рекламной работы, выбора каналов сбыта продукта, нанесения соответствующей упаковки.

Расчет экономического эффекта от внедрения разработанных технологий для предприятий, занимающихся выпуском хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки и хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы приведен на примере булочек из смеси пшеничной и ржаной муки «Луганские» с добавлением гидролизата из моллюсков и хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы на молочной сыворотке «Витаминка».

Расходы, необходимые для производства любого товара, характеризуются категорией себестоимости – основой для формирования его цены. Расчет себестоимости осуществляется на основании нормативных актов, принятых и утвержденных в установленном порядке.

Первым этапом расчета себестоимости новых изделий является расчет стоимости сырья и материалов. В качестве традиционных технологий по технологическим параметрам наиболее близкими по технологиям являются хлеб «Молодецкий» и хлеб зерновой (патент RU 2078506, С1, 10.05.97.).

Расчет стоимости сырья и материалов приведены в табл. 5.21, 5.22.

Таблица 5.21 – Расчет стоимости сырья для производства булочек из смеси пшеничной и ржаной муки «Луганские» с добавлением гидролизата из моллюсков

Наименование сырья и материалов	Цена за 1 кг, руб.	Традиционная рецептура		Разработанная рецептура	
		расходы сырья, кг на 1 т	стоимость руб.	расходы сырья, кг на 1 т	стоимость руб.
Мука пшеничная первого сорт	23,89	540,5	12912,55	390,7	9333,82
Мука ржаная обдирная	68,00	81,0	5508	130,3	8860,4
Мука из ржаного ферментированного солода	180,00	33,0	5940,0	30,0	5400,0
Дрожжи прессованные	90,00	11,0	990	10	900,0
Сыворотка подсырная	50,00	–	–	343,5	17175,0
Сахар-песок	41,9	14,0	586,6	14,0	586,6
Соль поваренная пищевая	8,9	9,9	88,11	7,0	62,3
Кунжут	135,00	–	–	3,0	405,0
Меланж	30,00	–	–	13,0	390,0
Гидролизат из моллюсков	400,00	–	–	16,5	6600
ВСЕГО			26025,26		49713,12

Таблица 5.22 – Расчет стоимости сырья для производства изделий из цельного зерна пшеницы на молочной сыворотке с добавлением гидролизата из моллюсков

Наименование сырья и материалов	Цена за 1 кг, руб.	Традиционная рецептура		Разработанная рецептура	
		расходы сырья, кг на 1 т	стоимость руб.	расходы сырья, кг на 1 т	стоимость руб.
Зерно пшеницы	85,00	345,62	29377,7	403,23	34274,55
Мука пшеничная первого сорта	23,89	–	–	134,4	3210,81
Мука пшеничная высшего сорта	43,00	489,63	21054,1	–	–
Дрожжи прессованные	90,00	12,1	1089,0	10,75	967,5
Сыворотка подсырная	50,00	–	–	403,23	20161,5
Сахар-песок	41,90	–	–	10,75	450,42
Соль поваренная пищевая	8,90	8,64	76,9	10,75	95,6
Вода	17,42	144,01	2508,7	–	–
Гидролизат из моллюсков	400,00	–	–	16,13	6452,0
ВСЕГО			54106,4		65612,38

По данным предприятий, занимающихся выпуском хлебобулочных изделий, производственные и коммерческие расходы составляют в среднем 35 - 40 % от стоимости сырья и материалов. В связи с тем, что использование гидролизата из моллюсков позволяет ускорить процесс брожения хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки, изделий из цельного зерна пшеницы и уменьшить энергозатраты на производство принимаем величину этих расходов 35 %, а для традиционных изделий принимается величина расходов 37,5 %. С учетом этого себестоимость разработанных изделий в ценах августа 2015 года равна: для булочек из смеси пшеничной и ржаной муки «Луганские» с добавлением гидролизата из моллюсков – $(49713,12 \times 135) / 100 = 67112,71$ руб, а традиционного изделия – $(26025,26 \times 137,5) / 100 = 35784,73$ руб., для изделий из цельного зерна пшеницы

на молочной сыворотке $(65612,38 \times 135) / 100 = 88576,71$ руб., а традиционного изделия – $(54106,4 \times 137,5) / 100 = 74396,3$ руб.

На основании полученных данных можно определить отпускные цены производителей. При этом руководствовались действующим порядком ценообразования в производственных отраслях (табл. 5.23).

Таблица 5.23 – Расчет отпускной цены 1 т булочек из смеси пшеничной и ржаной муки «Луганские» и изделий из цельного зерна пшеницы на молочной сыворотке с добавлением гидролизата из моллюсков

Показатели	Булочки из смеси пшеничной и ржаной муки «Луганские» с гидролизатом из моллюсков		Изделия из цельного зерна пшеницы на молочной сыворотке с гидролизатом из моллюсков	
	традиционные	разработанные	традиционные	разработанные
Полная себестоимость, руб	35784,73	67112,71	74396,3	88576,71
Прибыль, руб	3578,47	6711,27	7439,63	8857,67
Оптовая цена, руб	39363,2	73823,98	81835,93	97434,38
Налог на добавленную стоимость, руб	7872,64	14764,7	16367,19	19486,87
Отпускная цена, руб	47235,84	88588,68	98203,12	116921,25

Анализ показал, что себестоимость новой продукции хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки и изделий из цельного зерна пшеницы на молочной сыворотке выше контроля на 87,5 и 19,06 % соответственно за счет внесения молочной сыворотки подсырной и гидролизата из моллюсков, что не является существенным, если учесть их характеристики (лечебно-профилактические свойства, пищевая ценность и т. д.). Исходя из этого, можно сделать вывод, что, несмотря на незначительное увеличение цены, продукция будет пользоваться спросом и являться конкурентоспособной на рынке хлебобулочных изделий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Доказано, что добавление гидролизата из моллюсков в количестве 3,0 - 9,0% в среду активации положительно влияет на жизнедеятельность дрожжевой клетки, что позволяет значительно улучшить подъемную силу дрожжей и позволяет снизить осмочувствительность дрожжевой клетки, что является предпосылкой для их использования в технологии производства хлеба безопасным способом.

