

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени И.С. ТУРГЕНЕВА»

На правах рукописи



ОРЛОВА АНАСТАСИЯ МИХАЙЛОВНА

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ САХАРОСОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТОВ
ИЗ КАРТОФЕЛЯ ДЛЯ РЖАНО-ПШЕНИЧНЫХ
ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

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

Диссертация

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель:

кандидат технических наук, доцент

Березина Наталья Александровна

Орел - 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	14
1.1 Применение крахмалсодержащего сырья при производстве различных продуктов.....	14
1.2 Производство сахаросодержащих продуктов из крахмалсодержащего сырья.....	19
1.2.1 Способы подготовки крахмалсодержащего сырья к осахариванию.....	19
1.2.2 Способы осахаривания крахмалсодержащего сырья.....	24
1.3 Производство пищевых продуктов из растительного сырья длительного хранения.....	32
1.4 Применение сахаросодержащих продуктов из крахмалсодержащего сырья при производстве продуктов питания.....	37
ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО ОБЗОРУ ЛИТЕРАТУРЫ.....	41
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.....	42
ГЛАВА 2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	42
2.1 Организация работы и схема проведения эксперимента.....	42
2.2 Объекты исследования.....	45
2.3 Методы исследования.....	47
2.4 Математические методы планирования эксперимента, обработки результатов исследований и оптимизации.....	52
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ АНАЛИЗ.....	53
ГЛАВА 3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ САХАРОСОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТОВ ИЗ КАРТОФЕЛЯ	53
3.1 Моделирование и оптимизация процесса получения гидролизата картофельной массы методом ферментативного гидролиза.....	54
3.1.1 Подготовка картофеля к осахариванию	55
3.1.2 Оптимизация осахаривания картофельной массы под действием ферментного препарата AMG 1100 BG	60

3.1.3 Исследование динамики гидролиза углеводов при осахаривании картофельной массы	74
3.2 Разработка сахаросодержащих продуктов из гидролизата картофельной массы	76
3.2.2 Механизм и кинетика сушки сахаросодержащего порошка из картофеля.....	83
3.2.3 Разработка принципиальной аппаратурно-технологической схемы получения сахаросодержащих продуктов из картофеля.....	90
ГЛАВА 4 ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ, ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ САХАРОСОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТОВ ИЗ КАРТОФЕЛЯ.....	93
4.1 Показатели органолептических, физико-химических свойств и безопасности сахаросодержащих продуктов из картофеля.....	93
4.2 Медико-биологические исследования сахаросодержащих продуктов из картофеля	98
ГЛАВА 5 ПРИМЕНЕНИЕ САХАРОСОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТОВ ИЗ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	102
5.1 Разработка мучных смесей с сахаросодержащими порошками из картофеля.....	102
5.1.1 Моделирование состава мучной смеси с сахаросодержащими порошками из картофеля.....	103
5.1.2 Оптимизация состава мучной смеси с сахаросодержащими порошками из картофеля.....	115
5.1.3 Определение однородности состава мучной смеси «Мука «Орловский богатырь».....	120
ГЛАВА 6 ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ САХАРОСОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТОВ ИЗ КАРТОФЕЛЯ НА КАЧЕСТВО ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	123

6.1. Исследование качества хлебобулочных изделий из мучной смеси «Мука «Орловский богатырь».....	123
6.2 Исследование влияния замены сахара и патоки на сахаросодержащие продукты из картофеля в ржано-пшеничных хлебобулочных изделиях.....	128
ГЛАВА 7 РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА САХАРОСОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТОВ ИЗ КАРТОФЕЛЯ, МУЧНЫХ СМЕСЕЙ И ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ НИХ.....	134
7.1 Расчет себестоимости производства сахаросодержащих продуктов из картофеля.....	134
7.1.1 Определение производственной программы участка сахаросодержащих продуктов из картофеля	134
7.1.2 Расчет стоимости капитальных затрат на создание участка по производству сахаросодержащих продуктов из картофеля.....	137
7.1.3 Калькуляция затрат.....	140
7.2 Оценка конкурентоспособности хлебобулочных изделий с сахаросодержащими порошками из картофеля.....	145
ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ.....	150
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	153
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	170
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Характеристика ферментного препарата AMG 1100 VG.....	170
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 Данные амилографического исследования свойств углеводного комплекса картофеля на приборе «Амилотест».....	172
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 Приготовление ацетатного буферного раствора с заданным рН.....	180
ПРИЛОЖЕНИЕ 4 Регрессионный анализ зависимости содержания редуцирующих веществ в гидролизате картофельной массы от режима обработки.....	181

