

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Высшая медико-биологическая школа
Кафедра «Пищевые и биотехнологии»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент _____

« ____ » _____ 2017 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой ПиБ

д.т.н., профессор

_____ И.Ю. Потороко

« ____ » _____ 2017 г.

**Разработка технологии обогащения хлеба из пшеничной муки 1 сорта
комплексной растительной добавкой
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–19.03.02.2017.301 ПЗ ВКР**

Руководитель проекта,
к.т.н., доцент

_____ Н.В. Науменко

« ____ » _____ 2017 г.

Автор проекта

студент группы МБ–471

_____ А.Е. Сухих

« ____ » _____ 2017 г.

Нормоконтроль,

к.т.н., доцент

_____ Н.В. Попова

« ____ » _____ 2017 г.

Челябинск 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	8
1. Аналитический обзор литературы.....	9
1.1. Факторы, обуславливающие необходимость повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий.....	9
1.2. Функциональное питание и перспективы его развития.....	14
1.3. Обзор добавок, используемых в производстве хлебобулочных изделий.....	17
2. Практическая часть.....	29
2.1. Технология производства хлебобулочных изделий с комплексным обогащением.....	29
2.2. Характеристика применяемого сырья.....	30
2.3. Расчёт оборудования для замеса теста, формования, выпечки и охлаждения готовой продукции.....	33
2.4. Расчёт оборудования хлебохранилища и экспедиции.....	38
2.5. Расчёт оборудования для приёма, хранения и подготовки сырья к пуску в производство.....	40
2.6. Аппаратурно-технологическая схема производства.....	44
2.6.1. Аппаратурно-технологическая схема доставки, хранения и подготовки сырья.....	44
2.6.2. Аппаратурно-технологическая схема производства хлеба с комплексной растительной добавкой.....	46
3. Экспериментальная часть.....	48
3.1. Цель и задачи проведения исследований.....	48
3.2. Характеристика объектов исследования и показателей качества.....	48
3.3. Характеристика методов исследования.....	52
3.4. Результаты исследования и их анализ.....	57
4. Безопасность жизнедеятельности.....	71
4.1. Обеспечение условий безопасности труда на производстве.....	71

4.2.	Мероприятия по охране окружающей среды.....	73
4.3.	Экологическая безопасность.....	75
4.4.	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	76
	Заключение.....	82
	Библиографический список.....	84
	Приложения.....	89

АННОТАЦИЯ

Сухих А.Е. Разработка технологии обогащения хлеба из муки пшеничной 1 сорта комплексной растительной добавкой, ВКР. – Челябинск: ЮУрГУ, МБ-471, 2017.

94 с., 25 табл., библиогр. список – 51 наим., 5 прил., 1 лист чертежа ф. А1.

Целью работы являлось обогащение хлеба из пшеничной муки первого сорта комплексной добавкой из чечевичной муки и сушёной морской капусты.

Объектами исследования являлись образцы хлеба с различной концентрацией чечевичной муки и сушёной морской капусты, а также образец, не содержащий каких-либо добавок. На основании органолептических и физико-химических показателей был выбран образец с оптимальной концентрацией используемых добавок.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: изучить факторы, обуславливающие необходимость повышения пищевой ценности хлеба, рассмотреть текущее состояние и перспективы развития функционального питания, составить и описать аппаратурно-технологическую схему производства нового продукта, провести исследования и на их основании составить рецептуру, изучить пищевую ценность нового продукта, выбрать мероприятия по охране окружающей среды и безопасности труда на производстве, сформировать выводы и заключение.

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшей задачей пищевой промышленности является удовлетворение потребности населения в качественных, безопасных и полноценных с точки зрения пищевой ценности продуктах питания. Особенности географического положения и экологическая ситуация оказывают непосредственное влияние на возможность получения человеком необходимых нутриентов.

В настоящее время наблюдается дефицит белка в рационе питания. Кроме того, остаются актуальными проблемы избыточного потребления жиров животного происхождения, легкоусвояемых углеводов и дефицита пищевых волокон, витаминов, микро- и макроэлементов. Хлебопекарная промышленность может стать хорошим подспорьем в решении этих проблем, так как хлеб является одним из основных продуктов питания, потребляемых ежедневно. Таким образом, создание хлебопродуктов с заданным химическим составом позволяет решать проблему профилактики различных заболеваний, связанных с дефицитом витаминов и минеральных веществ. Многообразие ингредиентов растительного происхождения позволяет постоянно совершенствовать ассортиментный ряд хлебобулочных изделий специального назначения [38].

Актуальность работы заключается в изготовлении хлеба, имеющего сбалансированный состав, обладающего лечебно-профилактическими свойствами с учётом потребностей разных возрастных групп.

Целью работы является разработка технологии производства хлеба пшеничного из муки первого сорта с комплексной добавкой.

Задачами проведения исследования являются:

1. Изучение органолептических и физико-химических свойств продукта.
2. Расчёт пищевой ценности исследуемого продукта.
3. Обоснование целесообразности применения выбранных обогатительных добавок в хлебопекарной промышленности.

1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Факторы, обуславливающие необходимость повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий

Хлеб и хлебобулочные изделия относятся к числу наиболее распространённых продуктов питания. Это наиболее дешёвые и доступные продукты, потребляемые ежедневно и повсюду всеми группами населения. По частоте потребления хлебопродукты занимают одно из первых мест. Всем известна так называемая пищевая пирамида, в основе которой лежат продукты – источники «длинных углеводов», в том числе хлеб. Продукты из этой группы рекомендуется употреблять с каждым приёмом пищи. Хлебопродукты покрывают суточную потребность человека в белках, жирах и углеводах на 40 %, 53 % и 37 % соответственно, в них содержатся растительные белки, углеводы, витамины, микро- и макроэлементы, пищевые волокна. Нельзя не отметить физиологический смысл потребления хлеба: благодаря своей структуре и консистенции он помогает пищеварительному тракту работать намного эффективнее.

Среднесуточное потребление хлеба на душу населения в настоящее время колеблется в пределах от 150 до 200 граммов. Это примерно в 1,5–2 раза меньше, чем несколько десятилетий назад. Снижение потребления хлеба и хлебобулочных изделий вызвано рядом причин: ухудшение качества сырья и готовой продукции, использование различных пищевых добавок, рост заинтересованности людей в здоровом питании. В последнее время появилось много статей, касающихся вопроса влияния хлеба на организм человека [50–51]. Авторы приводят следующие аргументы «против»: применение пищевых добавок химического происхождения, использование термоустойчивых дрожжей, выпечка хлеба из муки высшего сорта (белой муки), плохая усвояемость хлебобулочных изделий. Всё это, по словам авторов статей, негативно сказывается на здоровье человека, приводит к проблемам с желудочно-кишечным трактом, гиповитаминозу, ацидозу и прочим заболеваниям.

В связи с этим, необходимо понять, какие именно проблемы имеют место в современном хлебопечении.

Действительно, хлеб усваивается организмом человека не до конца. В его составе содержатся неперевариваемые вещества (клетчатка и гемицеллюлоза), а также вещества, которые усваиваются по-разному (крахмал, белки, жиры). Следует отметить, что усвояемость хлеба зависит от множества факторов, например, от химического состава сырья. Имеют значение и физические свойства хлеба. Так, чем больше пористость мякиша, тем лучше он пропитывается пищеварительными соками, и тем лучше усваивается организмом. Применение муки высшего сорта в хлебопечении – ещё один весьма спорный вопрос. По своему составу мука высшего сорта беднее цельнозерновой, но согласно результатам некоторых исследований её сухие вещества лучше усваиваются организмом, хлеб из такой муки получается более пористым, и, следовательно, гораздо лучше обрабатывается пищеварительными соками.

Хлебопродукты – источник витаминов группы В, играющих большую роль в клеточном метаболизме. Витамины этой группы участвуют в поддержании нормального функционирования нервной системы, головного мозга, сердечно-сосудистой системы и органов пищеварения. Известно, что потребность человека в тиамине, рибофлавине, витамине В₆, ниацине, фолиевой кислоте и витамине Е можно выразить примерно таким соотношением: 1:1:1:10:0,2:7,5. Содержание их в зерне практически аналогично, за исключением рибофлавина: 1:0,3:1:10:0,1:10. При этом 100 г зерна покрывают среднесуточную потребность в каждом из этих витаминов на 20–30 %. Исключением является рибофлавин: ввиду того, что его содержание в зерне в 3 раза ниже, 100 г зерна удовлетворяют суточную потребность лишь на 5 %. Переработка зерна и процесс тестоприготовления приводят к потерям микронутриентов (удаление оболочки, помол, брожение, термическая обработка). Например, количество витаминов группы В в процессе производства хлеба снижается в 2–6 раз. Следует отметить, что изделия из муки 1-го и высшего сортов по своему химическому составу беднее, чем изделия из

муки 2-го сорта. Изменение содержания микронутриентов в процессе переработки зерна и дальнейшего его использования приведено в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Содержание витаминов в зерне пшеницы и продуктах его переработки, мг в 100 г

Продукт	Тиамин	Рибофлавин	Витамин В ₆	Ниацин	Фолиевая кислота	Витамин Е	Бета-каротин
Пшеница	0,37– 0,46	0,1–0,17	0,5– 0,6	4,94– 5,58	35–46	6,02– 6,5	14–15
Мука							
обойная	0,41	0,15	0,55	5,5	40,0	5,5	10
пшеничная 2/с	0,37	0,12	0,5	4,55	38,4	5,37	6
пшеничная 1/с	0,25	0,08	0,22	2,2	35,5	3,05	Следы
пшеничная в/с	0,17	0,04	0,17	1,2	27,1	2,57	0
Хлеб пшеничный							
из обойной муки	0,23	0,09	0,29	3,4	26,0	3,2	6
из муки 2/с	0,23	0,08	0,29	3,1	29,0	3,3	6
из муки 1/с	0,16	0,05	0,13	1,54	27,0	1,96	Следы
из муки в/с	0,11	0,03	0,1	0,92	22,5	1,68	0

При характеристике минеральной ценности хлеба нужно учитывать, что при высокой концентрации фосфора наблюдается малое количество кальция. Оптимальным является соотношение кальция и фосфора 1:1,5, однако в хлебе это соотношение смещается к фосфору, которого в 3–5 раз больше, поэтому целесообразным является обогащение хлеба кальцием. Магния в хлебопродуктах содержится около 40–50 мг, поэтому 300 г хлеба обеспечивают получение этого макроэлемента в количестве 30 % от суточной нормы. Оптимальное соотношение

натрия и калия в хлебе составляет 1:2, но при употреблении 100–200 г хлеба человек получает суточную норму натрия (0,4–0,5 г), поскольку в тесто вносят поваренную соль. Вместе с тем содержание калия в 100–200 г хлеба составляет 0,1–0,3 г, т.е. всего 5–15 % от суточной нормы. Содержание минеральных веществ в хлебобулочных изделиях приведено в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Содержание минеральных веществ в хлебобулочных изделиях, мг на 100 г

Минеральные вещества	Норма потребления, мг/сут	Хлеб ржаной формовой	Хлеб столовый подовый	Хлеб пшеничный подовый из муки 2/с	Батоны из муки 1/с
Натрий	2400	567	391	353	396
Калий	2000	227	180	208	120
Кальций	1000	21	24	23	22
Магний	400	57	39	51	25
Фосфор	1200	174	141	131	108
Железо (м)	10–12	3,6	3,37	3,24	1,86
Железо (ж)	18–20				
Медь	1,5	0,26	0,16	0,3	0,17
Цинк	15	1,4	1,17	1,43	0,74

Таким образом, можно сделать вывод о том, что обогащение хлеба микронутриентами является целесообразным, поскольку начальное их содержание в хлебопродуктах не всегда является оптимальным. Имеет смысл обогащать хлебобулочные изделия кальцием, железом, йодом. Однако необходимо помнить, о нюансах обогащения [9]. Так, при обогащении кальцием нужно снижать содержание натрия, а при обогащении железом следует помнить о том, что в дополнительном железе нуждаются дети и женщины детородного

возраста, а вот излишнее потребление железа мужчинами может привести к проблемам со здоровьем. Во избежание этого при обогащении пищевых продуктов следует руководствоваться следующими принципами обогащения:

1. Для обогащения пищевых продуктов следует выбирать те микронутриенты, дефицит которых реально имеет место, достаточно широко распространен и опасен для здоровья. Для России это витамин С, витамины группы В (в частности фолиевая кислота), йод, железо, кальций.

2. Обогащать микронутриентами стоит прежде всего продукты массового потребления, доступные для всех групп населения и регулярно употребляемые в пищу

3. Обогащение пищевых продуктов микронутриентами не должно ухудшать потребительских свойств изделий: существенно изменять вкус и аромат, влиять на свежесть, длительность срока хранения, усвояемость других микронутриентов.

4. При обогащении пищевых продуктов необходимо учитывать возможное химическое взаимодействие обогащающих добавок между собой и с компонентами обогащаемого продукта и выбирать такие формы, способы и стадии внесения, которые обеспечивают их максимальную сохранность в процессе производства и хранения.

5. Регламентируемое содержание микронутриентов в обогащенном продукте должно удовлетворять 30–50 % их суточной потребности при обычном уровне потребления обогащенного продукта.

6. Количество микронутриентов, дополнительно вносимых в обогащаемые продукты должно быть рассчитано с учетом их возможного естественного содержания в продукте или сырье, а также потерь в процессе производства и хранения с тем, чтобы обеспечить содержание микронутриентов на уровне не ниже регламентируемого в течение всего срока годности продукта.

7. Регламентируемое содержание микронутриентов в обогащенном продукте должно быть указано на упаковке и контролироваться как производителем, так и органами надзора.

8. Эффективность обогащенных продуктов питания должна быть убедительно подтверждена апробацией на группах людей, демонстрирующей не только их полную безопасность и приемлемые вкусовые качества, но и хорошую усвояемость, способность улучшать обеспечение организма микронутриентами и связанные с ними показатели здоровья.

Исходя из всего вышеизложенного, следует отметить, что в настоящее время действительно существует проблема повышения пищевой ценности и улучшения качества хлебобулочных изделий в целом.

1.2 Функциональное питание и перспективы его развития

Под функциональным питанием подразумевается включение в рацион ценных и редких элементов, положительно влияющих на иммунитет человека, предупреждающих развитие некоторых заболеваний и укрепляющих общий эмоциональный и физический фон.

Традиционно выделяют следующие группы функциональных продуктов:

1. Сухое молоко для беременных и кормящих женщин.
2. Сухое молоко для младенцев.
3. Продукты для людей пожилого возраста (геронтодиетологическое питание).
4. Продукты для людей, имеющих проблемы со здоровьем.
5. Продукты питания для оздоровления.

В рамках данной дипломной работы мы более подробно рассмотрим последние три группы функциональных продуктов.

Функциональные продукты питания геронтодиетологической направленности предназначены для лиц пожилого возраста. На настоящее время доля пожилого населения в России составляет около 20 % (40 миллионов человек). Основными принципами геронтодиетологии являются: энергетически сбалансированное питание, лечебно-профилактическая направленность, сбалансированность по всем незаменимым компонентам, щелочная направленность питания, обогащение

пищи гетеропротекторными нутриентами [29, 49]. Общие рекомендации геронтодиетологической направленности сводятся к ограничению белков, жиров животного происхождения, легкоусвояемых углеводов, поваренной соли, обогащению рациона витаминами, обладающими липотропными свойствами, тормозящими формирование атеросклероза, определенными минеральными веществами. Разработка продуктов геронтодиетологического назначения была начата с продуктов на молочной основе, а в последнее время в торговой сети начали появляться хлебобулочные, кондитерские изделия, рыбо- и мясопродукты, безалкогольные продукты геронтодиетологического направления. К хлебобулочным изделиям геронтодиетологического направления относятся продукты с добавлением злаков, йода, различных витаминов. Геронтодиетология имеет хорошие перспективы развития. Так, российские власти отметили повышение средней продолжительности жизни россиян и призвали к дальнейшему её увеличению. Способствовать этому может именно геронтодиетология. Кроме того, достойным примером в смысле продолжительности жизни является Япония, где здоровью пожилых людей уделяется большое внимание. Скорее всего, продукты геронтодиетологической направленности будут пользоваться спросом, поэтому имеет смысл продолжать разрабатывать технологию их производства.

К продуктам для людей, имеющих проблемы со здоровьем, относятся безглютеновые хлебопродукты и изделия для диабетиков. Безглютеновые продукты предназначены в основном для людей, страдающих целиакией. Целиакия – заболевание, вызывающее нарушение пищеварения, вызванное повреждением ворсинок тонкой кишки продуктами, содержащими глютен и близкие к нему белки злаков. Заболевание имеет аутоиммунный, аллергический и наследственный генез. При наличии такого заболевания человек должен соблюдать строжайшую аглютеновую диету. В последнее время все больше людей переходит на безглютеновые хлебопродукты, мотивируя это тем, что так они не наносят вреда своему здоровью. Однако это не соответствует

действительности. Люди, не имеющие проблем с пищеварением, вполне могут употреблять глютенсодержащие продукты.

К продуктам для диабетиков относятся изделия на фруктозе, хлеб из ржаной муки грубого помола, хлеб с отрубями, хлеб из пшеничной муки второго сорта. Основной проблемой для диабетиков является контроль обменных процессов и контролирование уровня глюкозы. Скачок глюкозы могут спровоцировать продукты, содержащие простые углеводы. Именно поэтому диабетики употребляют продукты с низким гликемическим индексом, то есть с низким содержанием глюкозы. Так, существует целый ассортиментный ряд мучных кондитерских изделий на фруктозе, ксилите и сорбите. Что касается хлеба и хлебобулочных изделий, то здесь существуют следующие ограничения: сдоба, изделия из муки высшего сорта, белый хлеб. Кроме того, люди с сахарным диабетом должны рассчитывать дневную норму потребления хлеба. Существует такое понятие, как одна хлебная единица. Она равна 25 граммам хлеба, что соответствует 12 граммам сахара или 15 граммам углеводов.

Таким образом, можно говорить о том, что такое направление, как продукты питания для людей, имеющих проблемы со здоровьем, имеет тенденцию к дальнейшему развитию. К сожалению, многим людям приходится пересматривать свой рацион из-за возникающих проблем со здоровьем, поэтому, если есть возможность сделать это относительно безболезненно, следует ей воспользоваться. Целью разработки таких продуктов питания можно назвать создание безопасного продукта, обладающего свойствами (в частности вкусовыми), максимально приближенными к привычным.