2. Доказано, что целесообразно использовать гидролизат из моллюсков для ускорения молочнокислого брожения. Так, при добавлении гидролизата из моллюсков в количестве 3,0% сокращается длительность процесса созревания теста до 60 минут и снижается рН среды.

3. В результате проведенных исследований установлено, что изменение продолжительности увлажнения зерна может варьировать на величину 2 - 3 часа. При этом общая экспозиция подготовки должна составлять 44 - 48 часов.

4. Результаты научных разработок внедрены в практику производства, разработаны проекты нормативной документации на новые изделия.

5. На основании клинических исследований было установлено, что дополнительное назначение к обычному рациону питания и базисной терапии пищевых композиций с добавлением гидролизата из моллюсков положительно влияет на состояние здоровья подростков – жителей радиоактивно загрязненных территорий. Введение в рацион питания разработанных изделий способствовало повышению показателей гемоглобина и эритроцитов у детей с полидефицитными анемиями (в целом на 5 - 10 %), улучшало иммунный статус детей. Также была отмечена хорошая переносимость и отсутствие побочных эффектов при употреблении этих продуктов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алехина, Н. Н. Разработка ускоренной технологии хлеба повышенной пищевой ценности из биоактивированного зерна пшеницы [Текст] / Н. Н. Алехина: Дис. канд. тех. наук. – Воронеж: : Воронеж. гос. технол. акад., 2007. – 211 с.
2. Альшева, Н. И. Влияние БАД на основе вторичных растительных ресурсов на качество пшеничной муки [Текст] / Н. И. Альшева, Е. В. Мартовщук, Е. П. Корнена, О. Н. Войченко // Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI века: материалы II междунар. науч.-практ. конф. (г. Краснодар, 22-24 сентября 2011 года). – Краснодар: КубГТУ. – С.113-117.
3. Альшева, Н. И. Хлебобулочные изделия функционального назначения [Текст] / Н. И. Альшева, Е. В. Мартовщук, В. И. Мартовщук // Новые технологии. – 2012. – Вып. 3. – С. 14 – 18.
4. Арсеньєва, Л. Ю. Наукове обґрунтування та розроблення технології функціональних хлібобулочних виробів з рослинними білками та мікронутрієнтами [Текст]/ дис. д-ра техн. наук: 05.18.01 / Арсеньєва Лариса Юріївна. – К., 2007. – 325 с.
5. Асмаева, З. И. Дефекты хлебобулочных и макаронных изделий : учеб. Пособие [Текст] / З. И. Асмаева, Л. К. Бочкова, Ю. Ф. Росляков, И. И. Уварова. – Краснодар: Изд. ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», 2014. – 180 с.
6. Аушева, Т. А. Композиции биологически активных веществ растительного и животного сырья в технологии хлеба и мучных кондитерских изделий [Текст] / Т. А. Аушева: Дисс. канд. техн. наук. – Воронеж, 2012. – 230 с.
7. Ауэрман, Л. Я. Технология хлебопекарного производства [Текст] / Л. Я. Ауэрман. – СПб.: Профессия, 2002. – 416 с.
8. Ауэрман, Л. Я. Технология хлебопекарного производства [Текст]:

учебник / Л. Я. Ауэрман. – 9-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Профессия, 2005. – 416 с.

9. Афанасьева, О. В. Микробиология хлебопекарного производства [Текст]. – Санкт-Петербург: ООО «Береста», 2003. – 220 с.

10. Бажай, С. А., Підвищення біологічної цінності пророщеного зерна – харчової основи для виробництва оздоровчих продуктів [Текст] / С. А. Бажай, Л. О. Федоренченко // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті: Програма і матеріали 71-тої наукової конференції молодих вчених, аспірантів і студентів, (18–19 квітня 2005 р.) – К.: НУХТ, 2005. – Ч. II. – С.72–73.

11. Бажай, С. Вміст жиру та вітамінів [Текст] / С. Бажай, Т. Романовська, Л. Федоренченко // Харчова і переробна промисловість. – 2005. – №4. – С.23.

12. Безусов, А. Т. Современные технологии пищевых продуктов из гидробионтов. [Текст] / А. Т. Безусов, Л. Б. Добробабина. – Одеса: «Optimum», 2008. – 229 с.

13. Белявская, И. Г. Разработка технологии хлебобулочных изделий функционального назначения с использованием микроводорослей [Текст] / И. Г. Белявская, В. С. Букреев, Л. Н. Гришина / Сборник материалов IX международной научно-практической конференции «Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты. – М.: ИК МГУПП, 2011. – С. 168 – 174.

14. Беневоленский, С. В. Способ получения гибридных штаммов дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* для сбраживания крахмала [Текст] / С. В. Беневоленский, М. А. Нейстат, И. В. Губакина / А. с. СССР № 1521767. – МКИ С 12 N I/18, 15/00.

15. Бобренева, И. В. Подходы к созданию функциональных продуктов питания [Текст]: Монография. / И. В. Бобренева. – СПб.: ИЦ Интермедия, 2012. – 180 с.