ПРИЛОЖЕНИЕ 5 Принципиальная схема получения сахаросодержащих продуктов из картофеля.....	183
ПРИЛОЖЕНИЕ 6 Разработанная техническая документация на сахаросодержащие продукты из картофеля.....	184
ПРИЛОЖЕНИЕ 7 Акты производственных испытаний.....	186
ПРИЛОЖЕНИЕ 8 Протокол испытаний аминокислотного состава сахаросодержащих порошков из картофеля.....	193
ПРИЛОЖЕНИЕ 9 Протоколы лабораторных исследований показателей безопасности сахаросодержащих продуктов из картофеля.....	195
ПРИЛОЖЕНИЕ 10 Протокол медико-биологических испытаний сахаросодержащих продуктов из картофеля на лабораторных животных.....	203
ПРИЛОЖЕНИЕ 11 Статистический анализ уравнений регрессии.....	204
ПРИЛОЖЕНИЕ 12 Рецептуры мучных смесей и образцов теста.....	206
ПРИЛОЖЕНИЕ 13 Разработанная техническая документация на «Муку «Орловский богатырь».....	213
ПРИЛОЖЕНИЕ 14 Шкала балловой оценки качества хлебобулочных изделий.....	215
ПРИЛОЖЕНИЕ 15 Разработанная техническая документация на «Хлеб ржано-пшеничный «Орловский богатырь».....	217
ПРИЛОЖЕНИЕ 16 Патент на изобретение «Способ производства хлеба с добавлением сахаросодержащего порошка из картофеля».....	219
ПРИЛОЖЕНИЕ 17 Диплом II степени «За внедрение в производство оригинальных рецептур функционального назначения (Хлеб ржано-пшеничный «Орловский богатырь»).....	220

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. В соответствии со стратегическими ориентирами долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года, направленными на усиление глобальной конкуренции, охватывающей не только традиционные рынки товаров и технологий, но и развитие инноваций, имеется необходимость реализации проектов, обеспечивающих повышение глубины переработки растительных сырьевых ресурсов. Это возможно путем модернизации традиционных отраслей промышленности за счет развертывания специализированных производств. Структурная диверсификация и инновационное развитие предприятий переработки сельхозпродукции целесообразна путем рационального использования сырья, получения новых видов продукции.

Расширение объемов переработки сезонного вида сырья, такого как картофель, в новые виды сахаросодержащей продукции, в значительной мере решает проблему снижения их потерь при хранении. Объемы выработки сахаросодержащих продуктов в России в настоящее время недостаточны, потребности в данном сырье заполняются поставками по импорту. Это показывает перспективность высокоэффективной переработки цельного картофельного сырья с целью получения сахаросодержащих продуктов с максимальным сохранением всех его компонентов ценных в пищевом отношении.

Применение сахаросодержащего сырья в хлебопечении позволяет разнообразить ассортимент, улучшить физико-химические показатели готовой продукции. При этом, традиционным сахаросодержащим сырьем при производстве хлеба являются рафинированные его виды, такие как сахар и патока, которые, оказывая положительное влияние на технологический процесс, являются лишь носителями калорий. В связи с этим, применение в хлебопечении сахаросодержащих нерафинированных продуктов из картофеля в составе мучных смесей в качестве замены основного сырья или сахара и патоки

для замены дополнительного сырья, позволит не только улучшить качество конечного продукта, но и обогатить его состав пищевыми волокнами, минеральными веществами, незаменимыми аминокислотами.