Продукты питания для оздоровления это большая группа изделий, включающая в себя продукты с добавлением отрубей, злаков, различных микроэлементов и витаминов. Такие продукты не являются лечебными, их употребление носит скорее профилактический характер. Например, регулярное употребление продуктов, обогащённых йодом, способствует профилактике йододефицита. Изделия с добавлением железосодержащего сырья или препаратов

поможет людям с анемией немного повысить содержание железа в крови. Кроме того, за счёт обогащения продуктов различного рода добавками можно создавать продукты для людей, живущих в разных регионах. Ярким примером является витамин D (холекальциферол – витамин D₃ и эргокальциферол – витамин D₂). Эргокальциферол поступает в организм только с пищей, а вот холекальциферол может также синтезироваться под воздействием ультрафиолетовых лучей. Россия расположена в зоне низкой инсоляции, поэтому жители нашей страны попадают в группу риска. Именно поэтому обогащение продуктов питания витамином D может стать хорошим подспорьем в профилактике дефицита этого витамина. Таким образом, можно говорить о том, что разработка продуктов питания, обогащенных витаминами и микроэлементами, имеет тенденцию к дальнейшему развитию, поскольку может оказать большое влияние на профилактику некоторых заболеваний, привести к улучшению состояния при наличии заболевания и способствовать профилактике дефицита витаминов и минеральных веществ.

1.3 Обзор добавок растительного происхождения, используемых в производстве хлебобулочных изделий

К добавкам растительного происхождения относятся зерновые, бобовые, масличные, овощные, плодовые культуры и продукты их переработки, а также добавки из прочего растительного сырья [38].

Добавки из зерновых культур включают в себя продукты переработки таких растений, как пшеница, рожь, тритикале, овёс, ячмень, гречиха, кукуруза, рис, просо, сорго, полба, амарант. Изучением свойств хлебобулочных изделий с добавкой из зерновых культур занимались многие авторы. Так, в журнале «Хлебопечение России» №4/2011 опубликована статья кандидата технических наук Н. А. Березиной и доктора технических наук С. Я. Корячкиной «Рисовая мука в производстве заварных ржано-пшеничных хлебобулочных изделий» [31]. Авторы статьи занимались изучением влияния заварки из рисовой муки на

реологические свойства теста и качество заварных ржано-пшеничных хлебобулочных изделий. Н. А. Березина и С. Я. Корячкина предложили следующую схему приготовления заварки: солод и рисовая мука завариваются при температуре 95–97 °С, полученная смесь охлаждается до 65 °С и смешивается с ржаной мукой. Время осахаривания заварки составляет 120 минут. В результате проведённого исследования было выяснено, что использование заварки из рисовой муки для приготовления ржано-пшеничного хлеба помогает улучшить удельный объем и пористость хлеба. Суммарная органолептическая оценка качества хлеба с применением рисовой заварки выше, чем у хлеба на основе ржаной заварки. Аминокислотный скор белка хлеба, приготовленного на рисовой заварке, на 0,81–12,15 % выше, чем у хлеба на ржаной заварке. На основании проведённых испытаний авторы статьи сделали вывод о том, что с учётом особенностей углеводно-амилазного комплекса рисовой муки имеет смысл вносить в заварку ржаную муку как источник ферментов.

В журнале «Хлебопродукты» №10/2011 опубликована статья кандидата технических наук Н. Березиной «Влияние кукурузной мезги на качество хлебобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки» [30]. Кукурузную мезгу можно рассматривать как вторичное сырьё, поскольку она содержит много витаминов, клетчатки, белка и микроэлементов. Кроме того, за счёт высокой кислотности кукурузной мезги снижается действие активных ферментов, содержащихся в ржаной муке, что, в свою очередь, позволяет повысить пищевую ценность хлеба и увеличить содержание в нём пищевых волокон. На основании проведённых исследований был сделан вывод о том, что кукурузная мезга способствует интенсификации процесса газообразования, так как питательная среда для бродильной микрофлоры обогащается за счёт аминокислот, минеральных веществ и прочими составляющими компонентами добавки. Полученные результаты свидетельствуют о том, что оптимальной дозировкой кукурузной мезги является 3 % к массе смеси ржаной и пшеничной муки. Таким образом, использование кукурузной мезги позволяет решить следующие задачи:

интенсифицировать процесс брожения и сократить его продолжительность, расширить сырьевую базу за счёт использования вторичного сырья, обогатить хлеб пищевыми волокнами.

В журнале «Хлебопродукты» №7/2008 опубликована статья О. Гавриловой «Применение гречневой муки при производстве пшеничного хлеба» [32]. Автор статьи предлагает использовать гречневую муку, поскольку её белки по сравнению с белками других злаковых культур более богаты аминокислотами (в том числе лизином, треонином, валином и метионином). Кроме того, гречневая мука содержит в своём составе лецитин, обладающий лечебными свойствами, и большое количество цистина и цистеина, что свидетельствует о радиозащитном свойстве данной культуры. Проведённые лабораторные исследования показали, что в результате внесения гречневой муки в количестве 5–20 % к массе пшеничной муки увеличилась пористость и удельный объём хлеба. Органолептические показатели готовых изделий соответствуют данному наименованию. Исходя из полученных результатов, автор статьи рекомендует использовать гречневую муку для улучшения органолептических и физико-химических свойств готовых изделий. Кроме того, использование гречневой муки в рецептуре пшеничного хлеба позволяет расширить ассортимент хлебобулочных изделий функционального назначения.

Добавки из бобовых культур включают в себя продукты переработки гороха, чечевицы, фасоли, сои. Они являются весьма популярной темой для проведения исследований. В журнале «Пищевая технология» №1/2009 опубликована статья Н. Н. Гатько и А. Г. Варламовой «Использование соевой муки в приготовлении сдобных хлебобулочных изделий» [33]. Авторы статьи ставили своей целью изучить возможность обогащения сдобных булочных изделий за счёт добавления продуктов переработки бобовых культур, в частности сои. В результате проведённых исследований было установлено, что внесение соевой муки приводит к увеличению времени тестоприготовления, снижению качества готовых изделий и ухудшению газоудерживающей способности. Авторы статьи

предлагают решать эту проблему за счёт одновременного внесения в тесто молочной сыворотки, аскорбиновой и глютаминовой кислот. При расчёте аминокислотного сора исследуемых образцов было установлено, что по количеству белка и незаменимых аминокислот хлебобулочные изделия с добавлением соевой муки превосходят изделия, приготовленные по традиционной рецептуре.

Патент RU 2519859 «Способ производства хлеба чечевичного» [47] предусматривает приготовление хлеба с добавлением чечевичной муки. Целью авторов патента являлось снижение продолжительности и упрощение технологии производства хлеба, обогащение хлеба разнообразными полезными веществами. Рецептура, разработанная авторами патента, предусматривает внесение чечевичной муки в количестве 5–15 % к массе пшеничной муки. В процессе лабораторных исследований авторы патента рассмотрели возможность приготовления хлеба с добавлением чечевичной муки как безопасным способом, так и на опаре. Предложенный способ производства хлеба позволяет обогатить хлебобулочные изделия минеральными веществами и растворимой клетчаткой, изофлавонами. С технологической точки зрения, разработанная модель позволяет упростить процесс тестоприготовления и сократить продолжительность технологического процесса. Кроме того, хлеб с добавлением чечевичной муки относится к продуктам питания лечебно-профилактического назначения.

Диссертация Батуриной Н.А. «Влияние добавок муки бобовых культур на формирование качества хлеба из пшеничной муки», написанная в 2007 году, посвящена изучению влияния муки бобовых культур и различных ферментных препаратов на формирование качества пшеничного хлеба [39]. Автор поставил перед собой следующие задачи: изучить влияние добавок муки и ферментных препаратов на качественные показатели теста и готовых изделий, исследовать изменение качества хлеба с добавкой в процессе хранения. Рецептура, разработанная Батуриной Н. А., предполагает внесение добавки из муки бобовых культур в количестве не более 10 % к массе муки. Такая концентрация позволяет

получать хлеб с уровнем качества 90 % и более. Результаты проведенных лабораторных исследований доказали, что хлеб с добавкой из муки бобовых культур обладает лучшими органолептическими и физико-химическими свойствами по сравнению с контрольным образцом. Было установлено, что содержание белка повысилось на 10,1–21,8 %, аминокислотный скор по содержанию лизина улучшился на 31,3–37,5 %, треонина – на 3,8–7,8 %, количество клетчатки – в 1,7–4,3 раза, общее количество золы повысилось на 8 %. Внесение добавок из муки бобовых культур улучшает минеральный состав хлеба, в частности повышается содержание калия на 37–72,7 %, кальция – на 18,2–50 %, магния – на 9,1–53,8 %, фосфора – на 19,8–40,0 %, серы – на 8,5–6,9, железа – на 17,7–53,8 %, марганца – на 0,8–18,8 %. Таким образом, результаты исследований подтвердили целесообразность использования добавки муки из бобовых культур в хлебопекарной промышленности для производства хлеба с повышенной биологической ценностью.

Добавки из овощных и плодовых культур включают в себя продукты переработки моркови, тыквы, винограда, облепихи и так далее. Изучением перспектив использования плодовых и овощных культур в рецептурах хлебобулочных изделий занимались многие авторы. Так, патент RU 2214711 «Способ производства ржано-пшеничного хлеба» [44] предусматривает приготовление хлеба с добавлением сахаросодержащей пасты из картофеля в качестве сахаросодержащего компонента. Пасту получают следующим образом: картофель очищают от кожуры, варят, протирают и проводят гидролиз с помощью ферментного препарата амилолитического действия АМГ в течение 3–5 часов при 40–45 °С. Пасту уваривают до содержания сухих веществ 30 %. Разработанная рецептура предполагает внесение 23–24,9 кг пасты из картофеля на 100 кг муки. Использование картофеля обусловлено тем, что он является широко распространенным и дешевым сырьем, в нем содержится большое количество углеводов. Химический состав картофеля: 12–26 % крахмала, 75–80 % воды, 2–3 % белка, 0,3 % эфирных масел, 1 % клетчатки, пантотеновую и никотиновую

кислоты, соли фосфора, калия, кальция, магния, пектиновые вещества, лимонную, щавелевую и яблочную кислоты. Замена рафинадной патоки сахаросодержащей пастой из картофеля позволяет интенсифицировать спиртовое брожение. В результате интенсифицируются газообразование, подъёмная сила теста. Всё это способствует сокращению продолжительности брожения и расстойки. Результаты проведённых лабораторных исследований показали, что хлеб с добавлением сахаросодержащей пасты обладает лучшими органолептическими и физико-химическими свойствами по сравнению с контрольным образцом. Так, удельный объём хлеба и его пористость выше на 11,7 и 2 % соответственно, черствение хлеба замедляется. Хлеб обладает глубоким вкусом и ароматом, имеет равномерную пористость. Таким образом, результаты исследований подтвердили целесообразность использования сахаросодержащей пасты из картофеля для получения хлеба с повышенной биологической ценностью.

В журнале «Хлебопечение России» №6/2010 опубликована статья кандидата сельскохозяйственных наук Т. А. Исриговой, доктора сельскохозяйственных наук, доцента М. М. Салманова, аспиранта Н. М. Мусаевой «Пищевая ценность хлебобулочных изделий с добавками из винограда» [35]. Авторы статьи ставили своей целью повысить пищевую ценность хлебобулочных изделий за счёт внесения семян, кожицы и гребней винограда. Известно, что семена и кожица винограда обладают высокой биологической ценностью: в них содержатся витамины, пектиновые вещества, множество микро- и макроэлементов. Разработанная авторами рецептура предполагает внесение в тесто добавки из семян винограда в количестве 10 % к массе пшеничной муки. По органолептическим показателям хлеб с добавкой имел лучшие показатели по сравнению с контрольным образцом, приготовленным по традиционной технологии. Результатами лабораторных исследований было подтверждено, что в хлебе с добавкой из семян винограда содержание микроэлементов выше, чем в контрольном образце. Кроме того, авторы статьи определили экономическую эффективность производства хлеба с добавлением продуктов переработки

винограда. Было установлено, что рентабельность изделий с добавкой из семян винограда на 7 % выше, чем у хлеба, произведенного по традиционной технологии. Всё вышеизложенное подтверждает целесообразность использования продуктов переработки винограда (семена, кожица, гребни) для улучшения органолептических показателей, повышения биологической и пищевой ценности.

Патент RU 2542762 «Способ приготовления хлеба» [48] предусматривает приготовление хлеба из пшеничной муки с добавлением соков шпината, свёклы и моркови, семян амаранта. Задачей авторов патента являлось создание технологии производства хлеба с высокими потребительскими и функциональными свойствами, с повышенной пищевой ценностью. Рецептúra, разработанная авторами патента, предполагает внесение сока моркови, свёклы и шпината в количестве 5 % к массе муки и семян амаранта в количестве 1 % к массе муки. Технология предполагает замес трёх видов теста (с морковной, свекольной и шпинатной добавками) с последующим укладыванием тестовых заготовок в форму. Заготовки укладываются в форму в виде спирали в следующем порядке: тесто с морковной добавкой, тесто со свекольной добавкой, тесто со шпинатной добавкой. Перед выпечкой хлеб посыпают семенами амаранта. Результаты проведённых лабораторных исследований показали, что хлеб с добавками различных овощных соков обладает лучшими органолептическими и физико-химическими свойствами по сравнению с контрольным образцом. Использование овощных соков позволяет обогатить хлеб витаминами (А, С, В, РР, D, Е), микроэлементами (железо, калий, кальций, йод, магний, натрий, фосфор, цинк, селен) и минеральными веществами. Авторы патента обращают особое внимание на то, что применение соков овощей позволяет улучшать состояние здоровья людей с заболеваниями глаз, сердечнососудистой системы, с анемией. Таким образом, результаты исследований подтвердили целесообразность использования овощных соков в хлебопекарной промышленности для создания хлеба с повышенной биологической ценностью.

К добавкам из прочего растительного сырья относятся продукты переработки различных грибов, морских водорослей, зелёных частей растений. Разработкой технологий производства хлеба с подобными добавками занимались многие исследователи. Так, в журнале «Хлебопечение России» №4/2012 опубликована статья кандидата технических наук Е. С. Смертиной, доктора медицинских наук Л. Н. Федяниной и доктора биологических наук Т. К. Каленик «Перспективы применения нетрадиционного сырья растительного происхождения в хлебопечении» [37]. Целью работы авторов статьи являлось установление возможности и целесообразности использования грибов Ши-таке для производства хлебобулочных изделий с повышенной пищевой ценностью. В ходе исследования грибов было установлено, что они богаты белком, жиром и минеральными веществами, что делает этот вид сырья перспективным для использования в хлебопекарной промышленности. В ходе проведённых лабораторных исследований было установлено, что внесение грибов Ши-таке в тесто способствовало улучшению качества сырой клейковины, увеличению бродильной активности и подъёмной силы дрожжей. Полученные в ходе экспериментов результаты свидетельствуют о том, что оптимальное количество грибов, вносимых в тесто, 5 % к массе пшеничной муки. При такой концентрации происходит увеличение удельного объёма и формоустойчивости хлеба. Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод о целесообразности применения грибов Ши-таке для обогащения хлебобулочных изделий.

Патент RU 2142232 «Способ производства хлеба «Белгородский с морской капустой» [43] предусматривает приготовление хлеба из пшеничной муки с добавлением пектина и порошка из морской капусты. Такое сочетание добавок помогает достигать поставленные авторами патента цели: повышать органолептические и физико-химические показатели качества изделий, продлевать срок хранения готовой продукции, улучшать процесс усвоения хлеба организмом. Авторы патента предлагают вырабатывать хлеб «Белгородский с морской капустой» на основе различных заквасок (жидкая с заваркой, жидкая без

заварки, густая, концентрированная молочнокислая). Отдельно готовится смесь из пектина и морской капусты: измельчённую морскую капусту и пектин смешивают в соотношении 30 и 70 % соответственно, затем отбирают часть равную 0,25 % от массы муки, заливают её водой (10 частей воды на 1 часть смеси, температура воды – 50 °С). Полученную смесь выдерживают в течение 5 часов. Дальнейшая технология предусматривает соединение этой смеси с выбранной заваркой и последующее замешивание теста на этой основе. Результаты проведённых лабораторных исследований показали, что хлеб, обогащенный пектином и порошком из морских водорослей, обладает лучшими органолептическими и физико-химическими свойствами по сравнению с контрольным образцом. Авторы патента особо акцентируют внимание на том, что такая добавка при различных способах тестоприготовления позволяет увеличить содержание йода в образцах до 3,8–710 мкг/100 г. Полученные результаты свидетельствуют о достижении авторами патента поставленных задач и целесообразности использования смеси из пектина и морской капусты в хлебопекарной промышленности.

Патент RU 2492654 «Способ производства хлебобулочного изделия для диетического питания» [46] предусматривает приготовление хлеба из ржаной муки на термофильной молочнокислой бездрожжевой закваске с добавлением порошка из морской капусты. Задачей авторов патента являлось создание диетического хлебобулочного изделия с оптимальным содержанием йода. Рецептúra, разработанная авторами патента, предусматривает использование термофильной бездрожжевой молочнокислой закваски в количестве 30–50 % к массе муки. В состав закваски входит порошок из морской капусты в количестве 0,5–1,5 % к массе муки. Следует отметить, что порошок из морских водорослей обладает антиоксидантными, иммуномодулирующими и онкопротекторными свойствами, что делает целесообразным его применение для производства диетических хлебобулочных изделий. В результате проведённых лабораторных исследований было установлено, что хлеб с добавлением порошка из морской капусты обладает лучшими органолептическими и физико-химическими

свойствами по сравнению с контрольным образцом. Полученные результаты свидетельствуют о достижении авторами патента поставленной задачи и целесообразности применения порошка из морских водорослей в хлебопекарной промышленности.

Патент RU 2246218 «Способ производства хлеба» [45] предусматривает приготовление хлеба из пшеничной муки с добавлением экстракта зеленого чая. Целью авторов патента являлось изобретение хлеба с профилактическими свойствами и повышенной биологической ценностью. Рецептúra, разработанная авторами патента, предполагает внесение в тесто экстракта зеленого чая в виде порошка влажностью 2–4 % в количестве 0,25–0,5 % к массе муки. Возможно также приготовление водного раствора порошка экстракта зеленого чая с концентрацией 4–8 %. Рецептúra предусматривает как опарный, так и безопарный способ тестоприготовления. Пищевая и биологическая ценность экстракта зелёного чая обусловлена содержанием в нём катехинов, дубильных веществ, эфирных масел, кофеина, теобромина и так далее. В результате проведённых лабораторных исследований было установлено, что приготовление хлеба с добавлением экстракта зелёного чая позволяет получить хлебы с лучшими органолептическими физико-химическими свойствами по сравнению с контрольным образцом. В частности, срок хранения хлеба, приготовленного по данной технологии, увеличивается до 4 суток. Такие показатели как формоустойчивость, удельный объём, пористость и сжимаемость повышаются. Процесс черствения хлеба замедляется. Таким образом, результаты исследований подтвердили целесообразность использования экстракта зелёного чая в хлебопекарной промышленности для получения хлеба с повышенной биологической ценностью.