16. Бобренева, И. В. Подходы к созданию функциональных продуктов питания [Текст]: Монография. / И. В. Бобренева – СПб.: ИЦ Интермедия, 2012. – 180 с.
17. Богатырева, Т. Г. Показатели безопасности хлебопекарного сырья и готовой продукции (брошюра) / Т. Г. Богатырева, Р. Д. Поландова, О. А. Сидорова. – ЦНИИТЭИ «Хлебпродинформ», 1996. – С. 3 – 31.
18. Бондарева, Е. Д. Новые виды профилактических хлебобулочных изделий для школьного питания [Текст] / Е. Д. Бондарева, И. Я. Конь, Л. И. Пучкова, Л. Н. Шатнюк // Хлебопечение России. – 2000. – С. 20 – 21.
19. Вершинина, О. Производство хлеба повышенной пищевой ценности, обогащенного тыквенным жмыхом [Текст] / О. Вершинина, В. Деревенко, Е. Милованова // Хлебопродукты. – 2010. - № 11. – С. 42 – 43.
20. Винникова, В. А. Диетические добавки в технологиях функциональных продуктов питания [Текст] / В. А. Винникова, В. Г. Горбань, В. В. Евлаш, В. А. Коваленко, О. В. Москаленко // Валеологія: сучасний стан, напрямки та перспективи розвитку: Матеріали V Міжнар. наук.-практ. конф., 12-14 квітня 2007 р. – Харків: ХНУ, 2007. - Т.1. – С. 61 – 67.
21. Волохова, Т. П. Анализ методов активации хлебопекарных дрожжей и альтернативный вариант [Текст] / Т. П. Волохова, Р. Д. Поландова, С. Д. Шестаков // Хранение и перераб. сельхозсырья, – 2000. - №8. – С. 19 – 22.
22. Гігієнічна оцінка фактичного харчування і мікронутрієнтного забезпечення робітників промислових підприємств міста Дніпропетровська і шляхи їх корекції [Текст] / Н. М. Денисенко, С. А. Мармер, В. Е. Цукров // „Гігієнічна наука та практика на рубежі століть”. Матеріали XIV з’їзду гігієністів України. Том II . – Дніпропетровськ: АРТ-ПРЕС. – 2004. – С. 376–379.
23. Грачева, Т. М. Технология ферментных препаратов [Текст] / И. М. Грачева, А. Ю. Кривова. – М.: Элевар. – 2000. – 512 с.
24. Дейниченко, Г. В. Основні напрямки використання борошняних

формованих виробів з йодвміщуючими добавками в технологіях кулінарних продукції [Текст] / Г. В. Дейниченко, Т.О. Колісниченко //Обладнання та технології харчових виробництв: Темат. зб. наук. пр. – Донецьк: ДонДУЕТ, 2005. - Вип. 12. – С. 138 – 143.

25. Деклараційний патент на корисну модель №14894U Україна, МПК⁷ A23D13/02. Спосіб виробництва пшенично-житнього хліба «Бадьорість» /В. В. Євлаш, М. І. Погожих, О. В. Неміріч, С. Г. Олійник, В. О. Віннікова, А. В. Гавриш (Україна).–№а200501535; Заявл. 21.02.05; Опубл 15.06.06. Бюл. №6. – 5 с.

26. Дробот, В.І. Технологія хлібопекарського виробництва [Текст] / В. І. Дробот. – К.: Логос. – 2002. – 365 с.

27. Дробот, В. І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва [Текст] / В. І. Дробот. – К.: Руслана, 1998. – 416 с.

28. Егорцев Н. А. Гречневая мука в технологии пшеничного хлеба [Текст] / Н. А. Егорцев, А. В. Зимичев, О. Е. Темникова // Хлебопродукты. – 2011, - № 11 – с. 38 – 39.

29. «Единые санитарно-эпидемиологическими и гигиеническими требованиями к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)»; утверждены комиссией таможенного союза от 28 мая 2010 г. № 299.

30. Емцев, В. Т. Микробиология [Текст] / В.Т. Емцев, Е.Н.Мишустин. – М.: Дрофа. – 2006. – 445 с.

31. Елецкий, И. К. Методика определения скорости газообразования в тестовых полуфабрикатах хлебного производства [Текст] / И. К. Елецкий // Хлебопекарная и кондитерская промышленность. – 1991. - №4. – С. 15 – 16.

32. Ерохин, В. Е. Биологически активные вещества черноморских мидий. 1. Некоторые данные о химическом составе [Текст] / В. Е. Ерохин // Морські біотехнічні системи. Зб. наукових статей. НДЦ ЗС України «Державний океанаріум», 2005. - Вип. 3. – С. 37 – 47

33. Значение производства функциональных и лечебно-профилактических хлебобулочных изделий // Режим доступа <http://www.produkt.by>
34. Ильина, О. А. Методические указания по расчету пищевой ценности хлебобулочных изделий [Текст] / О. А. Ильина, Т. Б. Цыганова / Москва. – 2001. – 34 с.
35. Казаков, Е. Д. Биохимия зерна и хлебопродуктов [Текст] / Е. Д. Казаков, Г. П. Карпиленко. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 512 с.
36. Казаков, Е. Д. Хлеб из целого зерна [Текст] / Е. Д. Казаков // Хлебопродукты. 1998. - №8. – с. 18 – 20.
37. Каплина, Т. В. Разработка технологии мучных изделий с использованием дрожжей, активированных в переменном поле [Текст] / Т. В. Каплина / Автореф. канд.. техн.. наук. – Харьков, 2001. – 19 с.
38. Капрельянц, Л. В., Функціональні продукти [Текст] / Л. В. Капрельянц, К. Г. Юргачева. – Одеса : Друк, 2003. – 312 с.
39. Кацерикова, Н. В. Технология продуктов функционального питания [Текст]: Учебное пособие. / Н. В. Кацерикова / Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2004. – 146 с.
40. Кацерикова, Н. В. Технология продуктов функционального питания [Текст]: учебное пособие / Н. В. Кацерикова // Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово: КТИПП, 2010. – 252 с.
41. Кіреєва, О. І. Аналіз сучасних напрямів поліпшення якості виробів з дріжджового тіста [Текст]/ О. І. Кіреєва, Д. П. Крамаренко, О. О. Черкасов // Основи раціонального харчування студентів: матеріали Всеукраїнського семінару молодих вчених, аспірантів та студентів, 14-15 квітня 2010 р. : тези доп. – Донецьк, 2010. – С. 37
42. Киреева, Е. Мидии и рапаны – новая диетическая добавка [Текст]/ Г. Дейниченко, Н. Голуб, Е. Киреева, Д. Крамаренко, В. Рябушко // Питание и общество. – 2010. – № 7. – С. 26 – 27.