Таким образом, разработка технологии сахаросодержащих продуктов из картофеля, применение их в качестве альтернативной замены традиционного сырья в хлебопечении позволит участвовать в решении задачи повышения конкурентоспособности организаций пищевой и перерабатывающей промышленности, создания условий импортозамещения сахаристого сырья, расширения ассортимента социально значимых продуктов питания таких, как хлебобулочные изделия.

Степень разработанности темы исследования. Разработкой сахаросодержащих продуктов из крахмалсодержащего сырья и его применения в различных отраслях пищевой промышленности занимались зарубежные – N.Waszczynsryuj, H. Hoben, H. Scholz и др. – и отечественные ученые – А.И. Жушман, Н.Г. Гулюк, Т.А. Ладур, Н.Д. Лукин, А.А. Кочеткова, В.В. Колпакова, И.А. Попадич, И.С. Шуб и др. В работах этих исследователей показаны перспективы переработки различных, в основном зерновых, видов крахмалсодержащего сырья в сахаросодержащие продукты. Вместе с тем, технологии получения сахаросодержащих продуктов из картофельного сырья являются перспективным направлением исследования в связи с имеющейся проблемой увеличения объемов переработки такого сезонного сырья, как картофель, в том числе некондиционного. Проведение исследований в данном направлении является обоснованием для привлечения нерафинированного сырья для производства новых сырьевых ресурсов с максимальным сохранением всех его природных компонентов, таких как клетчатка, минеральные вещества, белки.

Цели и задачи исследования. Целью диссертационного исследования является разработка технологии переработки картофельного сырья, получение сахаросодержащих продуктов и использование их в качестве заменителей

основного и дополнительного сырья при производстве ржано-пшеничных хлебобулочных изделий.

Для достижения поставленной цели предусмотрено решение следующих **задач**:

- моделирование и оптимизация процесса гидролитического расщепления крахмала картофельного сырья под действием ферментного препарата амилоглюкозидазы AMG 1100 BG;
- исследование кинетических параметров ферментативного гидролиза картофельной массы;
- исследование процесса получения сахаросодержащих продуктов из гидролизата картофельной массы с длительными сроками хранения – сахаросодержащих порошков и сиропа из картофеля;
- определение показателей качества и безопасности, технологических характеристик, химического состава и медико-биологической эффективности сахаросодержащих продуктов из картофеля;
- исследование влияния сахаросодержащих продуктов из картофеля на свойства полуфабрикатов и качество ржано-пшеничных хлебобулочных изделий;
- разработка и утверждение технических документов на «Порошок сахаросодержащий из картофеля», мучных смесей с сахаросодержащими порошками из картофеля «Мука «Орловский богатырь», хлеба ржано-пшеничного «Орловский богатырь», расчет технико-экономических показателей и опытно-промышленная апробация разработанных продуктов.

Научная новизна. Диссертационная работа содержит элементы научной новизны в рамках пунктов 2, 3, 6, 9 паспорта специальности 05.18.01.

Разработана математическая модель и определены оптимальные параметры гидролиза картофельной массы под действием амилоглюкозидазы AMG 1100 BG: температура – 65 - 75 °С; рН - 4,8 - 5; содержание сухих веществ - 19,4 % - 25 %; дозировка ферментного препарата - 0,02 % - 0,06 %.

Определены кинетические параметры сушки новых сахаросодержащих продуктов из картофеля: критическое и равновесное влагосодержание продукта; интенсивность испарения влаги; постоянная и приведенная скорость сушки; продолжительность сушки. Применение осушителей повышает скорость сушки в 1,2 – 1,6 раз и сокращает продолжительность высушивания в 1,7 - 2 раза.