К добавкам из масличных культур относятся продукты переработки рапса, подсолнечника, оливы, сои, кедра, грецкого ореха и так далее. Перспективы применения такого сырья рассматривали многие авторы. Так, в журнале «Хлебопечение России» №6/2010 опубликована статья аспиранта Н. Г.

Семёнкиной «Влияние продуктов переработки расторопши пятнистой на реологические свойства пшеничного теста» [36]. Целью автора статьи являлось изучение влияния продуктов переработки расторопши пятнистой – шрота и масла – на реологические свойства теста. Масло, полученное из расторопши, содержит в своём составе витамин Е и ненасыщенные жирные кислоты (линолевую, линоленовую, олеиновую), шрот – пищевые волокна и силимарин. В ходе эксперимента были подготовлены 4 образца, содержащие 0,5, 1, 1,5, 2 и 6 % к массе пшеничной муки. Оптимальную концентрацию шрота определяли опытным путём, используя вискозиметр. В результате проведённых исследований было установлено, что оптимальное количество шрота, покрывающее суточную потребность организма в силимарине, 1,5 %. На основании полученных результатов был сделан вывод о том, что предложенная добавка позволяет увеличить газодерживающую способность теста, повысить формоустойчивость и удельный объём хлеба. Таким образом, результаты исследований показали, что при добавлении шрота или масла из расторопши пятнистой реологические свойства теста существенно не изменялись. В то же время, вносимая добавка позволяет производить хлебобулочные изделия с повышенной биологической ценностью.

В журнале «Пищевая технология» №1/2009 опубликована статья Е. Ю. Егоровой и Г. Ю. Бахтина «Влияние муки из околоплодной оболочки кедровых орехов на формирование потребительских характеристик хлебобулочных изделий» [34]. Целью авторов статьи являлось изучение влияния околоплодной оболочки кедровых орехов на потребительские характеристики хлебобулочных изделий. В ходе эксперимента были проанализированы образцы хлеба с внесением 2,5, 5, 10 и 15 % околоплодной оболочки кедровых орехов к массе муки. В ходе проведённых лабораторных исследований было установлено, что оптимальной концентрацией является 2,5–5 % ООКО (околоплодной оболочки кедровых орехов). Результаты экспериментов показали, что внесение ООКО позволяет получить хлеб с лучшими органолептическими и физико-химическими

показателями. Авторы статьи предлагают вводить фенольные соединения одновременно с ООКО для формирования оптимальных вкусо-ароматических свойств готовых изделий. Добавление ООКО позволяет повысить содержание клетчатки и зольных элементов в готовых хлебобулочных изделиях. Таким образом, результаты исследований подтвердили целесообразность использования околоплодной оболочки кедровых орехов для производства хлеба с повышенной биологической ценностью.

На основании всего вышеизложенного можно сделать вывод о том, что применение добавок растительного происхождения в хлебопекарной промышленности целесообразно и весьма перспективно. Большое разнообразие растительного сырья позволяет обогащать хлебобулочные изделия не только одной функциональной добавкой, но и создавать композиционные смеси, состоящие из нескольких компонентов. Применение обогатительных добавок позволяет решать следующие задачи: расширение ассортимента хлебобулочных изделий, в том числе и функционального назначения; разработка новых технологий производства с учётом особенностей процесса тестоприготовления; обогащение хлебобулочных изделий с учётом потребностей населения (изделия лечебно-профилактического, функционального, диетического назначения, обогащённые йодом, витамином D, калием и так далее); решение проблемы переработки отходов переработки сырья (использование вторичного сырья).

2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Технология производства хлебобулочных изделий с обогатительной добавкой

Технология производства изделий с обогатительной добавкой не имеет принципиальных отличий от технологии производства обычных хлебобулочных изделий. Выбор схемы производства осуществляется разработчиком новой рецептуры в соответствии с указаниями технологических инструкций [15], сборника рецептов [3] и в зависимости от имеющихся ресурсов. Выбранная технология должна обеспечивать требуемый результат.

Рецептура хлеба с обогатительной добавкой была составлена на основе рецептуры хлеба из пшеничной муки первого сорта. Базисная рецептура приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Рецептура хлеба из пшеничной муки высшего сорта

Наименование сырья	Расход сырья на 100 кг муки, кг
Мука пшеничная 1-го сорта	100,0
Соль	1,3
Дрожжи прессованные	0,7
Масло растительное (для смазки форм)	0,15
Итого сырья	102,15

Рецептура хлеба с обогатительной добавкой предусматривает замену 10 % пшеничной муки чечевичной мукой, а также внесение порошка из сушёной морской капусты в количестве 3,6 % к массе пшеничной муки. Конечное количество вносимых обогатительных добавок было рассчитано исходя из результатов, полученных в ходе лабораторных исследований пробных выпечек с различными концентрациями добавок. Результаты экспериментов, на основании которых были выбраны оптимальные концентрации вносимых добавок, (органолептические и физико-химические показатели) представлены в 3 главе в

пункте 3.4. В таблице 2.2 представлена рецептура хлеба из пшеничной муки первого сорта с обогатительными добавками (10 % чечевичной муки, 3,6 % сушёной морской капусты).

Таблица 2.2 – Рецептура хлеба из пшеничной муки первого сорта с обогатительными добавками

Наименование сырья	Расход сырья на 100 кг муки, кг
Мука пшеничная 1-го сорта	90,0
Мука чечевичная	10,0
Соль	1,3
Дрожжи прессованные	0,7
Сушёная морская капуста	3,6
Масло растительное (для смазки форм)	0,15
Итого сырья	105,75

Органолептические и физико-химические показатели формового хлеба из пшеничной муки первого сорта и хлеба с обогатительными добавками нормируются по ГОСТ 27842-88 [18].

2.2 Характеристика применяемого сырья

Основным сырьём хлебопекарного производства являются мука, вода, соль и дрожжи. В рецептуру созданного нами изделия входят также обогатительные добавки – чечевичная мука и сушёная морская капуста.

Мука. Мука – порошкообразный продукт, полученный из зерна путём измельчения. Пшеничную муку производят из зерна пшеницы пяти сортов: крупчатка, высшего, первого, второго сортов и обойная. Важнейшей составной частью муки являются белки – глиадин и глютен. При тестообразовании они набухают и образуют упругую эластичную и клейкую массу – клейковину,

влияющую на структуру теста. Химический состав муки может значительно изменяться в зависимости от химического состава зерна, от сорта и выхода муки. В свою очередь химический состав зерна определенной степени зависит от особенностей вида и сорта пшеницы. Почвенно-климатические, погодные и агротехнические условия выращивания пшеницы также влияют на химический состав зерна. Для изготовления хлеба с обогатительными добавками выбрана мука первого сорта.

В таблице 2.3 приведена характеристика муки, а именно величины содержания в отдельных сортах хлебопекарной пшеничной муки: воды, крахмала, белков, пентозанов, жиров, сахара, целлюлозы и золы.

Таблица 2.3 – Характеристика пшеничной муки первого сорта

Химический состав муки, %	Пшеничная 1/с
Вода	14,0
Крахмал	77,5
Белки	14,0
Пентозаны	2,5
Жиры	1,5
Сахара	2,0
Целлюлоза	0,3
Зола	0,75

Вода. Вода, применяемая для приготовления теста, должна отвечать требованиям, предъявляемым к питьевой воде, подаваемой централизованными системами хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также централизованными системами водоснабжения, подающими воду одновременно для хозяйственно-питьевых и технических целей.

Питьевая вода должна быть безопасна в эпидемиологическом отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические

свойства. Качество воды определяют ее составом и свойствами при поступлении в водопроводную сеть, в точках водозабора наружной и внутренней водопроводной сети. Перед применением воды на производстве ее пропускают через различные очистные сооружения. Вода, используемая на производстве, не должна содержать тяжёлых металлов, микроорганизмов и бактерий, опасных для здоровья человека. Кроме того, у воды на производстве контролируют кислотность и жёсткость.

Соль поваренная пищевая. Представляет собой природный хлорид натрия с очень незначительной примесью других солей. Соль хорошо растворима в воде. С повышением температуры её растворимость увеличивается, но весьма незначительно. Пищевая поваренная соль подразделяется по способу производства и обработки на каменную, самосадочную, садочную и выварочную соль с добавками и без добавок; по качеству на «экстра», высший, первый и второй сорта, по гранулометрическому составу – по размерам частиц на сорт «экстра» и помолы №0, №1, №2, №3.

Дрожжи прессованные. В хлебопекарном производстве в качестве разрыхлителя применяют дрожжи хлебопекарные прессованные. Химический состав хлебопекарных дрожжей непостоянен и в зависимости от состава питательной среды, условий культивирования, физиологического состояния клетки и других факторов может колебаться в широких пределах. Хлебопекарные дрожжи являются биологическими разрыхлителями, им принадлежит ведущая роль в формировании качества хлеба. Их главная функция обусловлена самим составом дрожжей, которые на 44–75 % состоят из белков, на 30–50 % - из углеводов, и на 5–10 % - из минеральных неорганических веществ, на 5–12 % - из азота. Главный недостаток прессованных дрожжей – относительно непродолжительный срок хранения.

Чечевичная мука. Муку из чечевицы получают путём перемола очищенных чечевичных бобов. В них практически отсутствуют жиры, а доля растительного белка составляет примерно 30 %. Бобовые культуры не накапливают токсичные вещества. Мука и продукт из чечевицы очень полезны для человека из-за

высокого содержания растительного белка и калия, влияющих на работу сердца, железа и магния, необходимых для кроветворения. Чечевичная мука обладает свойством снижать уровень сахара в крови, поэтому ей можно употреблять людям с сахарным диабетом. Чечевичная мука обладает следующим химическим составом: витамины А, В₁, В₅, В₆, РР, Е, такие минеральные вещества как калий, кальций, магний, марганец, железо, хлор, йод, фосфор, натрий, фтор. Кроме того, чечевичная мука содержит в своём составе изофлавоны.

Сушёная морская капуста. Сушёная морская капуста (ламинария) является крупной морской водорослью с наличием лентовидного слоевища, достигающего в длину десяти и более метров. Ламинария на 80 % состоит из воды, поэтому именно сушка листьев растения позволяет максимально сохранить все полезные компоненты продукта. В ламинарии содержатся следующие микроэлементы: йод, калий, бром, магний, железо, натрий, фосфор. Кроме того, в состав морской капусты входят пантотеновая, фолиевая, полиненасыщенная жирная омега-3 кислоты, аспарагиновая и глутаминовая аминокислоты. Употребление ламинарии в пищу способствует профилактике йододефицита, повышению иммунитета и работоспособности, улучшению зрения.

2.3 Расчёт оборудования для замеса теста, формования, выпечки и охлаждения готовой продукции

Расчёт оборудования производился на основании учебного пособия [6].

Часовая производительность печи по выпечке хлеба (кг/ч) определяется по формуле:

$$P_{\text{ч}} = \frac{n \cdot N \cdot m \cdot 60}{t_{\text{вып}}} \quad (2.1)$$

n – количество форм на одной люльке, шт;

N – количество рабочих люлек, шт;

m – масса изделия, кг;

$t_{\text{вып}}$ – время выпечки, мин.

Количество изделий по ширине пода (шт) определяется по формуле:

$$n = \frac{B - a}{b + a} \quad (2.2)$$

B – ширина пода, мм;

b – ширина изделия, мм;

a – зазор между изделиями, мм.

Суточная производительность печи по выпечке (кг/сут) определяется по формуле:

$$P_{\text{сут}} = 23 \cdot P_{\text{ч}} \quad (2.3)$$

Для выпечки хлеба принимаем тупиковую печь Ш2-ХПА-10 с 16 рабочими люльками. Рассчитаем часовую и суточную производительность печи по выпечке хлеба:

$$n = \frac{B - a}{b + a} = \frac{2000 - 5}{115 + 5} = 16,63 \approx 16 \text{ шт}$$

Так как формы скреплены по 3 штуки, то количество форм на одной люльке принимаем равным 15 шт.

$$P_{\text{ч}} = \frac{n \cdot N \cdot m \cdot 60}{t_{\text{вып}}} = \frac{15 \cdot 16 \cdot 0,5 \cdot 60}{35} = 205,71 \frac{\text{кг}}{\text{ч}}$$

$$P_{\text{сут}} = 23 \cdot P_{\text{ч}} = 205,71 \cdot 23 = 4731,33 \frac{\text{кг}}{\text{сут}}$$

Выход хлеба (%) определяется по формуле:

$$B_x = G_c \cdot \frac{100 - W_{\text{сп}}}{100 - W_m} \cdot \left(1 - \frac{Z_{\text{бр}}}{100}\right) \cdot \left(1 - \frac{Z_{\text{уп}}}{100}\right) \cdot \left(1 - \frac{Z_{\text{ус}}}{100}\right) \quad (2.4)$$

G_c – сумма сырья по рецептуре, кг;

$W_{\text{сп}}$ – средневзвешенная влажность сырья, %;

W_m – влажность теста, %;

$Z_{\text{бр}}$ – затраты на брожение (2 %);

$Z_{\text{уп}}$ – затраты на упек (8 %);

$Z_{\text{ус}}$ – затраты на усушку (2 %).

Средневзвешенная влажность сырья (%) определяется по формуле:

$$W_{cp} = \frac{M \cdot W_M + G_{др} \cdot W_{др} + G_{соль} \cdot W_{соль} + G_{ч.м} \cdot W_{ч.м} + G_{м.к.} \cdot W_{м.к.}}{M + G_{др} + G_{соль} + G_{ч.м.} + G_{м.к.}} \quad (2.5)$$

$$W_{cp} = \frac{90 \cdot 14,5 + 0,7 \cdot 75 + 1,3 \cdot 3,5 + 10 \cdot 14,5 + 3,6 \cdot 12}{90 + 0,7 + 1,3 + 10 + 3,6} = 14,68 \%$$

Сумма сырья по рецептуре – 105,6 кг (без учёта масла для смазки форм).
Примем влажность теста 40,4 % (39,4 % - влажность мякиша, полученная в результате лабораторных исследований + 1 %).

$$B_x = 105,6 \cdot \frac{100 - 14,68}{100 - 40,4} \cdot (1 - 0,02) \cdot (1 - 0,08) \cdot (1 - 0,02) = 133,57 \%$$

Так как полученная производительность не превышает 15 тонн в сутки, то принимаем периодический способ тестоприготовления.

Общий часовой расход муки (кг/ч) определяется по формуле:

$$M_{\text{час}}^{\text{общ}} = \frac{P_{\text{ч}} \cdot 100}{B_{\text{хл}}} \quad (2.6)$$

Максимальное количество муки, загружаемое в одну дежу (кг), определяется по формуле:

$$M_{\text{деж}} = \frac{V \cdot g}{100} \quad (2.7)$$

V – объём дежи, л;

g – количество муки на 100 л емкости для брожения, кг.

$$M_{\text{час}}^{\text{общ}} = \frac{205,71 \cdot 100}{133,57} = 154,01 \frac{\text{кг}}{\text{ч}}$$

$$M_{\text{деж}} = \frac{140 \cdot 35}{100} = 49 \text{ кг}$$

Хлеб из пшеничной муки первого сорта с обогатительной добавкой из чечевичной муки и сушёной морской капусты готовится безопарным способом. Расчёт теста приведён в таблице 2.6

Таблица 2.4 - Расчёт теста для хлеба из муки 1-го сорта с обогатительной добавкой

Сырьё	Кол-во, кг	Влажность, %	Сух. в-ва, %	Масса, кг		
				Сух. в-ва	Влага	Мука
Мука пшен. 1/с	44,1	14,5	85,5	37,71	6,39	44,1
Мука чечевичная	4,9	14,5	85,5	4,19	0,71	4,9
Сол. р-р	2,55	75	25	0,64	1,91	–
Дрожж. сусп	3,5	94,73	5,27	0,18	3,32	–
Сушеная м.к.	3,6	12	88	3,17	0,43	–
Итого	58,65	–	–	45,89	12,76	49
Вода	18,35	100	–	–	18,35	–
Всего на тесто	77	40,4	59,6	45,89	31,11	49

Все сухие вещества за исключением муки и сушёной морской капусты вносятся в тесто в виде растворов или суспензий. Рассчитаем необходимое количество растворов и суспензий.

Количество дрожжевой суспензии (кг) определяется по формуле:

$$G_{\text{др.сусп}} = G_{\text{др}} + n \cdot G_{\text{др}} \quad (2.8)$$

$G_{\text{др}}$ – количество дрожжей по рецептуре, кг;

n – коэффициент разведения.

Влажность дрожжевой суспензии (%) определяется по формуле:

$$W_{\text{др.сусп}} = \frac{G_{\text{др}} \cdot W_{\text{др}} + G_{\text{воды}} \cdot W_{\text{воды}}}{G_{\text{др}} + G_{\text{воды}}} \quad (2.9)$$

Количество солевого раствора (кг) определяется по формуле:

$$G_{\text{сол.р-ра}} = \frac{M_{\text{общ}} \cdot C_{\text{соль}}}{A} \quad (2.10)$$

$M_{\text{общ}}$ – общее количество муки, кг;

$C_{\text{соль}}$ – количество дрожжей по рецептуре, кг;

A – концентрация солевого раствора, %.

$$G_{\text{др.сусп}} = 0,7 + 4 \cdot 0,7 = 3,5 \text{ кг}$$

$$W_{\text{др.сусп}} = \frac{0,7 \cdot 75 + 2,8 \cdot 100}{0,71 + 2,8} = 94,73 \%$$

$$G_{\text{сол.р-ра}} = \frac{49 \cdot 1,3}{25} = 2,55 \text{ кг}$$

Следующий этап – расчёт оборудования для приготовления теста.

Количество дежей, необходимых для часовой производительности печи (шт), определяется по формуле:

$$D_{\text{т}} = \frac{M_{\text{час}}^{\text{общ}}}{M_{\text{деж}}} \quad (2.11)$$

Ритм сменяемости деж (мин) определяется по формуле:

$$r = \frac{60}{D_{\text{т}}} \quad (2.12)$$

Время занятости дежи (мин) определяется по формуле и включает в себя время на замес и брожение теста, время обминок и прочих операций:

$$T = t_{\text{зам}} + t_{\text{брож}} + t_{\text{обм}} + t_{\text{пр.оп}} \quad (2.13)$$

Количество дежей на технологический цикл (шт) определяется по формуле:

$$D = \frac{T}{r} \quad (2.14)$$

Рассчитаем оборудование для приготовления теста.

$$D_{\text{т}} = \frac{154,01}{49} = 3,14 \text{ шт}$$

$$r = \frac{60}{3,14} = 19,11 \text{ мин}$$

$$T = 5 + 90 + 4 \cdot 2 + 9 = 112 \text{ мин}$$

$$D = \frac{112}{19,11} = 5,86 \approx 6 \text{ шт}$$

Следующий шаг – расчёт тесторазделочного оборудования.