43. Кіреєва, О. І. Вплив гідролізату з молюсків на підйомну силу дріжджів [Текст] / Г. В. Дейниченко, О. І. Кіреєва, Д. П. Крамаренко, Г. В. Своєволіна// Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2012. – №5 (176). – С. 246 – 248.

44. Кіреєва, О. І. Дослідження впливу гідролізату з молюсків на структурно-механічні процеси зернового тіста [Текст] / О. І. Кіреєва // Наукова творчість молоді в індустрії гостинності: Матеріали II Всеукр. наук.-практ. конф. студ., аспірантів та молодих вчених, 15-16 листоп. 2012 р.: тези доп. – Донецьк: ДонНУЕТ, 2012. – С. 150 – 151.

45. Кіреєва, О. І. Дослідження впливу гідролізату з молюсків на властивості клейковини пшеничного борошна / Г. В. Дейниченко, О. І. Кіреєва, Д. П. Крамаренко // Рибне господарство України. – 2012. - № 6 (83). – С. 25 – 29.

46. Кіреєва, О. І. Дослідження впливу концентрованої молочно-кислої закваски (КМКЗ) на зміну титрованої кислотності зернової маси [Текст]/ О. І. Кіреєва, Д. П. Крамаренко // Сучасні проблеми розвитку легкої і харчової промисловості: Кримський пул міжнародних науково-практичних конференцій «Наукові досягнення – в практичну діяльність», 26-27 вересня 2013 р. – Луганськ –Євпаторія, 2013. – С.27

47. Киреева, Е. Влияние новых мучных изделий с добавлением диетической добавки «Рапамид» на клиническое состояние организма человека [Текст]/ Г. Дейниченко, Е. Киреева, Д. Крамаренко // Стоковедната наука – традиции и актуальност. Дванадесета научна конференция с международно участие. Варна, 24-25 Октомври, 2013. – С. 119 – 122. ISBN 978-954-8760-51-5

48. Клепов, Р. Е., Зерновой концентрат для использования в хлебопекарной отрасли [Текст] / Р. Е. Клепов, Е. А. Кузнецова, Л. В. Черепнина // Материалы III Международной научно-практической интернет-конференции «Приоритеты и научное обеспечение реализации государственной политики

здорового питания в России». – Орел, 2013.

49. Козубаева, Л. Подготовка зерна пшеницы к диспергированию [Текст] / Л. Козубаева, С. Конева // Хлебопродукты. – 2000. - №2. – С. 21-22.

50. Козубаева, Л. Применение заквасок при производстве зернового хлеба [Текст] / Л. Козубаева, С. Конева // Хлебопродукты. – 2000. - №3. – С. 21 – 22.

51. Кольман, О.Я. Новые пищевые технологии в производстве продуктов питания [Текст]/ О.Я. Кольман, Г.В. Иванова // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2011. - № 1. – С. 159–161.

52. Кольман, О. Я. Инновационные технологии в использовании вторичных сырьевых ресурсов [Текст]/ О.Я. Кольман, Г.В. Иванова //Инновационные технологии в области пищевых продуктов и продукции общественного питания функционального и специализированного назначения: коллективная монография / ФГБОУ ВПО СПбГТЭУ; под общ. ред. Н.В. Панковой. – СПб.: ЛЕМА, 2012. – С. 97–109. ISBN 978-5-98709-533-1.

53. Коршенко, Л. О. Влияние растительных добавок на хлебопекарные свойства пшеничной муки и качество хлеба : дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15 / Л. О. Коршенко. – М., 2000. – 186 с.

54. Корячкина, С. Я. Технохимический контроль хлебопекарного производства [Текст] / С. Я. Корячкина . Учебно-методическое пособие / С.Я. Корячкина, Н.А. Березина. – Орел: ОрелГТУ, 2006. – 112 с.

55. Кучменко, Т.А. Контроль качества и безопасности пищевых продуктов, сырья [Текст]: лабораторный практикум: учеб. пособие / Ю.А. Асанова, Т.А. Кучменко, Р.П. Лисицкая, П.Т. Суханов, Л.А. Харитонова / Воронеж. гос. технол. акад., ООО «СенТех». – Воронеж: 2010. – 116 с.

56. Лабораторный практикум по курсу "Общая технология" [Текст]. Москва, МГУПП. – 1998. – С. 23.

57. Лазуткин, А. А. Способы повышения функциональных свойств хлебобулочных изделий на основе цельносмолотого зерна пшеницы [Текст] /

А. А. Лазуткин, А. И. Моисеева // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2010. - № 2. – С. 23 – 25.

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

59. Лущик, Т. В. Оптимизация состояния углеводно-амилазного комплекса пшеничной муки [Текст]: диссертация. кандидата техн. наук. // Режим доступа <http://www.dissland.com/>

60. Магомедов, Г.О. Влияние различных факторов на реологические свойства сбивного хлеба [Текст] / Г.О. Магомедов, Е.И. Пономарева, Т.Н. Шелест, С.Н. Крутских, Ю.Н. Левин // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2007. – № 5. – С. 42-46

61. Малышев, В.К. Функциональные продукты питания: особенности современного развития пищевых технологий [Текст] / В. К. Малышев, Т. И. Демидова, А. П. Нечаев // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2012. - № 6. – С. 51 – 54.

62. Уайт Д. Технология дрожжей [Текст] / Д. Уайт. – М.: Пищепромиздат, 1957. – 392 с.

63. Максимов, А.С. Лабораторный практикум по реологии сырья, полуфабрикатов и готовых изделий хлебопекарного, макаронного и кондитерского производств [Текст] / А.С. Максимов, В.Я. Черных. – М.: Издательский комплекс МГУПП, 2004. – 163 с.

64. Маркитанова О. А. Разработка технологических решений стабильности качества хлеба из диспергированного зерна пшеницы [Текст] / О. А. Маркитанова: Дис. канд. тех. наук. – Москва: Московский гос. ун-т технологий и управления, 2005. – 245 с.

65. Матвеева, И. В. Технология хлеба [Текст] / Матвеева И. В. Поландова Р. Д., Пучкова Л. И., – СПб.: ГИОРД. 2005. – 559 с.