Установлены показатели качества и безопасности, химический состав, медико-биологическая эффективность и технологические характеристики новых видов сахаросодержащих продуктов – сахаросодержащих порошков и сиропа из картофеля.

Показано повышение качества показателей мучных смесей, теста и готовых хлебобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки в результате применения сахаросодержащих продуктов из картофеля.

Теоретическая и практическая значимость работы определяется тем, что:

- установлены оптимальные технологические режимы получения сахаросодержащих продуктов из картофеля – сахаросодержащих порошков и сиропа из картофеля;
- разработана и утверждена техническая документация ТУ 9166-293-02069036-2012 «Порошок сахаросодержащий из картофеля»;
- разработана и утверждена техническая документация на мучные смеси ТУ 9290-277-02069036-2013 «Мука «Орловский богатырь»;
- разработана и утверждена техническая документация ТУ 9113-311-02069036-2014 «Хлеб ржано-пшеничный «Орловский богатырь»;
- проведена производственная апробация технологии сахаросодержащих продуктов из картофеля на ЗАО «Крахмалопродукты» (п. Шаблыкино);
- проведена производственная апробация технологии производства мучных смесей и хлебобулочных изделий на мини-пекарне ООО «Юность» (пгт. Хомутово);

- получен патент РФ на изобретение № 2580137 «Способ производства хлеба с добавлением сахаросодержащего порошка из картофеля».

Материалы диссертации используются в учебном процессе при чтении лекций по дисциплинам «Инновационные технологии продуктов питания из растительного сырья», «Технология получения и применения физиолого-функциональных добавок для продуктов питания из растительного сырья», выполнении научно-исследовательской работы студентов и проведении магистерских диссертационных исследований на кафедре «Технологии продуктов питания» Орловского государственного университета имени И.С. Тургенева.

Методология и методы исследования. Экспериментальные исследования проводили в условиях лабораторий кафедры «Технологии продуктов питания» Орловского государственного университета имени И.С. Тургенева, инновационного научно-исследовательского испытательного центра Орловского Государственного Аграрного Университета, испытательного лабораторного центра АНО «НТЦ» Комбикорм» (г. Воронеж), в промышленных условиях и лабораториях предприятий ЗАО «Крахмалопродукты», мини-пекарни ООО «Юность».

Картофельную массу оценивали по показателям вязкости на приборе «Амилотест» в режиме 2; содержание крахмала – по ГОСТ 7194-81.

Гидролизат картофельной массы оценивали по содержанию редуцирующих веществ и массовой доли общего сахара – перманганатным методом, массовую долю декстринов – по методу М.П. Попова и Е.Ф. Шаненко по оптической плотности экстракта после взаимодействия с раствором йода с последующим пересчетом по эмпирическим формулам.

Сахаросодержащие продукты из картофеля оценивали по ГОСТ 28561, ГОСТ Р 52060, ГОСТ 26188, ГОСТ 25555.0, ГОСТ Р 53951, ГОСТ 8756.13, ГОСТ 25555.2, ГОСТ32192; массовую долю влаги – методом высушивания, титруемую кислотность – методом нейтрализации кислот и кислореагирующих соединений в вытяжке из продукта раствором щелочи в присутствии