Потребность в тестовых заготовках $\left(\frac{\text{шт}}{\text{мин}}\right)$ определяется по формуле:

$$n = \frac{P_{\text{ч}}}{G \cdot 60} \quad (2.15)$$

G – масса одного изделия, кг.

Количество тестоделителей (шт) определяется по формуле:

$$N = \frac{n \cdot x}{n_{\text{тд}}} \quad (2.16)$$

x – коэффициент запаса (1,04...1,05);

$n_{\text{тд}}$ – производительность тестоделителя, $\frac{\text{шт}}{\text{мин}}$.

Количество рабочих люлек (шт) для окончательной расстойки хлеба в формах определяется по формуле:

$$N_p = \frac{P_{\text{ч}} \cdot t_p}{60 \cdot G \cdot n_{\text{и}}} \quad (2.17)$$

t_p – время расстойки, мин;

$n_{\text{и}}$ – количество изделий на одной люльке, шт.

Рассчитаем оборудование для разделки теста.

$$n = \frac{205,71}{0,5 \cdot 60} = 6,86 \approx 7 \text{ шт}$$

$$N = \frac{7 \cdot 1,04}{31} = 0,23 \approx 1 \text{ шт}$$

Исходя из массы изделия и производительности тестоделителя, выбираем тестоделительную машину А2-ХТН. Из тестоделительной машины тестовые заготовки попадают в формы и отправляются на окончательную расстойку в универсальный агрегат Т1-ХР-2А-30.

$$N_p = \frac{205,71 \cdot 35}{60 \cdot 0,5 \cdot 15} = 16,46 \approx 17 \text{ шт}$$

2.4 Расчёт оборудования хлебохранилища и экспедиции

Упаковка хлебобулочных изделий обеспечивает защиту продукта от порчи и механических повреждений.

Основными функциями упаковки являются:

1. Защита от влияния внешней среды.
2. Хранение.

3. Надёжное транспортирование продукта.
4. Презентация товара.
5. Размещение информации.
6. Гарантия возврата в случае брака.
7. Возможность порционной реализации продукта.

Хлеб, который предполагается хранить более двух дней, обязательно должен быть упакован в полиэтиленовую или полипропиленовую пленку. Упаковка осуществляется в соответствии с ГОСТ 31752-2012 [24]. На предприятии упаковка осуществляется с помощью упаковочных автоматов. Упаковочный автомат – машина для автоматической расфасовки и упаковки товаров в пакеты или иную тару.

Производительность упаковочного автомата ($\frac{\text{кг}}{\text{ч}}$) определяется по формуле:

$$G = \frac{60 \cdot n_1 \cdot k_1 \cdot k_2}{n} \quad (2.18)$$

n_1 – число рабочих циклов упаковочной машины, $\frac{\text{шт}}{\text{мин}}$;

k_1 – коэффициент, учитывающий возвратные отходы (0,97);

k_2 – коэффициент использования машины (0,9);

n – количество изделий в 1 кг.

Количество упаковочных автоматов на линию (шт) определяется по формуле:

$$N = \frac{G_{\text{л}}}{G} \quad (2.19)$$

$G_{\text{л}}$ – производительность линии (печи), $\frac{\text{кг}}{\text{ч}}$;

G – производительность упаковочного автомата, $\frac{\text{кг}}{\text{ч}}$.

Рассчитаем производительность и количество упаковочных автоматов на технологическую линию производства.

$$G = \frac{60 \cdot 60 \cdot 0,97 \cdot 0,9}{2} = 1571,4 \frac{\text{кг}}{\text{ч}}$$

$$N = \frac{205,71}{1571,4} = 0,13 \approx 1 \text{ шт}$$

Принимаем один упаковочный автомат на технологическую линию.

Количество контейнеров для хранения изделий (шт) определяется по формуле:

$$N = \frac{P_{\text{ч}} \cdot t_{\text{хр}}}{N_{\text{л}} \cdot G_{\text{л}}} \quad (2.20)$$

$t_{\text{хр}}$ – время хранения хлеба на предприятии, ч;

$N_{\text{л}}$ – количество изделий в 1 контейнере, шт;

$G_{\text{л}}$ – количество изделий в 1 лотке, кг.

Общее количество контейнеров определяется по формуле:

$$N_{\text{общ}} = N + \frac{1}{3}N \quad (2.21)$$

Рассчитаем оборудование для хлебохранилища и экспедиции.

$$N = \frac{205,71 \cdot 10}{16 \cdot 10} = 12,86 \approx 13 \text{ шт}$$

$$N_{\text{общ}} = 13 + \frac{1}{3} \cdot 13 = 17,3 \approx 18 \text{ шт}$$

2.5 Расчёт оборудования для приёма, хранения и подготовки сырья к пуску в производство

Расход сырья в смену (кг) определяется по формуле:

$$G_{\text{см}} = G_{\text{час}} \cdot t_{\text{см}} \quad (2.22)$$

Расход сырья в сутки (кг) определяется по формуле:

$$G_{\text{сут}} = G_{\text{см}} \cdot n_{\text{см}} \quad (2.23)$$

Запас сырья (кг) определяется по формуле:

$$G_{\text{зап}} = G_{\text{сут}} \cdot n_{\text{сут}} \quad (2.24)$$

Часовой расход сырья приведён в таблице 2.7.

Таблица 2.5 – Часовой расход сырья

Наименование сырья	Часовой расход, кг
Мука пшеничная 1/с	154,01

Окончание таблицы 2.5

Наименование сырья	Часовой расход, кг
Соль	2,2
Дрожжи	1,2
Мука чечевичная	15,4
Сушёная морская капуста	6,1

Рассчитаем сменный расход сырья на основании часового расхода.

$$G_{\text{см.муки 1/с}} = G_{\text{час}} \cdot t_{\text{см}} = 154,01 \cdot 11,5 = 1771,12 \text{ кг}$$

$$G_{\text{см.соли}} = G_{\text{час}} \cdot t_{\text{см}} = 2,2 \cdot 11,5 = 25,3 \text{ кг}$$

$$G_{\text{см.дрожжей}} = G_{\text{час}} \cdot t_{\text{см}} = 1,2 \cdot 11,5 = 13,8 \text{ кг}$$

$$G_{\text{см.ч.м.}} = G_{\text{час}} \cdot t_{\text{см}} = 15,4 \cdot 11,5 = 177,1 \text{ кг}$$

$$G_{\text{см.м.к.}} = G_{\text{час}} \cdot t_{\text{см}} = 6,1 \cdot 11,5 = 70,15 \text{ кг}$$

Рассчитаем суточный расход сырья.

$$G_{\text{сут.муки 1/с}} = G_{\text{см}} \cdot n = 1771,12 \cdot 2 = 3542,24 \text{ кг}$$

$$G_{\text{сут.соль}} = G_{\text{см}} \cdot n = 25,3 \cdot 2 = 50,6 \text{ кг}$$

$$G_{\text{сут.дрожжи}} = G_{\text{см}} \cdot n = 13,8 \cdot 2 = 27,6 \text{ кг}$$

$$G_{\text{сут.ч.м.}} = G_{\text{см}} \cdot n = 177,1 \cdot 2 = 354,2 \text{ кг}$$

$$G_{\text{сут.м.к.}} = G_{\text{см}} \cdot n = 70,15 \cdot 2 = 140,3 \text{ кг}$$

Рассчитаем запас сырья.

$$G_{\text{зап.муки 1/с}} = 3542,24 \cdot 15 = 53133,6 \text{ кг}$$

$$G_{\text{зап.соль}} = 50,6 \cdot 15 = 759 \text{ кг}$$

$$G_{\text{зап.дрожжей}} = 27,6 \cdot 15 = 414 \text{ кг}$$

$$G_{\text{зап.ч.м.}} = 354,2 \cdot 15 = 5313 \text{ кг}$$

$$G_{\text{зап.м.к.}} = 140,3 \cdot 15 = 2104,5 \text{ кг}$$

Сведём полученные результаты в таблицу 2.8.

Таблица 2.6 – Сводная таблица по сменному, суточному расходу и запасу сырья

Наименование сырья	Расход сырья, кг		Запас сырья, кг
	в смену	в сутки	
Мука пшеничная 1/с	1771,12	3542,24	53133,6
Соль	25,3	50,6	759
Дрожжи	13,8	27,6	414
Мука чечевичная	177,1	354,2	5313
Сушёная морская капуста	70,15	140,3	2104,5

Количество ёмкостей для хранения муки (шт) определяется по формуле:

$$N = \frac{M_{\text{зап}}}{M_{\text{т.х.}}} \quad (2.25)$$

$M_{\text{зап}}$ – запас муки одного сорта, т;

$M_{\text{т.х.}}$ – вместимость ёмкости для хранения, т.

Количество просеивателей (шт) определяется по формуле:

$$N_{\text{пр}} = \frac{M_{\text{час}}}{F \cdot q} \quad (2.26)$$

$M_{\text{час}}$ – часовой расход муки одного сорта, $\frac{\text{т}}{\text{ч}}$;

F – рабочая поверхность сита просеивателя, м^2 ;

q – пропускная способность 1 м^2 сита, $\frac{\text{т}}{\text{ч}}$.

Необходимый объем производственных бункеров для хранения подготовленной муки (м^3) определяется по формуле:

$$V = \frac{M_{\text{смен}}}{\rho \cdot k} \quad (2.27)$$

$M_{\text{смен}}$ – сменный расход муки одного сорта, кг;

ρ – насыпная плотность муки, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$;

k – коэффициент использования ёмкости (0,8-0,85).

Необходимое количество производственных бункеров (шт) определяется по формуле:

$$N = \frac{V}{V_{\text{т.х.}}} \quad (2.28)$$

$V_{\text{т.х.}}$ – вместимость бункера, м³.

Необходимый объём ёмкости для разведения дрожжевой суспензии (л) определяется по формуле:

$$V = \frac{G_{\text{см}} \cdot k}{v} \quad (2.29)$$

$G_{\text{см}}$ – сменный расход дрожжей, кг;

k – коэффициент увеличения объёма ёмкости (1,2);

v – содержание дрожжей в 1 литре дрожжевой суспензии, $\frac{\text{кг}}{\text{л}}$.

Рассчитаем объемы и количество производственных ёмкостей.

$$N_{\text{пш}} = \frac{53,1}{32} = 1,7 \approx 2 \text{ шт}$$

$$N_{\text{чеч}} = \frac{5,3}{32} = 0,17 \approx 1 \text{ шт}$$

Принимаем 5 силосов марки ХЕ-162 вместимостью 32 тонны для хранения пшеничной и чечевичной муки (три для хранения муки, и по одному дополнительному).

$$V_{\text{пш}} = \frac{1771,12}{550 \cdot 0,8} = 4,03 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{чеч}} = \frac{177,1}{550 \cdot 0,8} = 0,4 \text{ м}^3$$

Для обоих сортов муки принимаем бункер М-111 вместимостью 20,5 м³.

$$N_{\text{пш}} = \frac{4,03}{20,5} = 0,2 \approx 1 \text{ шт}$$

$$N_{\text{чеч}} = \frac{0,4}{20,5} = 0,02 \approx 1 \text{ шт}$$

Общее количество производственных бункеров – 4 штуки (на каждый вид муки по одному для хранения и по одному запасному).

$$N_{\text{пр.пш}} = \frac{0,2}{1,5 \cdot 2} = 0,07 \approx 1 \text{ шт}$$

$$N_{\text{пр.чеч}} = \frac{0,02}{1,5 \cdot 2} = 0,01 \approx 1 \text{ шт}$$

Принимаем 2 просеивателя «Бурат» ПБ-1,5 (по одному на каждый вид муки).

$$V = \frac{13,8 \cdot 1,2}{0,2} = 82,8 \text{ л}$$

Исходя из полученного объёма, принимаем чан дрожжевой РЗ-ХЧД-315.

Солевой раствор готовится в специальной установке. Принимаем установку для хранения и приготовления солевого раствора ТИ-ХСУ.

Рассчитаем площадь склада для тарного хранения сырья.

Необходимая площадь склада для тарного хранения сырья (м^2) определяется по формуле:

$$S = \frac{G_{\text{зап}}}{q} \quad (2.30)$$

$G_{\text{зап}}$ – запас сырья, т;

q – нагрузка на 1 м^2 площади склада, т.

$$S_{\text{дрожжи}} = \frac{G_{\text{зап}}}{q} = \frac{0,414}{0,46} = 0,9 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{м.к.}} = \frac{G_{\text{зап}}}{q} = \frac{2,1}{0,67} = 3,13 \text{ м}^2$$

Общая площадь склада для тарного хранения сырья – $3,22 \text{ м}^2$.

2.6 Аппаратурно-технологическая схема производства

2.6.1 Аппаратурно-технологическая схема доставки, хранения и подготовки сырья

Технологическая схема производства любого вида хлеба и хлебобулочного изделия включает в себя последовательность отдельных технологических этапов и операций, выполнение которых позволяет получать изделия, отличающиеся

наилучшим качеством. Оборудование для хранения, подготовки сырья и производства хлебобулочных изделий подробно рассмотрено в учебнике В.М. Хромеенкова [11].

Первый этап производства охватывает прием, перемещение в складские помещения и емкости и последующее хранение всех видов сырья. Хранение и подготовка сырья к пуску в производство ведутся в соответствии с требованиями, предъявляемыми к каждому виду сырья. Всё, используемое в производстве сырья, соответствует требованиям ГОСТов [19-22].

Пшеничная мука первого сорта и чечевичная мука поступают на предприятие в автомуковозах. Мука из автомуковозов (1) по мукопроводам (2) поступает аэрозольным транспортом в силосы. Мука разных видов поступает в силосы ХЕ-162 (3). Затем по мукопроводам каждый вид муки направляется в просеиватель (для каждого вида отдельный) «Бурат» ПБ-1,5 (4). Далее оба вида муки, подготовленные к пуску в производство, по мукопроводам поступают в бункеры (каждый вид в отдельном бункере) для муки М-111 (5).

Соль поваренная поступает на предприятие на самосвалах. Самосвал (6) выгружает соль в установку для хранения и приготовления очищенного солевого раствора Т1-ХСУ (7). Подготовленный солевой раствор перекачивается в сборники (8).

Дрожжи хлебопекарные прессованные поступают на предприятие в виде брусков по 500 и 1000 г, упакованных в ящики. Дрожжи укладывают на стеллажи или поддоны при температуре от 0 до +4°С в складском помещении. Склад для хранения дрожжей должен быть сухим, чистым, вентилируемым. Дрожжи разводят в чане дрожжевом РЗ-ХЧД (9); после этого они готовы к пуску в производство.

Сушёная морская капуста поступает на предприятие в мешках, вакуумной упаковке, коробах или бумажных пакетах. Перед пуском в производство водоросли предварительно измельчают на мельнице (10), просеивают через просеиватель П-2П (11) и переносят в бункер (12).

Вода на предприятие подается из городского питьевого водопровода. Хранится в специальных бачках (13), в которых создается оперативный запас холодной воды; горячая вода поступает из котельной предприятия. Запас холодной воды должен обеспечивать бесперебойную работу предприятия в течение 8 часов, запас горячей воды – 5-6 часов. Воду перед использованием охлаждают или нагревают до нужной температуры. Температура сначала рассчитывается, а затем уточняется экспериментальным путем. Температура воды не должна превышать 45 – 50 °С.

2.6.2 Аппаратурно-технологическая схема производства хлеба с комплексной растительной добавкой

Производство хлеба пшеничного с добавлением чечевичной муки и сушёной морской капусты начинается с приготовления теста из всего сырья, указанного в рецептуре. Время брожения теста составляет 90 минут. Замес теста производят в тестомесильной машине марки А2-ХГ-2Б (14) в подкатной деже Т1-ХТ2Д (14). Время замеса теста из пшеничной муки составляет 8 минут. Подкатную дежу Т1-ХТ2Д перемещают к дежеподъемоопрокидывателю А2-ХП2Д-2 (16). С его помощью тесто поступает в тестоделительную машину А2-ХТН (17), где делится на куски массой 0,5 кг. Затем тестовые заготовки перекалываются в формы и поступают в расстойно-печной агрегат для окончательной расстойки Ш2-ХПА-10 (18), где находятся в течение 35 минут. В расстойном агрегате поддерживаются следующие параметры: $t=35-38$ °С, $\phi=75-80$ %. После расстойки тестовые заготовки поступают в печь Ш2-ХПА-10 (19), где выпекаются в течение 35 минут. Параметры воздуха в печи: $t=200-220$ °С, $\phi=80-85$ %. После выпечки готовые изделия перемещаются на циркуляционный стол (20), откуда перекалываются на вагонетку (21), направляются к упаковочной машине (22), а оттуда укладываются в лотки (23) и отправляются на хранение.

Таким образом, нами было охарактеризовано основное и дополнительное сырьё, используемое для производства хлеба с обогатительной добавкой. Кроме того, мы рассчитали ведущее оборудование технологического цикла (хлебопекарная печь), а также параметры, по которым подбирается оборудование для технологической линии, составили производственную рецептуру на вырабатываемое изделие. На основании проведённых расчётов мы подобрали оборудование и составили, таким образом, технологическую линию.

Глава 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Цель и задачи проведения исследований

В связи с тем, что в процессе работы нами был создан новый продукт, необходимо исследовать его с точки зрения соответствия органолептическим и физико-химическим показателям, указанным в нормативных документах, а также определить его пищевую ценность. Совокупность полученных данных поможет определить, достигли ли мы поставленной цели. Кроме того, данные о пищевой ценности помогут составить рекомендации по употреблению продукта.

Объектами исследования являются хлеб из пшеничной муки первого сорта без обогатительных добавок, хлеб из пшеничной муки первого сорта с добавлением чечевичной муки и хлеб из пшеничной муки первого сорта с комплексной обогатительной добавкой из чечевичной муки и сушёной морской капусты.

Предметом исследования является пищевая ценность обогащенного хлеба.

Целью проведения исследований является разработка технологии производства хлеба пшеничного из муки первого сорта с добавлением чечевичной муки и сушёной морской капусты.

Задачами проведения исследования являются:

1. Изучение органолептических и физико-химических свойств исследуемого продукта.
2. Расчёт пищевой ценности исследуемого продукта.
3. Обоснование целесообразности применения выбранных обогатительных добавок в хлебопекарной промышленности.

Для достижения поставленных задач были выбраны методы исследования органолептических и физико-химических свойств обогащенного хлеба, а также методы определения его пищевой ценности.