66. Матвеева, И. В. Справочное пособие по контролю за качеством

хлебобулочных изделий [Текст] / И. В. Матвеева, Т. Б. Цыганова, – М.: 1999 – 165 с.

67. Матвеева, И. В. Биотехнологические основы приготовления хлеба [Текст] / И. В. Матвеева, И. Г. Белявская. – М.: ДеЛи принт, 2001. – 150 с.

68. Матвеева, И.В. Хлебопекарная промышленность сегодня: меняются ли приоритеты? [Текст] / И.В. Матвеева // Хлебопродукты – 2007. - № 10. – С. 2 – 5.

69. Махинько, В. М. Удосконалення технології хлібобулочних виробів з продуктами із сої [Текст] / В. М. Махинько: Дис. канд.. тех.. наук. – Київ: Національний ун-т харчових технологій, 2006. – 199 с.

70. Мельников, Е. В. Повышение пищевой ценности хлеба [Текст] / Е. В. Мельников // Хлебопродукты. – 2002. - №10. – С. 22.

71. Методичні вказівки до вивчення дисципліни "Оптимізація та вдосконалення технологічних процесів галузі" [Текст]/ В. Г. Юрчак, М. А. Перегуда, Л. Ю Годунова та ін. – К.: УДУХТ, 1997. – 41 с.

72. Микронутриенты в питании здорового и больного человека [Текст] / В. А. Тутельян, В. Б. Спиричев, Б. П. Суханов и др. – М.: Колос, 2002. – 424 с.

73. Моргун, В.О. Хлібопекарські властивості композиційних сумішей на основі пшеничного, тритикалевого, кукурудзяного та ячмінного борошна / В.О. Моргун, Д.О. Жигунов, О.С. Крошко // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2005. – № 2. – С.20 – 21.

74. Мука грубого помола из цельносмолотого зерна // Режим доступа www.forum.od.ua

75. «Нормы физиологических потребностей в пищевых веществах и энергии для различных групп населения РФ», утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача страны 18 декабря 2008 г. МР 2.3.1.2432-08.

76. Пат. 2134511 РФ, МПК⁶ А 21 D 13/02. Способ производства зер-

нового хлеба / В. М. Антонов, Г. И. Калниш, 1999.

77. Пат. 2159044 РФ, МПК⁷ А 21 D 13/02. Способ производства зернового хлеба / В. Л. Злочевский, Л. А. Козубаева, С. И. Конева. Алтайский государственный технический университет, 2000.

78. Пат. 21 46092 РФ, МПК⁶ А 21 D 13/02. Способ производства хлебных изделий / М. З. Акимов, В. К. Жикленков, С. Н. Мамотюк, Н. П. Рухмане; АООТ «Торгмаш», 2000.

79. Пат. 2170020 РФ, МПК⁷ А 21 D 13/02. Способ производства зернового хлеба /Т.В. Санина/ Воронежская государственная технологическая академия, 2001.

80. Пат. 23283. Україна. МПК (2006) А23С 9/00, А23С 9/13. Спосіб виробництва гідролізованих білкових продуктів для дієтичного та лікувально-оздоровчого харчування / Долінський А.А., Шаркова Н.О., Терлецька Я.Т., Гріщенко Г.В. // Заявл. 15.12.2006 р.; Опубл. 25.05.2007. Бюл. № 7. – 4 с.

81. Пат. 42070 UA, МПК А 21 D 8/02 Спосіб виробництва пшеничного хліба / Ткачук Ю. М., Шидловська О. Б., Іщенко Т. І., Доценко В. Ф.; заявник та патентовласник Національний університет харчових технологій. - № 200814996 ; заявл. 25.12.2008 ; опубл. 25.06.2009, Бюл. № 12, 2009 р.

82. Пат. 43238 А України, МКВ⁷ С12С1/18. Спосіб підготовки зерна для оздоровчих продуктів / І.С. Гулий, А.І. Українець, В.М. Ковбаса, Л.О. Федоренченко, Т.І. Романовська, О.П. Зарічанська, В.А. Терлецька, С.А. Бажай - №2001042775; Заявл. 24.04.2001; Опубл. 15.11.2001, Бюл. № 10.

83. Пат. № 83404 А України, МПК (2009) А 21 D 8/02. Спосіб виробництва пшеничного хліба / Г. М.Лисюк, С. Г.Олійник, О. І.Кравченко, П. О. Карпенко; заявник та патентовласник Харківський державний університет харчування та торгівлі. - № u 2009 12166; Заявл. 26.11.2009; Опубл. 26.07.2010, Бюл. № 14. – 3 с.

84. Пат. 65299 А України, МКВ⁷ С12С1/18. Спосіб підготовки зерна для оздоровчих продуктів / А.І. Українець, В.М. Ковбаса,

Л.О. Федоренченко, С.А. Бажай, Т.І. Романовська - № 2003076215; Заявл. 04.07.2003; Опубл. 15. 03.2004, Бюл. № 3.

85. Пат. РФ № 2384066 Способ приготовления хлебобулочного изделия // Альшева Н.И., Мартовщук В.И., Корнен Н.Н. и др. Подано 26.09.2008. Опубликовано 20.03.2010, Бюл. № 8.

86. Пат. РФ № 2388227 Способ предварительной активации прессованных дрожжей // Н.И. Альшева, В.И. Мартовщук, Н.Н. Корнен. Подано 26.09.2008. Опубликовано 10.05.2010, Бюл. № 13.

87. Пат. № 2407290 Российская Федерация: МПК А21D8/02 (2006.01) А21D13/00 (2006.01). Хлеб Формовой / О.Е Темникова, А.В. Зимичев, А.Ф. Шевченко. – 2009102205/13; заявл. 27.07.2010; опубл. 27.12.2010.

88. Пат. на изобретение № 2341084 Способ производства хлеба / Н.В. Сокол, Л.В. Донченко, Н.С. Храмова, О.П. Гайдукова (О.П. Храпко), С.Н. Силко (РФ). – Заявлено № 2007111597 от 29.03.2007 г.