индикатора фенолфталеина; общий белок – методом Къельдаля; содержание сырой клетчатки – методом Кюшнера и Ганека, массовую долю редуцирующих веществ – перманганатным методом; содержание золы – методом сжигания навески в муфельной печи; аминокислотный состав порошка – хроматографическим методом на анализаторе ААА-339; водосвязывающую способность определяли как отношение массы воды, связанной продуктом, к исходной массе последнего; водоудерживающую способность - как отношение массы воды, связанной продуктом, к исходной массе последнего после центрифугирования; степень набухания – по отношению изменения объема продукта к исходной массе последнего; содержание токсичных элементов – по ГОСТ 26929, ГОСТ 26927, ГОСТ 26930, ГОСТ 26932, ГОСТ 26933, ГОСТ 30178, ГОСТ 30538; пестицидов – по ГОСТ 30349, ГОСТ 30710; радионуклидов – по ГОСТ Р 54015, ГОСТ Р 54016, ГОСТ Р 54017; нитратов – по ГОСТ 29270; микробиологические показатели – по ГОСТ 31904, ГОСТ 26669, ГОСТ 26670, ГОСТ 31659, ГОСТ 31747, ГОСТ 10444.8, ГОСТ 10444.15, ГОСТ 10444.12; медико-биологические исследования – на аутбредных мышах чистопородного скрещивания (Линия/сток CD-1) 1-2 месячного возраста по их влиянию биохимический анализ крови (содержание общего белка, глюкозы, холестерина, щелочной фосфатазы, АЛТ и АСТ).

Мучные смеси и тесто из них: число падения – по ГОСТ 27676; коэффициент однородности – по содержанию ключевого компонента (редуцирующих веществ) в 5 навесках с последующим расчетом по статистическим формулам; массовая доля влаги – экспресс-методом на приборе Кварц-21М; титруемая кислотность – методом титрования гидроокисью натрия в присутствии фенолфталеина; предельное напряжение сдвига – на автоматизированном пенетрометре АП-4/2 и Структурометре СТ-1М; адгезию – на приборе Структурометр СТ-1М.

Хлебобулочные изделия оценивали по ГОСТ 21095, ГОСТ 5670, ГОСТ 5669, удельный объем – по принципу вытесненного объема сыпучего

заполнителя; содержание бисульфитсвязывающих соединений – методом, основанным на связывании альдегидов и кетонов бисульфитом натрия; удельную набухаемость – по отношению массы воды, связанной продуктом к исходной массе продукта; выход изделий определяли производственной пробной выпечкой.

Положения, выносимые на защиту:

- технология сахаросодержащих продуктов из картофеля на основе гидролитического расщепления картофельного сырья ферментным препаратом амилоглюкозидаза AMG 1100 BG;

- результаты теоретических и экспериментальных исследований химического состава и технологических характеристик сахаросодержащих продуктов из картофеля, полученных при биохимической модификации картофельного сырья;

- технологии ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с применением сахаросодержащих продуктов из картофеля.

Степень достоверности и апробация результатов исследования. Достоверность полученных результатов обеспечивалась применением стандартных и специальных современных методов исследования, математических методов планирования и статистической обработки экспериментальных данных, подтверждается совпадением результатов лабораторных и промышленных испытаний.

Основные результаты и положения представлены на следующих научных конференциях: I Международной научно-технической интернет-конференции «Фундаментальные и прикладные аспекты создания биосферосовместимых систем» (Орел, 2012), II Международной научно-практической «Направления развития технологии, организации и гигиены питания в современных условиях» (Орел, 2012), Международной виртуальной Интернет-конференции «Биотехнология. Взгляд в будущее» (Казань, 2012), Международной интернет-конференции «Потребительский рынок: качество и безопасность продовольственных товаров» (Орел, 2013), Международной интернет-

конференции «Приоритеты и научное обеспечение реализации государственной политики здорового питания в России» (Орел, 2013), XV Всероссийской научно-практической конференции «Современное хлебопекарное производство: перспективы развития» (Екатеринбург, 2014), IV Международной научно-технической конференции «Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений», (Воронеж, 2014), VIII Международной научно-практической конференции «Технология и продукты здорового питания» (Саратов, 2014), IV Международной научно-практической интернет-конференции «Приоритеты и научное обеспечение реализации государственной политики здорового питания в России» (Орел, 2015).

Апробацию основных результатов исследований осуществляли в условиях ЗАО «Крахмалопродукты», ООО «Юность».

Хлеб ржано-пшеничный «Орловский богатырь» награжден дипломом II степени «За внедрение в производство оригинальных рецептов функционального назначения в рамках областного конкурса «Смотр качества хлебобулочной продукции предприятий Орловской области «День хлеба – 2017».

ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Применение крахмалсодержащего сырья при производстве пищевых продуктов

Крахмалистость сырья - это массовая доля общего количества сбраживаемых углеводов (крахмала и сахаров) в крахмалсодержащем сырье [21]. К крахмалсодержащему сырью относятся практически все сельскохозяйственные зерновые и бобовые культуры и картофель. Ценность культуры зависит, прежде всего, от наличия в ней крахмала, а также сахаров [33, 39].

Основными крахмалсодержащими сельскохозяйственными культурами являются картофель, зерно пшеницы и ржи, кукуруза, сахарное сорго [33, 53, 59].

Картофель. Главным показателем качества и ценности картофеля является его химический состав, т.е. содержание в нем основных питательных веществ [33, 53, 141].

Картофель состоит из большого количества полезных для нашего организма соединений, богат минеральными веществами. В нём содержится большое количество калия, кальция, магния, фосфора, также есть железо, натрий, хлор. Богат картофель и витаминами. Также, в состав картофеля входят такие вещества, как ненасыщенные жирные кислоты, моно- и дисахариды, пищевые волокна, органические кислоты, зола. В картофеле содержится большое количество крахмала (на 100 г продукта приходится около 15 г). Картофель с давних времен обладает лечебными свойствами - нормализует работу кишечника, а также эффективен при лечении гастритов. Картофельный сок оказывает противовоспалительное, спазмолитическое, мочегонное действие, кроме этого, он снижает кровяное давление и может быть использован при лечении гипертонической болезни. В связи с большим содержанием витамина С, картофель повышает защитные силы организма,

ограничивает возможность заболеваний дыхательных путей, улучшает эластичность сосудов, то есть нормализует проницаемость капилляров, оказывает благоприятное действие на функции центральной нервной системы, стимулирует деятельность эндокринных желез, способствует лучшему усвоению железа и нормальному кроветворению, препятствует образованию канцерогенов. В картофеле содержится много клетчатки, которая нормализует секреторную и двигательную функции желудка и кишечника. Пищевые волокна адсорбируют и выводят из организма избытки холестерина, связывают соли тяжёлых металлов и желчные кислоты, нейтрализуют их, не давая нанести вред организму [56, 57, 59, 91].

Добавление картофеля издавна практикуется в хлебопечении. Среди многочисленных современных рецептов хлеба также можно встретить добавление картофеля в разных видах: пюре, хлопья, крахмал, картофельная мука и др.

Добавление картофеля производится в количестве 3 % - 7 % к весу муки. Целью внесения картофеля является восполнение недостатка крахмала в муке, при этом улучшается качество мякиша, особенно при чрезмерно сильной или короткорвущейся клейковине. За рубежом коррекция крахмала производится путем добавки в тесто картофельных хлопьев или сухого пюре в порошке в количестве до 4 % от веса муки. Картофель можно использовать в тесто для всех видов хлеба: пшеничный, пшенично-ржаной, ржано-пшеничный и прочих видов. Картофельное тесто можно использовать для булочно-пирожковых изделий [7, 19, 33].

Для приготовления картофельной муки используется некондиционное сырье [33]. Некондиционный картофель образуется при сборе урожая, сортировке и хранении картофеля в сельхозорганизациях, личных подсобных и фермерских хозяйствах, а также на предприятиях по производству картофелепродуктов [59].

Картофель поступает на калибровку, крупные клубни отправляют на основное производство сухого картофеля, где его инспектируют и отбирают

некондиционное сырье. Мелочь после калибровки и некондиционные клубни поступают на мойку и очистку. Затем картофель варят. После этого он отправляется на вальцовую сушилку. Затем производится дробление, рассев и фасовка. Картофельную муку можно смешивать с обычной хлебопекарной мукой, тесто в таком случае приобретает дополнительную вязкость. Например, при соединении картофельной и пшеничной муки получают основу теста для изготовления лапши (этот способ широко распространён в армянской кухне). Иудейские повара применяют картофельную муку для выпечки во время еврейской Пасхи, когда религиозным уставом запрещается употреблять многие зерновые [7, 19, 33].