3.2 Характеристика объектов исследования и показателей качества

Все исследуемые образцы готовились безопасным способом. Пробная

лабораторная выпечка хлеба массой 500 г проводилась при температуре 200 °С. Сначала были выпечены контрольный образец и три образца с разной концентрацией чечевичной муки (5 %, 10 %, 15 % к массе муки). На основании органолептических и физико-химических показателей был выбран лучший образец (10 % чечевичной муки). Затем выбранный образец стал контрольным, и были выпечены три изделия с 10 % чечевичной муки и различной концентрацией сушёной морской капусты: 3,2 %, 3,6 % и 4 % к массе пшеничной муки. Количество вносимой чечевичной муки было выбрано на основании патентной разработки [47] и суточной потребности в белке, а количество сушёной морской капусты – исходя из суточной потребности человека в йоде. Сушёная морская капуста была измельчена и вносилась в виде порошка. Фотографии контрольных образцов (№1, №3 и №6) представлены в приложении А.

Объектами исследования являлись следующие образцы:

1. Контрольный образец (без внесения каких-либо обогатительных добавок).
2. Образец с добавлением 5 % чечевичной муки.
3. Образец с добавлением 10 % чечевичной муки.
4. Образец с добавлением 15 % чечевичной муки.

Характеристики каждого из образцов приведены ниже.

Образец № 1 – контрольный образец. Хлеб формовой, с несколько выпуклой верхней коркой, без боковых выплывов, без крупных трещин и подрывов, с ориентировочными размерами: длина – 235 ± 1 мм, ширина – 115 ± 1 мм. Наружная поверхность гладкая, с легким глянцем, белесого цвета. Состояние мякиша: пропечённый, не влажный на ощупь, эластичный, после лёгкого надавливания пальцами принимает первоначальную форму, без комочков и следов непромеса, пористость развитая, без пустот и уплотнений. Вкус и запах свойственные данному виду изделий, без постороннего привкуса и запаха.

Образец № 2 – хлеб с добавлением 5 % чечевичной муки. Хлеб формовой, с несколько выпуклой верхней коркой, без боковых выплывов, без крупных трещин и подрывов, с ориентировочными размерами: длина – 235 ± 1 мм, ширина – 115 ± 1

мм. Наружная поверхность гладкая, с лёгким глянцем, светло-коричневого цвета. Состояние мякиша: пропечённый, не влажный на ощупь, эластичный, после лёгкого надавливания пальцами принимает первоначальную форму, без комочков и следов непромеса, пористость развитая, без пустот и уплотнений. Имеется лёгкий бобовый запах и привкус.

Образец № 3 – хлеб с добавлением 10 % чечевичной муки. Хлеб формовой, с несколько выпуклой верхней коркой, без боковых выплывов, с подрывом, с ориентировочными размерами: длина – 235 ± 1 мм, ширина – 115 ± 1 мм. Наружная поверхность гладкая, с лёгким глянцем, светло-коричневого цвета. Состояние мякиша: пропечённый, не влажный на ощупь, эластичный, после лёгкого надавливания пальцами принимает первоначальную форму, без комочков и следов непромеса, пористость развитая, без пустот и уплотнений. Имеется выраженный бобовый запах и привкус.

Образец № 4 – хлеб с добавлением 15 % чечевичной муки. Хлеб формовой, с несколько выпуклой верхней коркой, без боковых выплывов, с несколькими крупными трещинами, без подрывов, с ориентировочными размерами: длина – 235 ± 1 мм, ширина – 115 ± 1 мм. Наружная поверхность гладкая, с лёгким глянцем, тёмно-коричневого цвета. Состояние мякиша: пропечённый, чуть влажный на ощупь, эластичный, после лёгкого надавливания пальцами принимает первоначальную форму, без комочков и следов непромеса, пористость развитая, без пустот и уплотнений. Имеется ярко выраженный бобовый запах и привкус.

На основании полученных значений органолептических и физико-химических показателей (п. 3.4) был выбран образец с оптимальной дозировкой чечевичной муки – образец № 3.

Следующими объектами исследования стали образцы:

Образец № 3 – хлеб с добавлением 10 % чечевичной муки (контрольный);

Образец № 5 – хлеб с добавлением 10 % чечевичной муки и 3,2 % сушёной морской капусты. Хлеб формовой, с несколько выпуклой верхней коркой, без боковых выплывов, без крупных трещин и подрывов, с ориентировочными

размерами: длина – 235 ± 1 мм, ширина – 115 ± 1 мм. Наружная поверхность гладкая, с лёгким глянцем, светло-коричневого цвета. Состояние мякиша: пропечённый, не влажный на ощупь, эластичный, после лёгкого надавливания пальцами принимает первоначальную форму, без комочков и следов непромеса, пористость развитая, без пустот и уплотнений, на разрезе видны небольшие крупинцы порошка из сушёной морской капусты. Имеется слабо выраженный йодистый запах и привкус.

Образец № 6 – хлеб с добавлением 10 % чечевичной муки и 3,6 % сушёной морской капусты. Хлеб формовой, с несколько выпуклой верхней коркой, без боковых выплывов, без крупных трещин, есть небольшой подрыв, с ориентировочными размерами: длина – 235 ± 1 мм, ширина – 115 ± 1 мм. Наружная поверхность гладкая, с лёгким глянцем, светло-коричневого цвета. Состояние мякиша: пропечённый, не влажный на ощупь, эластичный, после лёгкого надавливания пальцами принимает первоначальную форму, без комочков и следов непромеса, пористость развитая, без пустот и уплотнений, на разрезе видны небольшие крупинцы порошка из сушёной морской капусты. Имеется выраженный йодистый запах и привкус.

Образец № 7 – хлеб с добавлением 10 % чечевичной муки и 3,6 % сушёной морской капусты. Хлеб формовой, с несколько выпуклой верхней коркой, без боковых выплывов, без крупных трещин и подрывов, с ориентировочными размерами: длина – 235 ± 1 мм, ширина – 115 ± 1 мм. Наружная поверхность гладкая, с лёгким глянцем, светло-коричневого цвета. Состояние мякиша: пропечённый, не влажный на ощупь, эластичный, после лёгкого надавливания пальцами принимает первоначальную форму, без комочков и следов непромеса, пористость развитая, без пустот и уплотнений, на разрезе видны небольшие крупинцы порошка из сушёной морской капусты. Имеется ярко выраженный йодистый запах и привкус.

На основании полученных значений органолептических и физико-химических показателей (см. п. 3.4) был выбран образец с оптимальной дозировкой

чечевичной муки и сушёной морской капусты – образец № 6. Таким образом, образцом с оптимальной концентрацией комплексной обогатительной добавки является образец № 6.

3.3 Характеристика методов исследования

Методы определения органолептических и физико-химических показателей качества приведены в соответствующих ГОСТах.

Сначала проводится органолептическая оценка качества исследуемого продукта по ГОСТ 5667-65 «Хлеб и хлебобулочные изделия» [23].

В таблице 3.1 приведена 100-балльная шкала оценки показателей качества формовых хлебобулочных изделий.

Таблица 3.1 – Шкала балльной оценки показателей качества формовых хлебобулочных изделий

Показатели	Баллы	Хлеб формовой из пшеничной муки
Форма	5	Симметричная с заметно выпуклой верхней коркой
	4	Достаточно симметричная относительно верхней корки
	3	Недостаточно выраженная выпуклость верхней корки, немного несимметричная относительно верхней корки
	2	Плоская верхняя корка
	1	Вогнутая верхняя корка
Цвет корки	5	От золотистого до светло-коричневого, равномерный
	4	Светло-золотистый или коричневый, достаточно равномерный

Продолжение таблицы 3.1

Показатели	Баллы	Хлеб формовой из пшеничной муки
Цвет корки	3	Желтый или интенсивно тёмно-коричневый, недостаточно равномерный
	2	Светло-жёлтый или от жёлтого до коричневого, сильно неравномерный
	1	Бледный или горелый
Поверхность	5	Гладкая, без трещин и подрывов, глянцевая
	4	Достаточно гладкая, едва заметные подрывы и трещины, глянцевая
	3	Слегка пузырчатая, шероховатая, заметные, но некрупные трещины и подрывы, слабый глянец
	2	Пузырчатая, бугристая, крупные трещины и подрывы, матовая поверхность
	1	Разорванная корка
Состояние мякиша	5	Очень мягкий, нежный, эластичный
	4	Мягкий, эластичный
	3	Удовлетворительно мягкий, эластичный
	2	Заметно уплотнённый, заминающийся, крошащийся
	1	Сильно заминающийся, влажный, липки
Пористость	5	Хорошо развитая, равномерная, поры мелкие и тонкостенные
	4	Достаточно развитая и равномерная, поры мелкие и средние, тонкостенные
	3	Удовлетворительно развитая, поры различной величины, средней толщины, распределены неравномерно

Окончание таблицы 3.1

Показатели	Баллы	Хлеб формовой из пшеничной муки
Пористость	2	Поры мелкие, недоразвитые или крупные толстостенные, разрыв мякиша, отслоение от корки
	1	Оторванный от верхней корки и осевший мякиш, наличие закала, плотный мякиш, наличие следов непромеса
Запах	5	Интенсивно выраженный, характерный
	4	Выраженный, характерный
	3	Слабовыраженный, характерный
	2	Невыраженный, слегка посторонний
	1	Кислый, посторонний, неприятный
Вкус	5	Интенсивно выраженный, характерный
	4	Выраженный характерный
	3	Слабовыраженный, характерный
	2	Пресноватый, слегка кислый, слегка тестовый
	1	Совершенно пресный, резко кислый, пересоленный, посторонний, неприятный, хруст на зубах

В таблице 3.2 приведена таблица оценки качества хлебобулочных изделий по 100-балльной шкале.

Таблица 3.2 – Оценка качества хлебобулочных изделий по 100-балльной системе

Показатели качества	Оценки, балл	Хлеб формовой	
		Коэффициент весомости	Оценка с учётом коэффициента весомости
Форма	1–5	2	2–10

Окончание таблицы 3.2

Показатели качества	Оценки, балл	Хлеб формовой	
		Коэффициент весомости	Оценка с учётом коэффициента весомости
Цвет корки	1–5	2	2–10
Поверхность	1–5	2	2–10
Состояние мякиша	1–5	5	5–25
Пористость	1–5	3	3–15
Запах	1–5	3	3–15
Вкус	1–5	3	3–15

Определим следующую градацию качества: отлично – 100–95 баллов, хорошо – 95–85 баллов, удовлетворительно – 85 и менее баллов.

Вкус определяют следующим образом: от изделия отрезают ломтик толщиной 6–8 мм. От корок (верхней, нижней и боковой) и мякиша откусывают пробу в 1–2 грамма, разжевывают её и держат во рту в течение 3–5 секунд. Вкус образца сравнивается с описанием, указанным в стандарте. При разжевывании обращают внимание на наличие или отсутствие хруста на зубах.

Запах определяют путём 2-разового глубокого вдыхания воздуха с поверхности сначала целого, а затем разрезанного изделия.

Внешний вид хлебобулочного изделия (цвет, форма, вид в разрезе, поверхность изделия, состояние мякиша) определяют внешним осмотром. Определяют форму, окраску корки, наличие или отсутствие трещин на поверхности. Пропечённость определяется прикосновением кончиками пальцев к поверхности мякиша в центре изделия. Промес и пористость устанавливаются путём осмотра поверхности и сравнением с описанием в стандарте. Эластичность мякиша определяют надавливанием на него: наблюдают, насколько быстро и до какой степени он примет первоначальное состояние. Свежесть хлебобулочных

изделий определяется по сухости поверхности корки, состоянию мякиша, запаху и вкусу. У свежих изделий корка сухая, ровная, не потрескавшаяся; мякиш однотонный, эластичный, мягкий; вкус и запах хорошо выраженные. У черствых изделий корка жёсткая, поверхность морщинистая; мякиш грубый, слой, прилегающий к корке, более тёмный по сравнению с остальным мякишем; запах и вкус соответствуют черствым изделиям.

Далее проводится определение физико-химических показателей качества хлебобулочных изделий.

Влажность определяется согласно ГОСТ 21094-75 «Хлеб и хлебобулочные изделия. Метод определения влажности» [25]. Метод основан на извлечении влаги путём воздействия температуры с последующим косвенным определением.

Определение кислотности проводится по ГОСТ 5670-96 «Хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности» [26]. Метод основан на извлечении кислот из продукта и титровании их раствором щёлочи.

Определение пористости проводится по ГОСТ 5669-96 «Хлебобулочные изделия. Метод определения пористости» [27]. Метод основан на том, что беспористая масса хлеба имеет приблизительно постоянную плотность. Зная объём, массу куска хлебного мякиша и плотность беспористой массы, можно рассчитать объём, занимаемый порами.

Определение упругости с помощью структурометра. Структурометр предназначен для определения общей пластической деформации, адгезионного напряжения, предела прочности, модуля упругости, вязкости, пористости и т.д. Проведение анализа: подготовленный кусок хлеба укладывают на столик прибора под телом пенетрации, регулируют положение столика. Затем задают нужный режим работы и нажимают кнопку «СТАРТ». Прибор производит определение упругой деформации и строит график. За результат измерения принимается среднее арифметическое трёх измерений для куска хлеба, полученного из батанообразного изделия, и пяти измерений для куска хлеба, полученного из формового изделия.

Расчёт пищевой ценности хлеба с комплексной добавкой из чечевичной муки и сушёной морской капусты. Чечевичная мука кроме достаточно большого количества белка содержит в своём составе витамины В, Е, РР, калий, железо, натрий, кальций, селен. В сушёной морской капусте содержится много йода, натрий, железо, все витамины группы В, витамины Е, С и D, энтеросорбенты, пищевые волокна, жирные кислоты, белки. Расчёт содержания белков, жиров, углеводов и пищевых волокон производим на основе справочных таблиц содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов И.М. Скурихина [10], а расчёт содержания витаминов, микро- и макроэлементов – на основании методических рекомендаций [28].

Содержание микронутриентов в 100 г готового изделия (мг) определяется по формуле:

$$X = \frac{a \cdot D \cdot 100}{B} \quad (3.5)$$

a – содержание микронутриента в 1 кг пищевой добавки, г;

D – дозировка пищевой добавки к массе муки, %;

B – выход готовых хлебобулочных изделий, %.

3.4 Результаты исследования и их анализ

Основываясь на результатах проведённых исследований, мы можем сделать вывод о том, достигнуты ли поставленные нами цели и задачи. Кроме того, мы можем разработать рекомендации по употреблению созданного нами продукта, опираясь на суточную потребность человека в тех или иных микронутриентах и содержание их в нашем продукте.

В процессе исследований были определены органолептические и физико-химические показатели всех подготовленных образцов, рассчитана их пищевая ценность.

Органолептическая оценка качества контрольного образца и образцов с различной концентрацией чечевичной муки представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Органолептическая оценка качества контрольного образца и образцов с различной концентрацией чечевичной муки по 100-балльной системе

Показатели качества	Оценки, балл			
	Контроль	5 %	10 %	15 %
Форма	10	8	8	10
Цвет корки	10	8	10	8
Поверхность	8	8	6	8
Состояние мякиша	20	20	25	20
Пористость	15	15	15	15
Аромат	15	15	15	15
Вкус	15	15	15	15
Суммарная оценка	93	89	94	91

Градация образцов по качеству представлена в приложении Б.

Физико-химическая оценка качества контрольного образца и образцов с различной концентрацией чечевичной муки представлена в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Физико-химическая оценка качества контрольного образца и образцов с различной концентрацией чечевичной муки

Показатели качества	Наименование образца			
	Контроль	5 %	10 %	15 %
Влажность, %	36,55	40	40	38,15
Кислотность, град	1,5	2,2	2,5	1,7
Пористость, %	60,4	56,6	56,6	47,2

В 100 граммах муки пшеничной первого сорта содержится 11 г белка. В 100 граммах чечевичной муки содержится 24,1 г белка. Суточная потребность в белке – 75 г. Суммарное содержание белка в контрольном образце и в образцах с различной концентрацией чечевичной муки представлено в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Содержание белка в контрольном образце и в образцах с различной концентрацией чечевичной муки

Содержание белка, г	Наименование образца			
	Контроль	5 %	10 %	15 %
	55	58,28	61,55	64,83

Таким образом, контрольный образец удовлетворяет суточную потребность в белке на 73,3 %, образец с 5 % чечевичной муки – на 77,7 %, образец с 10 % чечевичной муки – на 82,1 %, образец с 15 % чечевичной муки – на 86,44 %.

На основании полученных результатов для дальнейшего обогащения был выбран образец с 10 % чечевичной муки. По содержанию белка он превосходит контрольный образец, по своим физико-химическим свойствам несколько уступает ему. Решающим фактором явилась органолептическая оценка, поскольку хлеб не должен иметь ярко выраженного привкуса бобовых культур, слишком тёмный мякиш. Выбранный образец стал контрольным по отношению к изделиям с добавкой из сушёной морской капусты.

Далее были исследованы органолептические и физико-химические свойства изделий с 10 % чечевичной муки и различной концентрацией сушёной морской капусты. Органолептическая оценка приведена в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Органолептическая оценка качества контрольного образца и образцов с различной концентрацией сушёной морской капусты по 100-балльной шкале.

Показатели качества	Оценки, балл			
	Контроль	3,2 %	3,6 %	4 %
Форма	8	8	8	8
Цвет корки	10	8	10	10
Поверхность	6	8	8	8
Состояние мякиша	25	20	20	15

Окончание таблицы 3.6

Показатели качества	Оценки, балл			
	Контроль	3,2 %	3,6 %	4 %
Аромат	15	15	15	15
Вкус	15	15	15	15
Суммарная оценка	94	89	91	86

Градации образцов по качеству представлена в приложении В.

Физико-химическая оценка качества контрольного образца и образцов с различной концентрацией сушёной морской капусты приведена в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Физико-химическая оценка качества контрольного образца и образцов с различной концентрацией сушёной морской капусты

Показатели качества	Наименование образца			
	Контроль	3,2 %	3,6 %	4 %
Влажность, %	40	42,1	39,3	40,92
Кислотность, град	2,5	2	2,1	1,6
Пористость, %	56,6	63,4	65,6	63

Динамика изменения упругости образцов с добавкой из сушёной морской капусты приведена в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Динамика изменения упругости образцов с добавкой из сушёной морской капусты

Содержание добавки	Общая деформация, мм	Пластичная деформация, мм	Упругая деформация, мм
3,2 %	4,641±0,4	1,700±0,1	2,941±0,3
3,6 %	3,889±0,6	1,219±0,2	2,670±0,3

Окончание таблицы 3.8

4 %	6,461±0,4	2,902±0,1	3,559±0,2
-----	-----------	-----------	-----------

Графики с динамикой изменения упругости образцов с различной концентрацией сушёной морской капусты приведены в приложении Г.