89. Пат. України на корисну модель № 78488 UA, МПК А 21 D 13/02 (2006.01) Спосіб виробництва борошняних виробів з цільного зерна пшениці / Дейниченко Г. В Кіреєва О. І., Крамаренко Д. П., Своєволіна Г. В. – № 201209052 ; заявл. 23.07.2013 ; опубл. 25.03.2013, Бюл. № 6, 2013 р.

90. Пат. України на корисну модель № 78487 UA, МПК А 21 D 13/02 (2006.01) Спосіб виробництва борошняних виробів на молочних продуктах з цільного зерна пшениці / Г. В. Дейниченко О. І. Кіреєва , Д. П. Крамаренко, Г. В. Своєволіна – № 201209049 ; заявл. 23.07.2012 ; опубл. 25.03.2013, Бюл. № 6, 2013 р.

91. Пат. України на корисну модель № 78440 UA, МПК (2013.01) А 21 D 8/00 А 23L1/03 (2006.01) Спосіб виробництва пшенично-житніх булочок «Луганські» з добавкою гідролізату з молюсків / Г. В. Дейниченко, В. Є. Єрохін, О. І. Кіреєва, Д. П. Крамаренко, В. І. Рябушко – № 201206857 ; заявл. 05.06.2012 ; опубл. 25.03.2013, Бюл № 6, 2013 р.

92. Пат. України на винахід № 103424 UA, МПК А 21 D 8/02

(2006.01) Спосіб виробництва пшенично-житнього хліба «Севастопольський» / Г. В. Дейниченко, В. Є. Єрохін, О. І. Кіреєва, Д. П. Крамаренко, В. І. Рябушко – № 201209357 ; заявл. 31.07.2012 ; опубл. 10.10.2013, Бюл. № 19, 2013 р.

93. Пат. України на винахід № 104327 UA, МПК А 21 D 13/02 (2006.01) А 21 D 8/02 (2006.01) Спосіб виробництва пшенично-житніх булочок «Луганські» / Г. В. Дейниченко, О. І. Кіреєва, Д. П. Крамаренко, Г. В. Своєволіна – № 201201664 ; заявл. 15.02.2012 ; опубл. 27.01.2014, Бюл. № 2, 2014 р.

94. Пат. України на винахід № 104497 UA, МПК А 21 D 8/02 (2006.01) А 21 D 13/02 (2006.01) Спосіб виробництва пшенично-житніх булочок «Луганські» з добавкою гідролізату з молюсків / Г. В. Дейниченко, В. Є. Єрохін, О. І. Кіреєва, Д. П. Крамаренко, В. І. Рябушко – № 201206859 ; заявл. 05.06.2012 ; опубл. 10.02.2014, бюл. № 3, 2014 р.

95. Пащенко, Л. П. Практикум по технологии хлеба, кондитерских и макаронных изделий (технология хлебобулочных изделий) [Текст] / Л. П. Пащенко, Т. В. Санина, Л. И. Столярова и др. – М.: КолосС, 2006. – 215 с.

96. Пащенко, Л. П. Технология хлебобулочных изделий [Текст] / Л. П. Пащенко, И. М. Жаркова. – Воронеж: ВГТА, 2011. – 692 с.

Пищевая ценность продуктов питания // Режим доступа www.coolreferat.ru.

97. Пищевая химия / А. П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова и др. Под ред. Нечаева А. П. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 640 с.

98. Позднякова, А. О. Вплив дієтичної добавки «Шрот зародків пшениці харчовий» на якість пшеничного хліба [Текст]/ А. О. Позднякова, С. В. Огреб, О. С. Кульчій, Г. М. Лисюк, С. Г. Олійник, О. І. Кравченко // Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі : матеріали Всеукр. наук. конф., 15 квіт. 2009 р. : тези доп. У 2-х ч. – Харків: ХДУХТ, 2009. - Ч.1 – С. 64.

99. Поландова, Р. Д. Проблема улучшения качества пшеничного хлеба при интенсивной технологии и пути решения [Текст] / Р. Д. Поландова, Л. А. Шлеленко // Хлебопечение в России. – 2003. - №2 – с. 2 – 3.

100. Пономарева, Е. И. Научные и практические основы технологии хлебобулочных изделий функционального назначения с использованием сбивных полуфабрикатов [Текст] : автореф. дис. доктора техн. наук. – ВГУ-ИТ. Воронеж, 2009. – 50 С.

101. Пономарева, Е. И. Технология хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки с зерном ржи [Текст]: монография / Е. И. Пономарева, Н. Н. Алехина, Л. В. Логунова/ Воронеж: ВГУИТ, 2015. – 172 с.

102. Практикум по микробиологии / А.И. Нетрусов [и др.]; под ред. А.И. Нетрусова. – М.: Академия, 2005.

103. Предварительный пат. № 390 Республика Кыргызстан, МКИ А 21 D 8/02. Способ приготовления дрожжевого теста / Т.В. Кириева, А.Н. Саалиева, А.И. Черевко (Кыргызстан). - № 980030.1; Заявл. 25.03.98; Опубл. 2001, Бюл. № 3. – 3 с.

104. Продукти з пророщеного зерна / А.І. Українець, В.М. Ковбаса, Л.О. Федоренченко, Т.І. Романовська, С.А. Бажай // Харчова і переробна промисловість. – 2002. – №8. – С.14–15.

105. Проектирование предприятий хлебопекарной отрасли [Текст]: учеб. пособие / Л. П. Пашенко, С. И. Лукина, Е. И. Пономарева, Ю. Н. Труфанова. – Воронеж, 2012. – 636 с.

106. Прокушева, Е.Н. Современные требования к количественному и качественному составу пищевых продуктов [Текст] / Е.Н. Прокушева // Пищевая промышленность. – 2012. - № 9. – С. 45 – 47.

107. Плевако Е. А. Технология дрожжей [Текст] / Е. А. Плевако. – М.: Пищевая промышленность, 1970. – 269 с.