Из картофельной муки можно испечь хлеб, который будет мало отличаться по консистенции от обычного и будет обладать приятным запахом печёного картофеля. Также с использованием картофельной муки, в качестве придающего вязкость средства, можно приготовить кисели, соусы, компоты. Пекари используют картофельную муку для улучшения вкуса тортов, печенья, хлеба и другой выпечки. Картофельная мука делает выпечку менее сухой и более лёгкой, воздушной, придаёт ей дополнительную приятную сладость. Картофельную муку используют при производстве продуктов для людей, обладающих аллергией на глютен. Конечно, картофельная мука имеет совершенно другие вкусовые качества и кулинарные свойства, нежели пшеничная, так что не сможет заменить её в полной мере. Для имитации пшеничных изделий картофельную муку смешивают с другими видами безглютеновой муки, например, с рисовой [7, 19, 33, 141].

Картофельная мука очень богата углеводами, богата витаминами B₆ и C, калием и кальцием [33].

Также, некондиционный картофель целесообразно использовать для получения картофельного крахмала. Это экономически выгодно, поскольку в себестоимости крахмала отсутствует стоимость сырья, как основной статьи, влияющей на его цену [59].

Производство картофельного крахмала из некондиционного картофеля имеет ряд особенностей:

1) картофель, поступающий на переработку для получения крахмала, уже прошёл в основном производстве камне- и землечистку;

2) при получении крахмала из некондиционного картофеля в производство поступает много клубней, поражённых гнилью, что связано с длительным хранением такого картофеля;

3) поскольку образование некондиционного картофеля происходит по мере реализации продовольственного картофеля, количество его получается в меньших объёмах. С этим обстоятельством связано создание малотоннажного производства картофельного крахмала [59].

Такие виды крахмалсодержащего сырья, как *зерно пшеницы и ржи* имеет сложный химический состав. Они состоят из многих жизненно необходимых человеку веществ. Все вещества, входящие в состав зерновых, подразделяют на две группы: органические (белки, нуклеиновые кислоты, углеводы, липиды, ферменты, витамины, пигменты и некоторые другие) и неорганические (минеральные вещества и воду).

Белки выступают как важный аспект в жизненных процессах человека и животных. Белки содержатся во всех ферментах. Одним из основных источников снабжения человека белком является зерно. Белки состоят из аминокислот. Различают полноценные и неполноценные аминокислоты [6, 119, 125].

В зерновых культурах содержится до 60 % углеводов, отличающихся большим разнообразием: простые сахара, или моносахариды (пентозы, гексозы); дисахариды (сахароза, мальтоза); крахмал; целлюлоза; гемицеллюлозы; слизи (гумми). Наибольшую часть углеводов составляет крахмал. Из простых сахаров наибольшее значение имеют глюкоза и фруктоза. В зрелом зерне их содержится немного — 0,1 % - 0,2 %. Эти сахара сбраживаются дрожжами при брожении теста и при выпечке хлеба [6, 119, 125].

Пшеничное и ржаное зерно используют для производства муки, а муку в свою очередь для хлебобулочных изделий[29].

Ежегодно, в связи с погодными условиями в разных регионах нашей страны, образуется большое количество некондиционного картофеля и зерна. Часто это сырье не вывозят с полей и оно гниет, нарушая экологию, ухудшая и без того катастрофичную картину по увеличению парникового эффекта. Некондиционное зерно не используется в пищевой промышленности из-за низкого содержания белка. Оно не обладает необходимыми хлебопекарными свойствами, поэтому не подходит для производства муки. Как основа корма для сельскохозяйственных животных - не может быть использовано без внесения добавок, компенсирующих недостаток белка [20].