Основной целью добавления сушёной морской капусты является обогащение хлеба йодом, поэтому в первую очередь рассчитаем содержание йода в образцах с различной концентрацией сушёной морской капусты. Суточная потребность человека в йоде составляет в среднем 150–200 мкг. Содержание йода в морской капусте колеблется на уровне 1500 мкг на 100 г продукта. Содержание йода в контрольном образце и в образцах с различной концентрацией сушёной морской капусты приведено в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Содержание йода в контрольном образце и в образцах с различной концентрацией сушёной морской капусты

Содержание йода, мкг	Наименование образца			
	Контроль	3,2 %	3,6 %	4 %
	11	59	65	71

Таким образом, контрольный образец удовлетворяет суточную потребность человека в йоде на 7,3 %, образец с 3,2 % сушёной морской капусты – на 39,3 %, образец с 3,6 % сушёной морской капусты – на 43,3 %, образец с 4 % сушёной морской капусты – на 47,3 %.

По физико-химическим показателям наилучшим является образец с дозировкой сушёной морской капусты в количестве 3,6 %. Содержание йода в этом образце позволяет покрыть суточную потребность в этом микроэлементе на 43,3 %, что позволяет говорить об обогащении хлеба йодом. Как и в случае с чечевичной мукой, решающими являются органолептические показатели качества. Хлеб с 4 % сушёной морской капусты имеет сильно выраженный вкус и

запах водорослей, что может смущать некоторых потребителей.

Условно микронутриенты в исследуемом продукте можно разделить на 2 группы: входящие в состав основных рецептурных компонентов (мука и соль) и внесённые с обогатительной добавкой. Расчётное содержание микронутриентов обеих групп в 100 г изделия представлены в таблицах 3.10–3.13.

Таблица 3.10 – Пищевая ценность 100 г хлеба из пшеничной муки первого сорта, обогащенного чечевичной мукой и порошком из сушёной морской капусты

Нутриент	Содержание нутриента в основных рецептурных компонентах	Содержание нутриента в обогатительной добавке
Белки, г	11,1	31,6
Жиры, г	1,5	2,66
Углеводы, г	67,8	81
Пищевые волокна, г	4,9	8,7

Можно заметить, что по содержанию белков, жиров, углеводов и пищевых волокон обогатительная добавка превосходит рецептурные компоненты. Самая значительная разница наблюдается в содержании белка (почти в 3 раза), что позволяет использовать добавку для обогащения изделий белком. Кроме того, наблюдается рост содержания пищевых волокон, играющих немаловажную роль в нормальной работе желудочно-кишечного тракта, а также выполняющих роль сорбента.

Таблица 3.11 – Содержание витаминов в 100 г хлеба из пшеничной муки, обогащенного чечевичной мукой и сушёной морской капустой

Витамин	Содержание витамина в основных рецептурных компонентах	Содержание витамина в обогатительной добавке
Витамин В ₁ , мг	0,18	0,046
Витамин В ₂ , мг	0,057	0,028
Витамин В ₄ , мг	54,1	–
Витамин В ₅ , мг	0,36	–
Витамин В ₆ , мг	0,16	0,004
Витамин С, мг	–	0,45
Витамин Е, мг	1,28	–
Витамин РР, мг	3,06	0,25

Исходя из табличных данных, можно заметить, что количество витаминов, содержащееся в добавке, не позволяет обогатить хлебобулочное изделие, но суммарное количество витаминов в изделии будет достаточным для частичного удовлетворения суточной потребности.

Таблица 3.12 - Содержание макроэлементов в 100 г хлеба из пшеничной муки, обогащенного чечевичной мукой и сушёной морской капустой

Макроэлемент	Содержание макроэлемента в основных рецептурных компонентах	Содержание макроэлемента в обогатительной добавке
Калий, мг	13,27	268,16
Кальций, мг	20,93	15,19
Магний, мг	31,52	44,15
Натрий, мг	408,57	124,26
Фосфор, мг	82,58	34,35
Хлор, мг	642,7	5,62

Исходя из табличных данных, можно отметить, что при использовании комплексной обогатительной добавки будет наблюдаться значительный рост содержания калия, магния и натрия. В связи с этим можно будет рекомендовать этот продукт для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний.

Таблица 3.13 - Содержание микроэлементов в 100 г хлеба из пшеничной муки, обогащенного чечевичной мукой и сушёной морской капустой

Микроэлементы	Содержание микроэлемента в основных рецептурных компонентах	Содержание микроэлемента в обогатительной добавке
Железо, мг	1,52	4,77
Йод, мкг	–	40,7

Окончание таблицы 3.13

Микроэлементы	Содержание микроэлемента в основных рецептурных компонентах	Содержание микроэлемента в обогатительной добавке
Селен, мкг	4,27	–
Цинк, мкг	724,64	–

Исходя из табличных данных, можно отметить, что применение комплексной обогатительной добавки позволит значительно увеличить содержание железа в хлебе. Следует отметить, что благодаря использованию сушёной морской капусты продукт обогащается йодом, и, следовательно, может быть использован для профилактики йододефицита.

Далее приведём данные о суточной потребности человека в указанных выше нутриентах. Кроме того, рассчитаем процентное содержание нутриентов в обычном хлебе и хлебе с обогатительной добавкой. Для удобства и наглядности сведём данные в таблицы 3.14–3.17.

Таблица 3.14 – Сводная таблица пищевой ценности обычного хлеба и хлеба с обогатительной добавкой с указанием суточной потребности человека в нутриентах

Нутриент	Содержание нутриента в 100 г обычного хлеба	Содержание нутриента в 100 г обогащённого хлеба	Суточная потребность человека в нутриенте	Удовлетворение суточной потребности в нутриенте, %	
				100-200 г обычного хлеба	100-200 г обогащённого хлеба
Белки, г	11,1	42,7	90-110	11,1–22,2	42,7–85,4

Окончание таблицы 3.14

Нутриент	Содержание нутриента в 100 г обычного хлеба	Содержание нутриента в 100 г обогащённого хлеба	Суточная потребность человека в нутриенте	Удовлетворение суточной потребности в нутриенте, %	
				100-200 г обычного хлеба	100-200 г обогащённого хлеба
Жиры, г	1,5	4,16	70-150	1,5–3	4,16–8,32
Углеводы, г	67,8	148,8	350-500	16,9–33,8	37,2–74,4
Пищевые волокна, г	4,9	13,6	25-30	19,6–39,2	54,4–108,8

Исходя из табличных данных, можно отметить, что при употреблении 100–200 г обогащенного хлеба суточная потребность в белке удовлетворяется в среднем на 50–60 %, что почти в четыре раза больше, чем при употреблении обычного хлеба. Кроме того, обогащённый хлеб содержит в своём составе достаточное количество пищевых волокон для удовлетворения суточной потребности в этом нутриенте.

Таблица 3.15 - Сводная таблица содержания витаминов в обычном хлебе и хлебе с обогатительной добавкой с указанием суточной потребности человека в витаминах

Витамин	Содержание витамина в 100 г обычного хлеба	Содержание витамина в 100 г обогащённого хлеба	Суточная потребность человека в витамине	Удовлетворение суточной потребности в витамине, %	
				100-200 г обычного хлеба	100-200 г обогащённого хлеба
Витамин В ₁ , мг	0,18	0,226	1,5–2	10,6–21,2	13,3–26,6
Витамин В ₂ , мг	0,057	0,085	1,8–2	3–6	4,5–9
Витамин В ₄ , мг	54,1	54,1	200–500	15,5–31	
Витамин В ₅ , мг	0,36	0,36	5	7,2–14,4	
Витамин В ₆ , мг	0,16	0,164	2-3	6,4–12,8	6,56–13,12
Витамин С, мг	–	0,45	30–60	–	1–2
Витамин Е, мг	1,28	1,28	3–15	12,8–25,6	
Витамин РР, мг	3,06	3,31	20	15,3–30,6	16,55–33,1

Полученные данные свидетельствуют о том, что применение комплексной

добавки не оказывает существенного влияния на содержание витаминов в хлебе, а только немного повышает их количество и позволяет привести в химический состав хлеба витамины А и С. Таким образом, добавка не может быть использована для обогащения хлеба витаминами.

Таблица 3.16 - Сводная таблица содержания макроэлементов в обычном хлебе и хлебе с обогатительной добавкой с указанием суточной потребности человека в витаминах

Макроэлемент	Содержание макроэлемента в 100 г обычного хлеба	Содержание макроэлемента в 100 г обогащённого хлеба	Суточная потребность человека в макроэлементе	Удовлетворение суточной потребности в макроэлементе, %	
				100-200 г обычного хлеба	100-200 г обогащённого хлеба
Калий, мг	13,27	281,43	1000–2500	0,66–1,32	14,07–28,14
Кальций, мг	20,93	36,12	500–1200	2,33–4,66	4,1–8,02
Магний, мг	31,52	75,67	200–500	9–18	21,62–43,24
Натрий, мг	408,57	532,83	1300–1600	28,2–56,4	36,7–73,4
Фосфор, мг	82,58	116,93	550–1400	8,3–16,6	11,7–23,4
Хлор, мг	642,7	648,32	2000–2500	28,6–57,2	28,8–57,6

Исходя из табличных данных, можно сделать вывод о том, что применение комплексной добавки позволяет обогатить хлеб калием и магнием (содержание калия в обогащённом хлебе выросло примерно в 20 раз, а магния – в 2–3 раза), что делает его продуктом, подходящим для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний. Данный продукт может рассматриваться как функциональный и

использоваться в геронтодиетологии.

Таблица 3.17 - Сводная таблица содержания микроэлементов в обычном хлебе и хлебе с обогатительной добавкой с указанием суточной потребности человека в витаминах

Микроэлемент	Содержание микроэлемента в 100 г обычного хлеба	Содержание микроэлемента в 100 г обогащённого хлеба	Суточная потребность человека в микроэlemente	Удовлетворение суточной потребности в микроэlemente, %	
				100-200 г обычного хлеба	100-200 г обогащённого хлеба
Железо, мг	1,52	6,29	10 (м), 18 (ж)	15,2–30,4 8,4–16,8	62,9–125,8 34,9–69,8
Йод, мкг	–	40,7	130–200	–	27,1–54,2
Селен, мкг	4,27	4,27	30–75	8,54–17,8	
Цинк, мкг	724,64	724,64	12–15 (мг)	5,56–11,12	

Полученные данные свидетельствуют о том, что до внесения обогатительной добавки содержание железа колебалось на уровне 15 %, а после использования добавки это значение выросло в 4–5 раз. Обычный хлеб из пшеничной муки не содержал йода, тогда как после внесения обогатительной добавки содержание йода в хлебе позволяет удовлетворить суточную потребность в нём на 30–50 %.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что хлеб с комплексной добавкой богат белком, калием, магнием, йодом и железом. Такой хлеб может быть включен в рацион людей пожилого возраста для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний и таким образом использоваться в геронтодиетологии. Кроме того, хлеб, обогащённый железом, стоит включать в рацион женщин и

детей; мужчинам следует употреблять его с осторожностью, так их суточная потребность в этом микроэлементе гораздо ниже. За счёт высокого содержания йода обогащённый хлеб может применяться для профилактики йододефицита.

Глава 4. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

4.1 Обеспечение условий безопасности труда на производстве

Обеспечение условий безопасности труда проводится путём устранения или уменьшения вредных и опасных факторов рабочей среды и технологических процессов в источнике возникновения или на пути распространения, повышения приспособляемости работников в процессе обучения основам безопасности. Основные принципы обеспечения безопасности жизнедеятельности представлены в пособии В.Г. Зеленкина [5].

Схема обеспечения безопасности жизнедеятельности представлена в приложении Д.

Снижение опасности на производстве достигается путём выполнения следующих принципов:

1. Уменьшение опасности в источнике возникновения (строгое соблюдение нормативных требований при проектировании, строительстве и планово-предупредительном ремонте (ППР)).

2. Уменьшение опасности на путях распространения (использование средств коллективной защиты, увеличение расстояния, уменьшение времени воздействия и экранирование).

3. Повышение приспособляемости человека (обучение, использование средств индивидуальной защиты).

Рассмотрим каждый принцип применительно к опасностям, возникающим на хлебопекарных предприятиях.

Уменьшение опасности в источнике возникновения. Этот принцип обеспечивается соблюдением нормативных требований при конструировании различного оборудования и своевременном проведении ППР по восстановлению защитных мер. На хлебопекарном предприятии имеется большое количество разнообразных машин и агрегатов. Потенциально, каждая из них может являться источником опасности. В связи с этим принцип уменьшения опасности в

источнике возникновения включает в себя:

1. Снижение риска за счёт конструкции (исключение острых и выступающих частей, ограничение шума и вибрации, выбор формы и расположения составных частей);

2. Учёт конструкторских аспектов и данных о свойствах материала (ограничение нагрузок путём исключения перегрузок и проведения соответствующих расчётов, устранение усталости);

3. Соблюдение требований эргономики;

4. Использование методов повышенной безопасности энергопитания (применение невозгораемых жидкостей, применение низкого напряжения).

Уменьшение опасности на пути распространения. Некоторые из машин и агрегатов, установленных на предприятиях хлебопекарной промышленности, являются источниками повышенной опасности (резательные машины, транспортеры, месильные машины и т.д.). Большинство из них находится на пути следования работника или в непосредственной близости от него или его рабочего места. В связи с этим выполнение данного принципа обеспечивается выполнением следующих мероприятий:

1. Защита расстоянием (оборудование санитарно-защитных зон, уменьшение расстояния от наиболее удалённого рабочего места до эвакуационного выхода, расположение токоведущих частей в недоступном месте);

2. Применение средств коллективной защиты (установка ограждений на границе опасных зон, использование ограждений для защиты человека от опасности, установка устройств автоматического контроля и сигнализации, применение блокировочных и предохранительных устройств);

3. Экранирование (защита от тепловых, ионизирующих, электромагнитных излучений, защита от вибрации и шума).

Повышение приспособляемости человека. Работа на хлебопекарных предприятиях требует от сотрудников внимательности и собранности. Как правило, влажностные и температурные условия в цехе не являются

оптимальными для здоровья человека (высокая температура круглый год, повышенная влажность). В связи с этим предприятие принимает комплекс мер по снижению влияния этих факторов на здоровье человека. Выполнение данного комплекса мер осуществляется следующим образом:

1. Уменьшение времени воздействия (сокращение времени нахождения людей в опасных условиях, организация дополнительного отпуска, регулирование продолжительности рабочего дня);

2. Использование средств индивидуальной защиты;

3. Организация обучения работников и соблюдение порядка оформления инструктажа по охране труда (вводный, первичный, повторный, внеплановый, целевой).

Кроме того, одной из форм предупреждения воздействия на организм неблагоприятных факторов является проведение регулярных медицинских осмотров. Работники предприятий пищевой промышленности, общественного питания и торговли проходят медицинский осмотр в целях охраны здоровья, предупреждения и распространения заболеваний. Данные о прохождении медицинских осмотров вносятся в личные медицинские книжки. Работники, не прошедшие медицинский осмотр или имеющие медицинские противопоказания, не допускаются к выполнению своих трудовых обязанностей.

4.2 Мероприятия по охране окружающей среды

Основные принципы охраны окружающей среды допускают воздействие предприятий на природную среду, исходя из требований в области охраны окружающей среды. При этом снижение негативного воздействия на окружающую среду должно достигаться путём использования наилучших существующих технологий с учётом экономических и социальных факторов. Юридические и физические лица обязаны соблюдать утвержденные технологии и требования в области охраны окружающей среды и обеспечивать соблюдение

нормативов качества окружающей среды на основе применения технических средств и технологий обезвреживания отходов производства и потребления.

К мероприятиям по охране окружающей среды, осуществляемым предприятием, относится комплекс мер, направленный на минимизацию вреда, наносимого природе. К ним относятся:

1. Выявление, оценка и постоянный контроль выброса вредных элементов и отравляющих веществ в атмосферу;
2. Разработка правовых законов, направленных на защиту окружающей среды;
3. Создание санитарно-защитных зон.

Хлебозаводы относятся к числу предприятий, негативно влияющих на окружающую среду. В ходе производственного процесса предприятие сталкивается с необходимостью отвода сточных вод. Кроме того, в связи с тем, что производство оснащено печами, имеют место технологические выбросы (этанол, уксусная кислота, уксусный альдегид), выделяющиеся в печах и пружерах на стадии остывания, и выбросы органической пыли при подготовке и хранении сырья (мучная и сахарная пыль). Для охраны важнейших составляющих окружающей среды (земля, вода, воздух) хлебопекарные и прочие предприятия проводят следующие мероприятия:

1. Охрана земельных ресурсов (своевременная рекультивация земель, использование под застройку территорий, не занятых лесом, усовершенствование системы сбора и утилизации твёрдых бытовых отходов, осуществление контроля сброса сточных вод в природные водные объекты);

2. Охрана атмосферного воздуха (проведение мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в населённых пунктах и вблизи промышленных объектов, реконструкция или замена оборудования для снижения массы выбросов в атмосферу, контроль качества горючего, организация санитарно-защитных зон предприятий с выводом из них жилой и общественной застройки);

3. Охрана водных ресурсов (осуществление учета количества вод, забираемых из природных водных объектов, установка счетчиков для учета потребляемой

воды на предприятиях, установление зон санитарной охраны вокруг водозаборов из подземных и поверхностных источников, введение на предприятиях оборотного водоснабжения, ликвидация существующих неорганизованных выпусков сточных вод, строительство новых очистных сооружений и реконструкция существующих).

Все нормы и правила экологической и рабочей безопасности должны быть определены и зафиксированы в определённом документе. Экологический паспорт предприятия – комплексная статистика данных, отображающих степень использования данным предприятием природных ресурсов и уровень загрязнения прилегающих территорий.

4.3 Экологическая безопасность

Экологическая безопасность – одна из составляющих национальной безопасности, совокупность природных, социальных, технических и других условий, обеспечивающих качество жизни и безопасность жизни и деятельности проживающего на данной территории населения. Экологическая безопасность достигается путём проведения мероприятий, обеспечивающих минимальный уровень неблагоприятных воздействий на человека и природу.

Экологическая безопасность является одним из условий деятельности предприятия, так как те из них, которые наносят вред окружающей среде, не могут считаться целесообразными и нуждаются во внедрении систем защиты от опасного влияния на природу и здоровье людей. Основы экологической безопасности изложены в учебном пособии И.Г. Захаровой [4].

Для того чтобы определить, является ли предприятие экологичным, следует рассмотреть следующие вопросы:

1. Обоснование размещения объекта в условиях населённого пункта.
2. Разработка мероприятий по очистке стоков и организации водопользования по замкнутому циклу.

3. Разработка мероприятий по ограничению выбросов объекта.

4. Разработка мероприятий по защите от твёрдых и жидких отходов производства.

5. Разработка мероприятий по защите от энергетических загрязнений окружающей среды (шум, вибрации и т.д.).