108. Пучкова, Л. И. Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства [Текст]: 4-е изд., перераб. и доп. / Л. И. Пучкова. –

СПб: ГИОРД, 2004. – 267 с.

109. Разумовская, Р. Г. Методологические принципы проектирования функциональных продуктов питания [Текст] / Р.Г. Разумовская, М.Е. Цибизова, А.А. Кильмаев // Пищевая промышленность. – 2011. - №8. – С. 12 – 14.

110. Рогов, И.А. Пищевая биотехнология [Текст]/ И.А. Рогов, Л.В. Антипова, Г.П. Шуваева Кн.1 : Основы пищевой биотехнологии. – 2004. – 116 с.

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

112. Рождественская, Л.Н. Обоснование перспективных направлений проектирования продуктов функционального назначения [Текст] / Л.Н. Рождественская, Е.С. Бычкова // Пищевая промышленность. – 2012. - № 11. – С. 14 – 16.

113. Садыков, З. Использование рисовой муки для производства хлебопекарных дрожжей [Текст] / З. Садыков, П. Турсунходжаев, Ш. Хакимова // Хлебопродукты. – 2000. - №2. – с. 20 – 21.

114. Санина, Т. В. Научные основы технологий хлебобулочных и мучных кондитерских изделий повышенной пищевой ценности [Текст] / Т. В. Санина : Дис. доктора техн. наук. – Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад., 2001. – 587 с.

115. Сердюк, Л. Напрями підвищення харчової промисловості зернових продуктів в Україні / Л. Сердюк, М. Мардар // Товари і ринки – 2006. – № 2. – С. 79 - 86.

116. Ситник, І. П. Розробка технології хліба для екологічно забруднених зон з використанням водорості зостери [Текст] / І. П. Ситник: дис.. канд.. техн.. наук. – Київ: Національний ун-т харчових технологій, 2002. – 215 с.

117. Совершенствование технологий хлебобулочных, кондитерских и макаронных изделий функционального назначения: монография /

С.Я. Корячкина, Г.А. Осипова, Е.В. Хмелёва, под ред. д-ра техн. наук, проф. С.Я. Корячкиной. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК», 2012. – 262 с.

118. Советы по хлебопечению: Бизнес-центр «Консул» / Обзорная информация.– М., 2002.– 4 с.

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

120. Способы и методы улучшения качества и повышения эффективности продуктов лечебно-профилактического назначения [Текст]/ Н.А. Шаркова, Л.Ю. Авдеева, А.В. Грищенко [и др.] // Тр. IV междунар. конф. «Проблемы промышленной теплотехники». – К.: 2005. – С. 200

121. Справочник по диетологии [Текст]/ Под ред. В. А. Тутельяна, М.А. Самсонова. - М.: Медицина, 2002. - 544 с.

122. Технология хлебобулочных изделий (лабораторный практикум) [Текст]: учеб. пособие / Е. И. Пономарева, С. И. Лукина, Н. Н. Алехина [и др.]. – Воронеж, 2014. – 280 с.

123. Тутельян, В.А. О нормах физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации [Текст] / В. А. Тутельян / Вопросы питания. 2009. Т. 78. №1 С. 4 – 15

124. ТУ У 15.8-19184646-002:2007 Дієтична добавка до дієтичного раціону харчування «Рапамід»

125. Тюрина, О. Е. Хлеб в детском питании Суточная потребность, рецептуры и технологии [Текст] / О. Е. Тюрина, Н. Т. Чубенко, Л. А. Шлеленко //Хлебопечение России М: 2006 - № 2. - С. 32 – 34.

126. Условия и закономерности инновационного развития хлебопекарной отрасли [Текст] // Хлебопечение России. – 2013. - № 4. – С. 4 – 6.

127. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник/

Под. ред. член-корр. МАИ, проф. И .М. Скурихина и академика РАМН, проф. В. А. Тутельяна. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 236 с.

128. Химический состав российских пищевых продуктов [Текст] / И.М. Скурихин, В.А. Тутельян. М.: ДеЛипринт, 2008. – 272 с.

129. Хлебобулочные изделия. Рынок хлебобулочных изделий // Режим доступа www.tvoydohod.ru

130. Храмцов, А.Г. Использование молочной сыворотки в хлебопечении [Текст] / А.Г. Храмцов, Б.О. Суюнчева, П.Г. Нестеренко // Перераб. молока М : 2000 - № 8 – С. 12

131. Цельнозерновой хлеб: и еда, и лекарство // Режим доступа <http://zdorovoepitanie.info>

132. Циганова, Т. Б. Технология хлебопекарного производства [Текст] / Т. Б. Циганова. – М.: ПрофОбрИздат, 2001. – 428 с.

133. Чалдаев, П. А. Современные направления обогащения хлебобулочных изделий [Текст] / П. А. Чалдаев, А. В. Зимичев // Хлебопечение России. – 2011. - № 2. – С. 24 – 27.

134. Чиждова, К.Н. Белок клейковины и его преобразования в процессе хлебопечения [Текст] / К. Н. Чиждова. – М: Пищевая промышленность, 1979. – 135 с.

135. Чим краще поліпшити борошно / З. Перміловська, О. Кисельова, Н. Подв'язникова // Зерно і хліб.– 1999. - №3.– С. 20-21.

136. Чурилина, Н. Нетрадиционное сырье в хлебопекарном производстве [Текст] / Н. Чурилина, И. Матвеева, З. Попова // Хлебопродукты. – 2004. - №9. – с. 26 – 28.

137. Юдина, С. Б. Технология продуктов функционального питания [Текст] / С. Б. Юдина. – М.: ДеЛи принт, 2008. – 208 с.

138. Аюо, J. A. Food and drug interactions: its side effects [Text]/ J. A. Аюо, Н. Агу, I. Madaki // Nutrition and Food Science; Bradford. 2005. - Vol. 35, N 3/4. P. 243 – 252.