Рассмотрим каждый пункт более подробно на примере предприятия АО «Первый хлебокомбинат». Данное предприятие расположено в черте города, но достаточно далеко от основной проезжей части, вокруг него оборудована санитарно-защитная зона. Хлебозавод располагается за забором, достаточно далеко от прилегающей жилой зоны. Предприятие снабжено очистными сооружениями для водостока, часть воды используется в замкнутом цикле. К мероприятиям по ограничению выбросов относится оборудование системы вентиляции, вывод загрязненного воздуха и иных газов из зоны рабочего места и помещения в целом, оборудование очистительных систем с пылеуловителями (преимущественно для улавливания органической пыли) и систем для улавливания паров и газов. Что касается управления отходами, то предприятие выполняет все основные требования законодательства: инвентаризация отходов, установление класса опасности, составление паспорта отходов, ведение первичного учёта отходов. Мероприятия по защите окружающей среды от энергетических загрязнений включают в себя установку на предприятии машин и агрегатов с уровнем шума и вибрации в пределах допустимых значений. Таким образом, выбранное для анализа предприятие является экологичным, поскольку отвечает всем требованиям, представленным выше.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

На хлебопекарном предприятии могут возникать пожары, прорыв водопровода либо отключение воды, отопления, электричества. Кроме того, существует опасность получения человеком электротравм, ожогов, механических

повреждений.

Рассмотрим требования к безопасности в каждой из ситуаций более подробно:

1. Пожар. К зданиям, сооружениям и строениям производственных объектов по всей их длине должен быть обеспечен подъезд пожарных автомобилей. Предприятие должно быть оснащено источниками противопожарного водоснабжения – наружными водопроводными сетями с пожарными гидрантами либо водными объектами, используемыми с целью пожаротушения. В качестве источников противопожарного водоснабжения могут использоваться внутренний и наружный водопроводы (питьевые, хозяйственно-питьевые, хозяйственные и противопожарные). Кроме того, предприятие должно иметь внутренний противопожарный водопровод, обеспечивающий подачу воды к пожарным кранам. Количество, тип и ранг огнетушителей, необходимых для защиты конкретного объекта, устанавливают исходя из величины пожарной нагрузки, физико-химических и пожароопасных свойств горючих материалов. Огнетушители следует располагать таким образом, чтобы они были защищены от воздействия прямых солнечных лучей, тепловых потоков, механических воздействий и других неблагоприятных факторов. Они должны быть хорошо видны и легкодоступны в случае пожара. Предпочтительно располагать огнетушители вблизи мест наиболее вероятного возникновения пожара, вдоль путей прохода и около выхода из помещения. Огнетушитель не должен препятствовать эвакуации людей во время пожара. Огнетушители, введенные в эксплуатацию, должны подвергаться техническому обслуживанию, обеспечивающему поддержание огнетушителей в постоянной готовности к использованию и надёжную работу всех узлов огнетушителя в течение срока эксплуатации. Огнетушители, выведенные на время ремонта, испытания или перезарядки из эксплуатации, должны быть заменены резервными огнетушителями с аналогичными параметрами. Для своевременного извещения о начавшемся пожаре предприятие должно быть оборудовано системой пожарной сигнализации. Системы пожарной сигнализации должны обеспечивать подачу

светового и звукового сигналов о возникновении пожара на приемно-контрольное устройство в помещении дежурного персонала или на специальные выносные устройства оповещения. Система оповещения и управления эвакуацией людей – это комплекс организационных мероприятий и технических средств, предназначенных для своевременного извещения людей о возникшем пожаре, необходимости эвакуации. Защита людей на путях эвакуации обеспечивается комплексом объемно-планировочных, эргономических, конструктивных, инженерно-технических и организационных мероприятий. Эвакуационные пути должны обеспечивать безопасную эвакуацию людей через эвакуационные выходы из данного помещения без учета применяемых средств пожаротушения и противодымной защиты. Для обеспечения безопасной эвакуации людей должно быть установлено необходимое количество, размеры и соответствующее исполнение эвакуационных путей и выходов, обеспечено беспрепятственное движение по ним людей, организовано оповещение и управление движением людей по эвакуационным путям. К эвакуационным выходам из зданий относятся те, которые ведут из помещений первого этажа наружу, из помещений любого этажа, кроме первого на лестничную клетку, в холл, на эксплуатируемую кровлю. Безопасная эвакуация людей из зданий, сооружений и строений при пожаре считается обеспеченной, если интервал времени от момента обнаружения пожара до завершения процесса эвакуации людей в безопасную зону не превышает необходимого времени эвакуации людей при пожаре. Существует декларация пожарной безопасности – форма оценки соответствия объекта требованиям пожарной безопасности.

2. Прорыв водопровода, отключение воды, электричества, отопления. Данные ситуации не являются чрезвычайными, однако могут оказывать значительное влияние на работу предприятия. При прорыве водопровода необходимо локализовать место аварии, по возможности перекрыть воду и вызвать сотрудника предприятия, ответственного за состояние водопроводной системы, или обратиться в соответствующую службу. В зависимости от масштабов аварии

принимается решение о прекращении или приостановлении работы предприятия. Следует помнить, что на предприятиях пищевой промышленности повышенная влажность (сырость) крайне нежелательна, так как может привести к порче сырья или готовой продукции. Отключение воды, электричества и отопления (в зимний период особенно), как правило, приводит к остановке предприятия, так как практически все процессы, происходящие на хлебозаводе, связаны с использованием воды (замес теста, питьевая вода, вода для хозяйственных нужд) и электричества (работа оборудования, различных электронных систем, освещение производственных и бытовых помещений). Отключение отопления приводит к тому, что в цехе создаются неблагоприятные условия труда, влияющие на здоровье человека. Кроме того, наличие отопления играет важную роль и в производственном процессе, например, брожение теста может происходить в условиях цеха.

3. Электротравмы, ожоги, механические повреждения. Нарушение правил электробезопасности при использовании технологического оборудования и непосредственное соприкосновение с токоведущими частями установок, находящихся под напряжением, создает опасность поражения электрическим током. Для защиты от поражения электротоком необходимо использовать общие и индивидуальные средства защиты. К общим средствам защиты относятся защитные ограждения, заземление, зануление, применение малого напряжения, использование предупреждающих плакатов. К индивидуальным средствам защиты относятся изолирующие штанги, клещи, диэлектрические перчатки, инструмент с изолирующими рукоятками, диэлектрические коврики, изолирующие подставки.

Первая помощь при поражении электрическим током. В первую очередь необходимо обесточить пострадавшего (убрать от него прибор или провода с помощью сухого не проводящего ток предмета). Если возникает воспламенение или пожар, пламя гасят песком или накрывают плотной тканью. Можно оттащить пострадавшего от источника поражения, но при этом следует брать за сухую

одежду и только одной рукой, не касаясь тела. После изъятия пострадавшего из электрической цепи можно до него дотронуться и оценить его состояние. Если пострадавший без сознания, необходимо проверить, дышит ли он. В случае отсутствия пульса необходимо начать выполнение сердечно-лёгочной реанимации. Если у пострадавшего возобновились самостоятельный устойчивый пульс и дыхание, необходимо уложить его в безопасное положение, вызвать скорую медицинскую помощь и до её приезда контролировать состояние пострадавшего. Во всех случаях электротравм с нарушением сердечной деятельности и потерей сознания необходима обязательная госпитализация.

Ожоги. На хлебопекарном предприятии имеется большое количество горячих поверхностей, поэтому работникам необходимо соблюдать технику безопасности при работе с ними и быть готовыми к оказанию первой помощи. Основным защитным средством при работе с разогретыми частями машин является использование толстых перчаток. К работе с печами (как с наиболее опасным оборудованием с точки зрения возможности получения ожога) допускаются только пекари, имеющие необходимую экипировку и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

Первая помощь при ожоге. В первую очередь необходимо устранить источник ожога. Если на поврежденных участках кожи имеются частицы одежды, то их следует аккуратно удалить (только те, которые легко поддаются). Если у пострадавшего ожог 1 или 2 степени, то пораженный участок рекомендуется подставить под струю холодной воды на 15-20 минут, что не позволит ожогу распространиться в глубокие слои поражённого участка. При ожоге 3 или 4 степени можно использовать смоченную в воде ткань. Затем нужно закрыть обожжённую поверхность для ограничения ее контакта с окружающей средой. Можно использовать обезболивающие препараты. При ожоге 3 или 4 степени рекомендуется отправить пострадавшего в больницу.

Механические повреждения. К основным механическим повреждениям, которые могут возникнуть на хлебопекарном предприятии, относятся порезы и

проколы. Работники, обслуживающие резательное оборудование, должны знать его опасные зоны. К эксплуатации такого оборудования допускаются лица, сдавшие техминимум и прошедшие инструктаж по технике безопасности. Перед началом работы следует осмотреть машину. В случае выявления неполадок запрещается использовать данное оборудование. Строго запрещается работать на резательных машинах при снятом верхнем кожухе, отсутствии конечного выключателя и снятом механизме заточки. Категорически запрещается при включенном электродвигателе снимать щётки с ножа, направлять и проталкивать продукт.

Первая помощь при порезах. В первую очередь нужно промыть рану водой, обработать её перекисью водорода, а края смазать йодом или зелёной. Сверху нужно наложить стерильную повязку или пластырь. При глубоком порезе необходимо обратиться в медицинский пункт.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основываясь на существующих данных об имеющихся недостатках рациона питания, мы разработали рецептуру хлеба с комплексной добавкой, направленную на решение этой проблемы. Одновременное внесение чечевичной муки и сушёной морской капусты отличает наше исследование от работ предшественников. Применение комплексной добавки позволяет решать сразу несколько проблем.

В ходе написания дипломной работы и проведения исследований были получены результаты, касающиеся технологии производства хлеба и повышения его пищевой ценности. На основании этих результатов нами были сделаны следующие выводы:

1. Для производства хлеба с комплексной обогатительной добавкой применяется технологическая схема аналогичная схеме производства хлеба из пшеничной муки первого сорта. Низкая производительность линии обусловлена тем, что вырабатываемый продукт относится к изделиям функционального назначения и обладает достаточно высокой стоимостью.

2. Рецептура обогащённого хлеба предполагает внесение 10 % чечевичной муки и 3,6 % порошка из сушеной морской капусты к массе пшеничной муки – такая дозировка является оптимальной по своим органолептическим и физико-химическим свойствам и позволяет получить хлеб с высокой пищевой ценностью.

3. Предлагаемая дозировка обогатительной добавки позволяет в значительной степени обогатить хлеб белком, пищевыми волокнами, калием, магнием, йодом и железом.

4. Достаточное содержание калия и магния в хлебе позволяет использовать его в геронтодиетологии для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний, а также такой хлеб можно рекомендовать к употреблению спортсменам и беременным женщинам. Рекомендуемая норма потребления составляет 150 г.

5. Высокое содержание железа и йода в таком хлебе делает его хорошим подспорьем в профилактике йодо- и железодефицита. Рекомендуемая норма

потребления для профилактики йододефицита составляет 150–180 г. Рекомендуемая норма потребления для профилактики железодефицита составляет не более 80–100 г для мужчин и от 150 до 200 г для женщин. Таким образом, оптимальное количество обогащённого хлеба для женщин составляет 150–200 г, для мужчин – не более 80–100 г.

6. В связи с тем, что созданный продукт можно отнести к продуктам функционального питания, следует предусмотреть соответствующую маркировку на упаковке с указанием рекомендуемой суточной нормы потребления, а также предупреждением о том, что мужчинам не следует злоупотреблять данным продуктом во избежание проблем со здоровьем.

Исходя из всего вышеизложенного, можно отметить, что предлагаемая технология производства хлеба позволит расширить ассортимент продуктов питания функционального назначения и не потребует при этом значительных затрат на организацию производства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ауэрман, Л.Я. Технология хлебопекарного производства: учебник / Л.Я. Ауэрман; под общ. ред. Л.И. Пучковой. – СПб.: Профессия, 2002. – 414 с.
2. Безопасность жизнедеятельности в дипломных проектах: учебное пособие / В.Н. Бекасова, С.И. Боровик, Н.В. Глотова и др.; под ред. И. С. Окраинской – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. – 166 с.
3. Ершов, П.С. Сборник рецептур на хлеб и хлебобулочные изделия / П. С. Ершов. – СПб.: Гидрометеиздат, 1998. – 191 с.
4. Захарова, И.Г. Основы экологической безопасности: учебное пособие / И.Г. Захарова. – Самара: Самар. Гос. техн. ун-т, 2016. – 132 с.
5. Зеленкин, В.Г. Безопасность жизнедеятельности на предприятиях торговли, общественного питания и потребительской кооперации: учебное пособие / В.Г. Зеленкин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2012. – 99 с.
6. Николаев, В.Н. Проектирование хлебопекарных кондитерских и макаронных предприятий: Учебное пособие / В.Н. Николаев, Т.А. Толмачёва. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – 224 с.
7. Нилова, Л.П. Товароведение и экспертиза зерномучных товаров: учебник / Л.П. Нилова. – СПб: ГИОРД, 2005. – 416 с.
8. Пашенко, Л.П. Технология хлебобулочных изделий: учебное пособие / Л.П. Пашенко, И.М. Жаркова. – М.: КолосС, 2008. – 389 с.
9. Экспертиза хлеба и хлебобулочных изделий. Качество и безопасность: учебное пособие / А.С. Романов, Н.И. Давыденко, Л.Н. Шатнюк, И.В. Матвеева, В.М. Позняковский; под общ. ред. В.М. Позняковского. – 3-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2009. – 280 с.
10. Химический состав пищевых продуктов: Книга 1: Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов / под ред. проф., д-ра техн. наук И.М. Скурихина, проф., д-ра мед. наук М.Н. Волгарева – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ВО «Агропромиздат», 1987. – 224 с.

11. Хромеенков, В. М. Технологическое оборудование хлебозаводов и макаронных фабрик / В.М. Хромеенков. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 496 с.
12. Цыганова, Т.Б. Технология хлебопекарного производства: учебное пособие для сред. проф. образования / Т.Б. Цыганова. – М.: ПрофОбрИздат, 2001. – 432 с.
13. СТО ЮУрГУ 21-2008 Стандарт организации. Система управления качеством образовательных процессов. Курсовая и выпускная квалификационная работа. Требования к содержанию и оформлению / составители: Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, А.Е. Шевелев, Е.В. Шевелева. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 55 с.
14. Оборудование для хлебопекарной и макаронной промышленности: каталог / сост. И.Р. Голубев, А.И. Парфентьева, О.С. Серпова – М.: Росинформагротех, 2008. – 240 с.
15. Сборник технологических инструкций для производства хлебобулочных изделий // Утверждено зам. мин. продуктов СССР Н.Т.Чубенко 7 июля 1988 г. – М.: Прейскурантиздат, 1989. – 497 с.
16. Производство хлеба, кондитерских и макаронных изделий. СанПиН 2.3.4.545-96. – М.: Госкомсанэпиднадзор России, 1996. – 63 с.
17. Правила организации и ведения технологического процесса на хлебопекарных предприятиях / Гос. науч.-исслед. ин-т хлебопек. пром-сти; [Косован А.П. и др.]. – М.: Пищевая промышленность, 1999. – 216 с.
18. ГОСТ 27842-88. Хлеб пшеничный. Технические условия. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 12 с.
19. ГОСТ Р 52189-2003. Мука пшеничная. Общие технические условия. – М.: Стандартиформ, 2008. – 8 с.
20. ГОСТ Р 51574-2000. Соль поваренная пищевая. Технические условия. – М.: Стандартиформ, 2005. – 11 с.
21. ГОСТ Р 54731-2011. Дрожжи хлебопекарные прессованные. Технические условия. – М.: Стандартиформ, 2012. – 11 с.
22. ГОСТ Р 51232-98. Вода питьевая. Общие требования к организации и

методам контроля качества. – М.: Стандартиформ, 2008. – 18 с.

23. ГОСТ 31752-2012. Изделия хлебобулочные в упаковке. Технические условия. – М.: Стандартиформ, 2014. – 23 с.

24. ГОСТ 5667-65. Хлеб и хлебобулочные изделия. Правила приёмки, методы отбора образцов, методы определения органолептических показателей и массы изделия. – М.: Стандартиформ, 2006. – 4 с.

25. ГОСТ 21094-75. Хлеб и хлебобулочные изделия. Метод определения влажности. – М.: Стандартиформ, 2006. – 3 с.

26. ГОСТ 5670-96. Хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности. – М.: Стандартиформ, 2006. – 5 с.

27. ГОСТ 5669-96. Хлебобулочные изделия. Метод определения пористости. – М.: Стандартиформ, 2006. – 2 с.

28. МР 2.3.2.2571-10. Обогащение витаминно-минеральными комплексами массовых сортов хлебобулочных изделий, вырабатываемых по национальным стандартам: методические рекомендации. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. – 28 с.

29. Барановский, А.Ю. Геронтодиетология // Успехи геронтологии. – 2012. – №2. – С. 205–216.

30. Березина, Н.А. Влияние кукурузной мезги на качество хлебобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки // Хлебопродукты. – 2011. – №10. – С. 44–45.

31. Березина, Н.А. Рисовая мука в производстве заварных ржано-пшеничных хлебобулочных изделий // Хлебопечение России. – 2011. – №4. – С. 18–19.

32. Гаврилова, О.М. Применение гречневой муки при производстве пшеничного хлеба // Хлебопродукты. – 2008. – №7. – С. 36–37.

33. Гатько, Н.Н. Использование соевой муки в приготовлении сдобных хлебобулочных изделий // Пищевая технология. – 2009. – №1. – С. 72–74.

34. Егорова, Е.Ю. Влияние муки из околоплодной оболочки кедровых орехов на формирование потребительских характеристик хлебобулочных изделий //

Пищевая технология. – 2009. – №1. – С. 45–47

35. Исригова, Т.А. Пищевая ценность хлебобулочных изделий с добавками из винограда // Хлебопечение России. – 2010. – №6. – С. 20–22.

36. Семёнкина, Н.Г. Влияние продуктов переработки расторопши пятнистой на реологические свойства пшеничного теста // Хлебопечение России. – 2010. – №6. – С. 23–25.

37. Смертина, Е.С. Перспективы применения нетрадиционного сырья растительного происхождения в хлебопечении // Хлебопечение России. – 2012. – №4. – С. 12–14.

38. Чалдаев, П.А. Современные направления обогащения хлебобулочных изделий (аналитический обзор рефератов ВИНТИ) // Хлебопечение России. – 2011. – №2. – С. 24–27.

39. Батурина, Н.А. Влияние добавок муки бобовых культур на формирование качества хлеба из пшеничной муки: автореферат дис. ...канд. техн. наук / Н.А. Батурина. – СПб., 2007. – 238 с.

40. Нестерова, В. А. Разработка и товароведная оценка хлебобулочных изделий, обогащённых йодом и селеном: автореферат дис. ...канд. техн. наук / В.А. Нестерова. – Кемерово, 2012. – 149 с.

41. Суворов, И. В. Разработка витаминно-минеральных смесей для обогащения пшеничной муки хлебобулочных изделий: автореферат дис. ...канд. техн. наук / И.В. Суворов. – М., 2011. – 150 с.

42. Храпко, О.П. Разработка технологий и рецептур хлебобулочных изделий функционального назначения с использованием нетрадиционного растительного сырья: автореферат дис. ...канд. техн. наук / О.П. Храпко. – Краснодар, 2012. – 184 с.

43. Суханов, Е.П., Верещак, В.Д., Письменный, В.В., Троицкий, Б.Н., Черкашин, А.И. Способ производства хлеба «Белгородский» с морской капустой. – <http://www.freepatent.ru>

44. Корячкина, С.Я., Березина, Н.А. Способ производства ржано-пшеничного

хлеба. – <http://www.freepatent.ru>

45. Пучкова, Л.И., Жамукова, Ж.М., Бокучаева, А.М., Бочарников, А.А. Способ производства хлеба. – <http://www.freepatent.ru>

46. Белявская, И.Г., Черных, В.Я., Богатырёва, Т.Г., Акимов, В.А. Способ производства хлебобулочного изделия для диетического питания. – <http://www.freepatent.ru>

47. Бисчокова, Ф.А., Дугужев, М.А., Губашиев, Б.Х., Кунашева, Ж.М., Кодзокова, М.Х., Карданов, Т.Х. Способ производства хлеба чечевичного. – <http://www.freepatent.ru>

48. Дзантиева, Л.Б., Цугкиев, Б.Г., Датиева, Б.А., Гогаев, О.К., Цуткиева, Ф.В. Способ приготовления хлеба. – <http://www.freepatent.ru>

49. Барановский, А.Ю., Протопопова, О.Б. Особенности геронтодиетологии. – <https://praktik-dietolog.ru>

50. Добров, В.С. Хлеб. Взгляд из Британии. – <http://drdobrov.com>

51. Комиссарова, М.А. О хлебе живом и мёртвом. Исследования о влиянии хлеба на здоровье. – <http://www.narod-akademia.com>

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Изображение контрольных образцов №1, №3, №6



Рисунок А – изображение контрольных образцов №1 (без внесения добавок), №3 (с добавлением 10 % чечевичной к массе пшеничной муки) и №6 (с добавлением 10 % чечевичной муки и 3,6 % сушёной морской капусты).

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Градация качества образцов с добавлением чечевичной муки

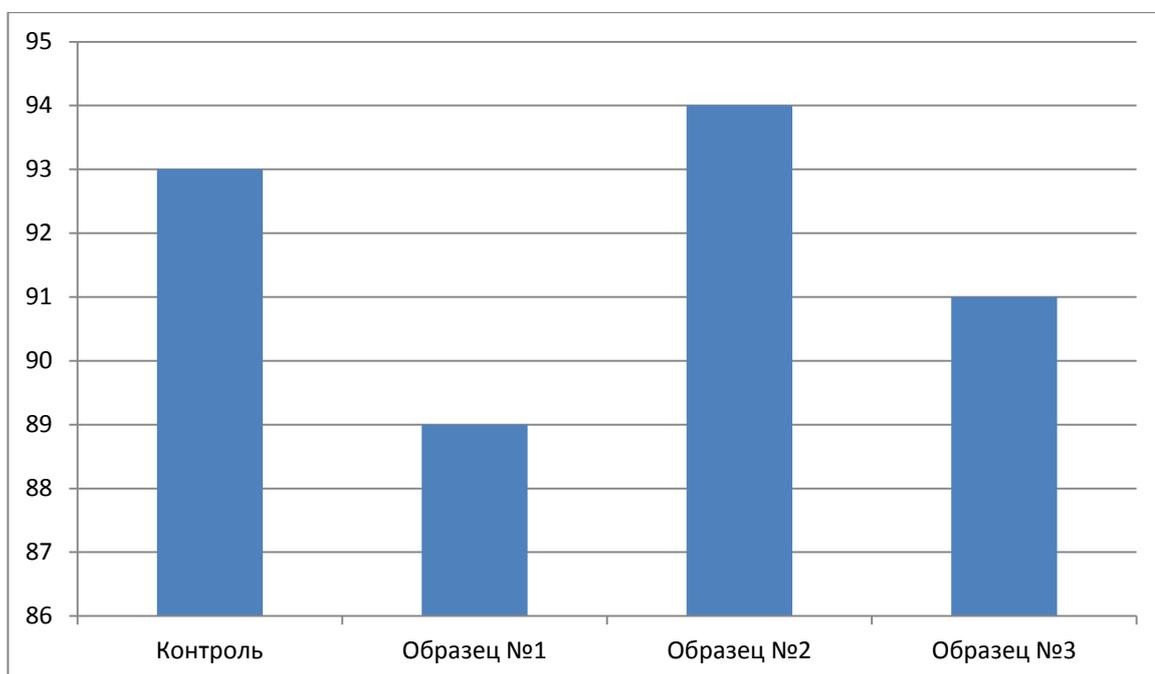


Рисунок Б – градация качества образцов хлеба с добавлением чечевичной муки: отлично – 100-95 баллов, хорошо – 95-85 баллов, удовлетворительно – 85 и менее баллов.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Градация качества образцов с добавлением чечевичной муки и сушёной морской капусты

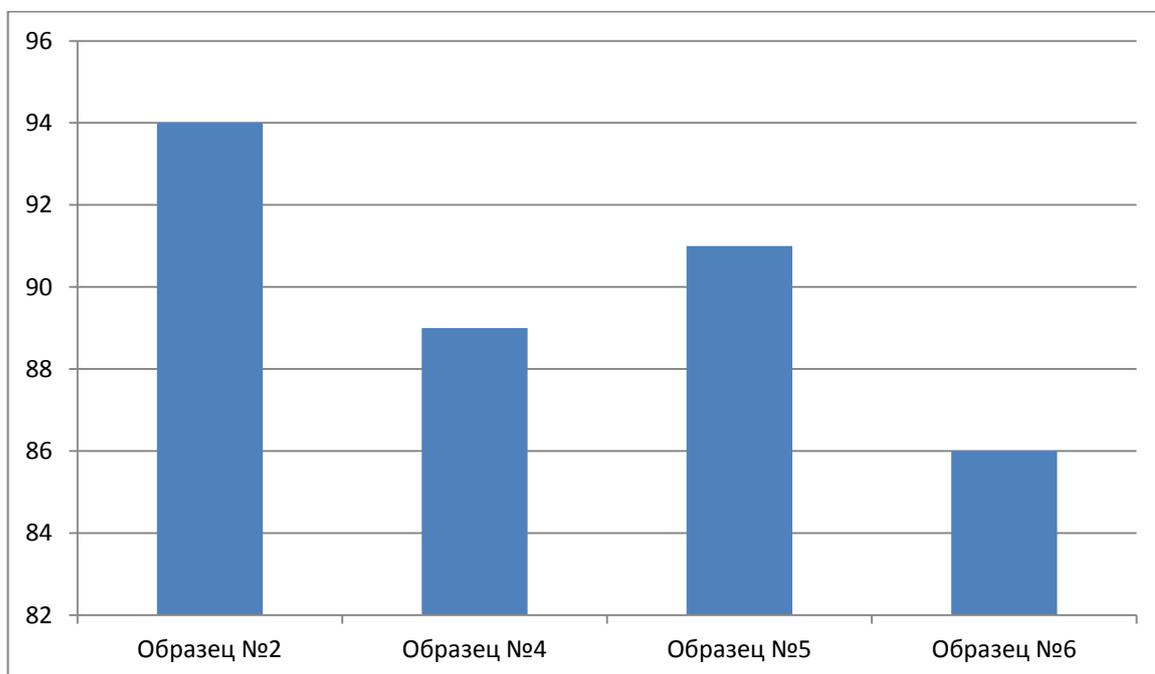


Рисунок В - градация качества образцов хлеба с добавлением чечевичной муки и сушёной морской капусты: отлично – 100-95 баллов, хорошо – 95-85 баллов, удовлетворительно – 85 и менее баллов.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Динамика изменения упругости образцов с различной концентрацией сушёной морской капусты

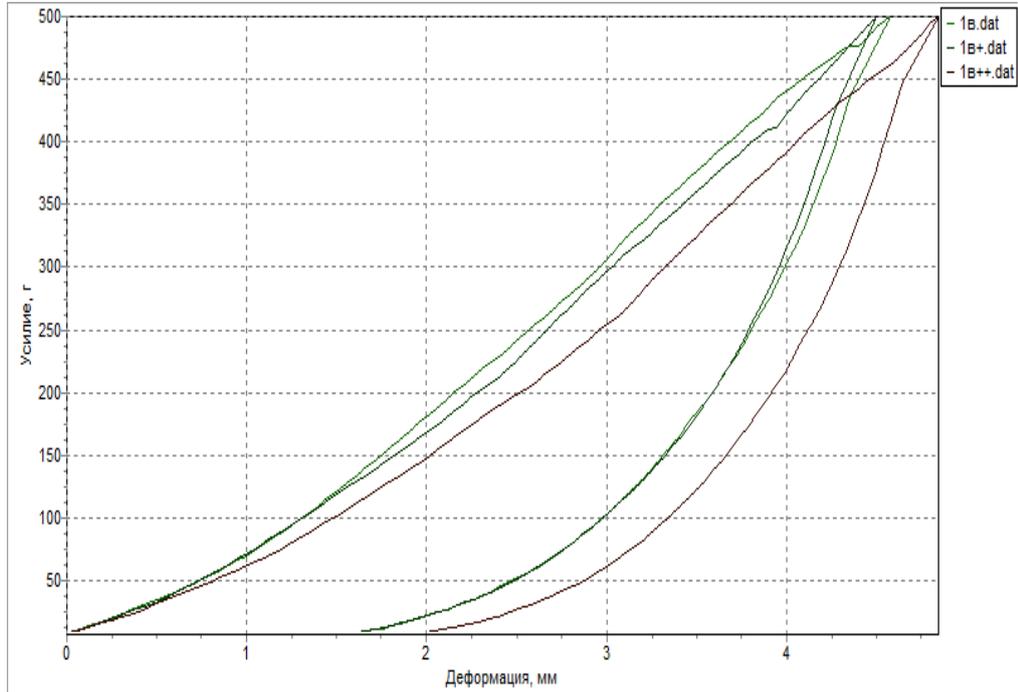


Рисунок Г.1 – Образец с добавлением 3,2 % сушёной морской капусты

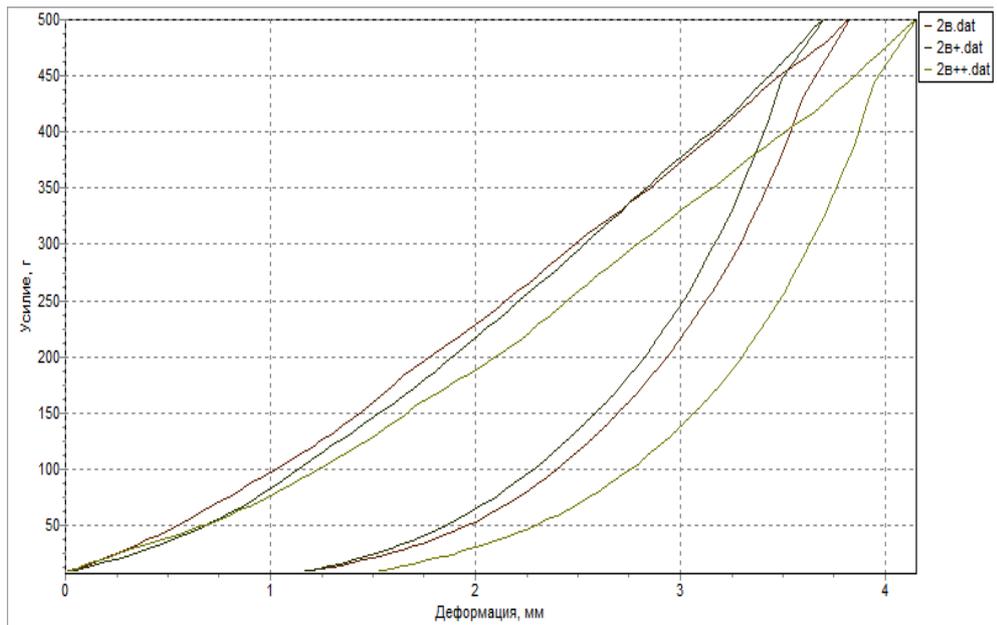


Рисунок Г.2 – Образец с добавлением 3,6 % сушёной морской капусты

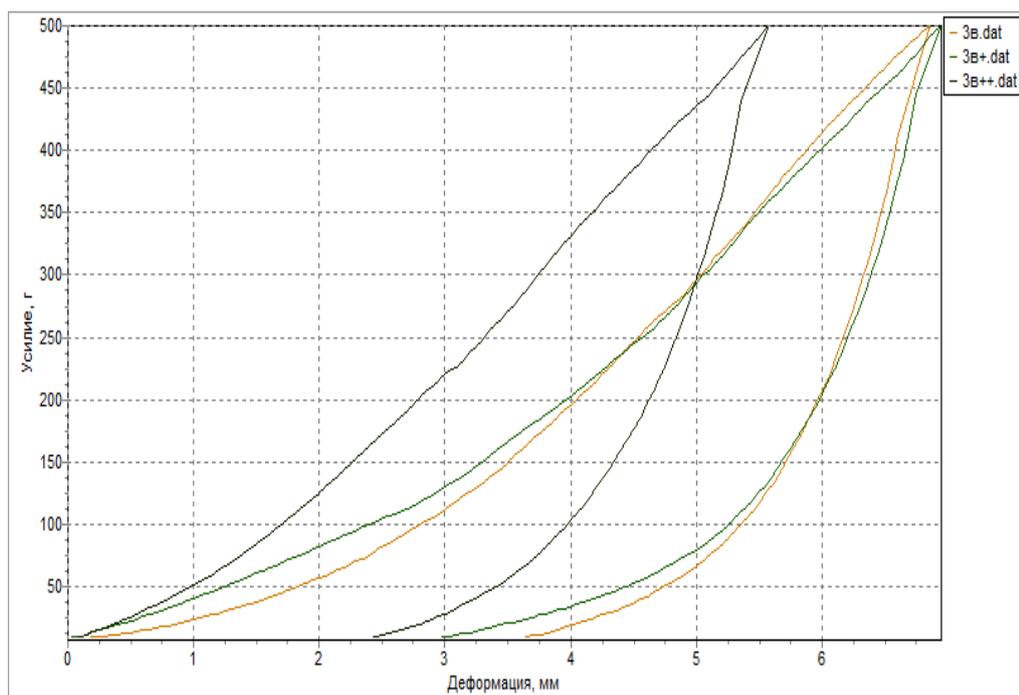


Рисунок Г.3 – Образец с добавлением 4 % сушёной морской капусты

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Схема обеспечения безопасности жизнедеятельности

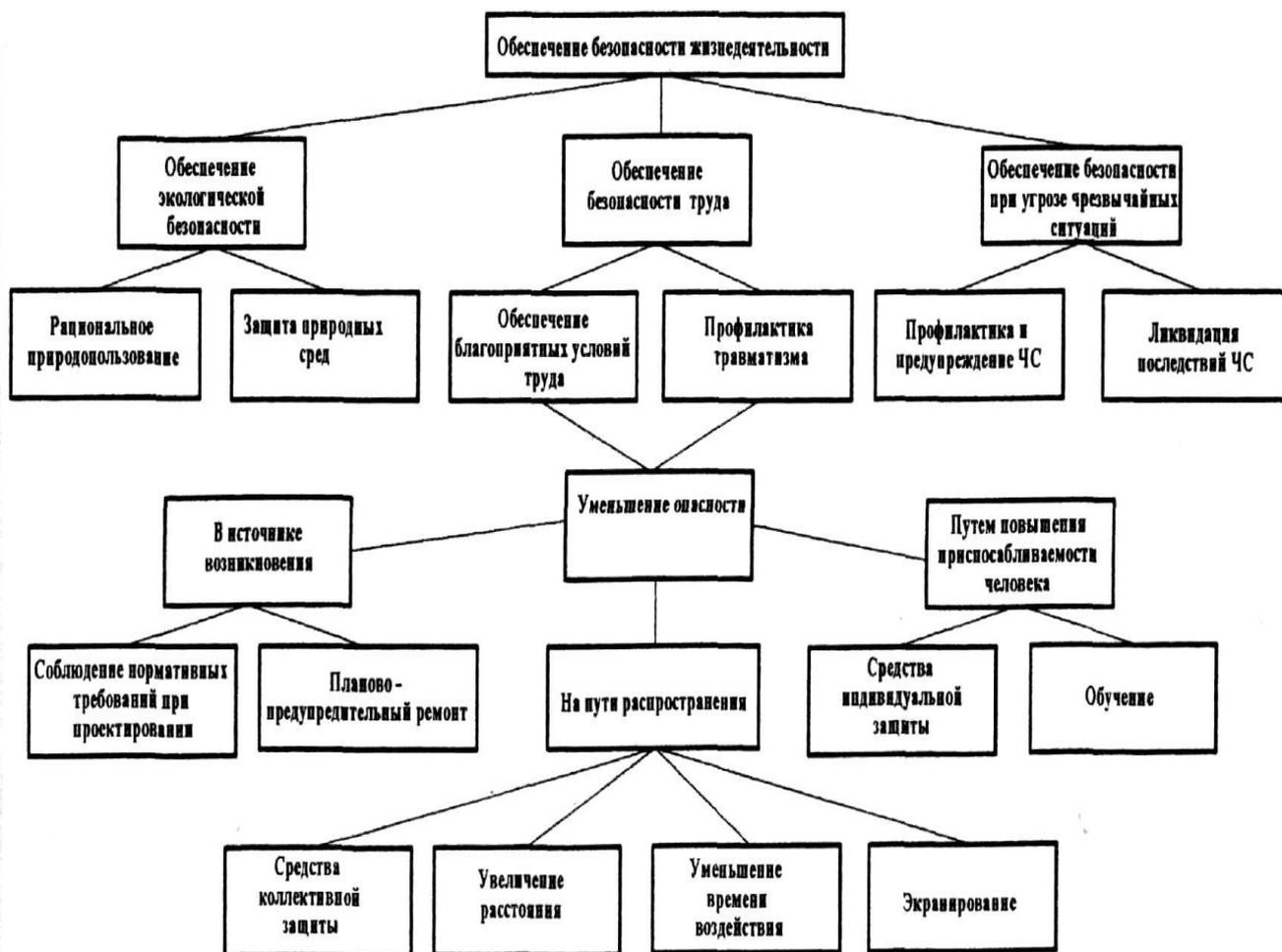


Рисунок Д – Схема обеспечения безопасности жизнедеятельности