139. Active Dried Baker's Yeast [Text]/ A. Langejan / - US Patent № 42117420. – HKI 435 – 256.
140. Bellisle, F. Functional food Science in Europe [Text]/ F. Bellisle, A.T. Diplock, G. // British J. Nutrition. 1998, v. 80 Suppl. 1, P.1 – 193.
141. Capouchova, I. Quality of population and hybrid varieties of rye [Text] // International rye symposium «Technology and products», Desember 1995, P. 206 – 207.
142. Coppens, P. European regulations on nutraceuticals, dietary supplements and functional foods: a framework based on safety [Text]/ P. Coppens, da M. F. Silva, S. Pettman // Toxicology. 2006. - Vol. 221. - P. 59–74.
143. Dobraszczyk, B. J. Reology and the bread-making process [Text]/ B. J. Dobraszczyk, M.P. Morgenstem // J. Cereal Sci. 2005. V. 42. P. 229 – 245.
144. Grajek, W. Probiotics, prebiotics and antioxidants as functional foods [Text]/ W. Grajek, A. Olejnic, A. Sip // Acta Biochim. Pol., 2005. – P. 52.
145. Hilliam, M. Heart Healthy Foods [Text]/ World Food Ingredients, 2001, October / November. – P. 98 – 103.
146. Hooda, S. Effect of fenugreek flour blending on physical, organoleptic and chemical characteristics of wheat bread [Text]/ S. Hooda, S. Jood // Nutrition and Food Science; Bradford. 2005. - Vol. 35, N 3/4. P. 229 – 242.
147. Hozova, B. Choice of cereal raw materials and suitable combinations of additives for sensory quality improvement of pastry [Text]/ B. Hozova, L. Doudok, J. Oleksakova, P. Moracikova // International Journal of Food Properties. 2006. - Vol. 9, N 4. P. 897 – 906
148. Hromadkova, Z. Effect of buckwheat hull hemicelluloses addition on the bread-making quality of wheat flour [Text]/ Z. Hromadkova, A. Stavova, A. Ebringerova A., J. Hirsch // Journal of Food and Nutrition Research. 2007. - Vol. 46, N 4. – P. 158 – 166.
149. Jiachun Zhou; Xingbo Su; Xiaoyan Shen Determination of Lipoxidase in Wheat Germ [Text] / Cereal Foods World; St. Paul, Mar/Apr 2007; Vol.52,

Iss.2. P. 75-77.

150. Kasbia, G. S. Functional foods and nutraceuticals in the management of obesity [Text]/ G. S. Kasbia // Nutrition and Food Science; Bradford. – 2005. Vol. 35, N 5. P. 344 – 352.

151. Kireeva E. Research on the influence of a protein hydrolyzate additive on the activity of yeast development [Text]/ E. Kireeva, G. Deynichenko, D. Kramarenko, // Journal of EcoAgriTourism. – 2010. – Vo1.6 (2010), Nr. 2(19). – P. 109-112.

152. Khan M. I. Effect of soy flour supplementation on mineral and phytate contents of unleavened fiad bread (chapattis) [Text]/ M. I. Khan, F. M. Anjum, S. Hussain, M. T. Tariq // Nutrition and Food Science; Bradford. 2005. – Vol. 35, N 3/4. P. 163 – 168.

153. O'Sullivan, L. Potential of bacteriocin-producing lactic acid bacteria for improvements in food safety and quality [Text] / L. O'Sullivan, R. P. Ross, C. Hill // Biochimie 84 (2002) P. 593 – 604.

154. Mantzourani, I. Study of kefir grains application in sourdough bread regarding rope spoilage caused by Bacillus spp. [Text]/ I. Mantzourani, S. Plessas, G. Saxami // Food Chemistry. – Vol. 143. – 2014. – P. 17 – 21.

155. Method and Apparatus for Determining degree of dough fermentation [Text]/ F. X. Nodler. – US Patent № 2005592. – НКИ 196 – 103. 5.

156. Method and Apparatus for testing dough / W. L. Heald. – US Patent № 2038044. – НКИ 195 – 103.5.

157. Moisov, K. Odredivanje moci dizanja testa pekarskeg kvaska. Porednje dve metode [Text] / K. Moisov, K. Rosen // Zito-hleb. – 1984. –V.11.-№3 – 4. P. 125 – 130.

158. Pat. 19927221 Germany, MJЖ⁷ A 21 D 2/38, Brot und Verfahren zuseiner Herstellund / Isaak Boris, 2000.

159. Preparation of dried dry yeast [Text]/ P. Clement, J. P. Rosel. – US Patent № 4370420. – НКИ 435 – 256.

160. Roberfroid, M. B. Global view on functional foods: European perspectives [Text]/ M.B. Roberfroid// British J. Nutrition. 2002, v.88, Suppl.2, P. 133 – 138.
161. Rehydratable instant active dried yeast [Text]/ S. Pomper, G. Cole, S. Scheinbach. – US Patent № 4764472. – HKИ 435 – 256.77
162. Salehifar, M. Effects of oat flour on bough rheology, texture and organoleptic properties of taftoon bread [Text]/ M. Salehifar, M. Shahedi // Journal of Agricultural Science and Technology. 2007. - Vol. 9, N 3. - P. 227 - 234.
163. Sidhu, J. S. Functional foods from cereal grains [Text]/ J. S. Sidhu, Y. Kabir, F. G. Huffman // International Journal of Food Properties. 2007. - Vol. 10, N 2. P. 231 – 244.
164. Strain of yeast for breadmaking and novel strains of yeast thus prepared [Text]/ P. Clement, A. Roier. – US Patent № 4318930. – HKИ 426 – 462.
165. Verfahren zur durchfuehrung biochemischer prozesse [Text]/ K. Pommerening, H. Dautzenberg, F. Loth. – Patent Yermany № 2004713. – MKИ C 12 O 11/12. A 61 K 9/50.
166. Yeast strains, method of production and use in baking / G. K. Jacobson, N. B. Trivedi. – US Patent № 4973560. – NKИ. P. 462 – 256.

ПРИЛОЖЕНИЯ