Некондиционное зерно и картофель используется при производстве спирта. Некондиционное зерно может быть использовано для получения крахмала и различных патоки. Отрасль переработки некондиционного зерна и картофеля в крахмал и патоки в настоящее время в РФ неплохо развивается.

Еще один вид крахмалсодержащего сырья – *кукуруза (маис)*. В семенах кукурузы содержится крахмал (61,2 %), кукурузное масло, большое количество пентозанов (7,4 %), различные витамины: биотин, никотиновая и пантотеновая кислоты, флавоновые производные, кверцетин, изокверцитрин и др. [34]. Кукуруза применяется для производства муки, крупы, крахмала, масла, бумаги, биотоплива [34].

По химическому составу крахмалсодержащие сорта *сорго* довольно близки к кукурузе. В зерне его содержится от 7 % до 25,9 % протеина, 64,2 % углеводов, 2,3 % золы, 2,8 % жира и 33 % клетчатки, наибольшее количество сахара бывает в фазе молочно-восковой спелости. Сахарное сорго образует преимущественно тростниковый сахар, сконцентрированный во внутренних частях стебля, и относительно немного гемицеллюлозы.

Сорго является сырьем для получения крахмала, спирта, пива, патоки, сахара, бумаги, строительных материалов, воска для автомобильной

промышленности и т. д. Из 1 т сухих стеблей получают от 250 до 700 кг кормовых дрожжей [34].

1.2 Производство сахаросодержащих продуктов из крахмалсодержащего сырья

Крахмалсодержащее сырье является первым растительным материалом для получения сахара. В настоящее время все крахмалсодержащие культуры могут быть переработаны с получением сахаров и являются ценным ежегодно возобновляемым ресурсом.

1.2.1 Способы подготовки крахмалсодержащего сырья к осахариванию

Основная задача подготовки крахмалсодержащего сырья к осахариванию – повышение доступности крахмала к гидролизу с образованием сахаристых продуктов при осахаривании. Это возможно, когда крахмал доступен для их действия, оклейстеризован и растворен, что достигается использованием тепловой обработки цельного сырья при повышенном давлении, или разваривания; сверхтонким механическим измельчением сырья на специальных машинах; механическим измельчением с последующей обработкой амилолитическими ферментами. При подготовке к осахариванию разрушается клеточная структура сырья и самих крахмальных зерен, происходят значительные структурно-механические изменения сырья и химические превращения веществ, входящих в его состав [39, 122].

Крахмал в растительных клетках находится в виде микроскопических гранул различной формы. Размер крахмальных гранул составляет от 1 до 120 мкм. Картофельный крахмал имеет самые крупные гранулы, их средний размер составляет 40 - 50 мкм. Гранулы крахмала злаков в среднем равны 10 - 15 мкм. Гранулы крахмала по химическому составу неоднородны и состоят из амилозы и амилопектина, равномерно распределенных [19, 122, 133, 135].

Свойства крахмала, такие как набухание, клейстеризация и растворение, имеют важнейшее значение, так как от них зависит атакуемость его амилолитическими ферментами. При нагревании в воде крахмал активно набухает и превращается в гель. Крахмальная гранула при этом ведет себя как осмотическая ячейка, в которой роль полупроницаемой перегородки (мембраны) играет амилопектин. Осмотическое давление и связанная с ним степень набухания возрастают с повышением температуры. Крахмальная гранула поглощает воды в 25 - 30 раз больше своего объема. При нарушении целостности гранул резко возрастает вязкость раствора - происходит клейстеризация крахмала. Температура клейстеризации зависит в основном от природы крахмала, размера гранул, наличия в воде солей и от других факторов. Температура клейстеризации пшеничного крахмала 54 - 62 °С, ржаного 50 - 55 °С, ячменного 60 - 80 °С, кукурузного 65 - 75 °С, картофельного 59 - 64 °С [7, 47, 116].

Ряд исследователей показали (В.А. Смирнов и В.П. Сотская), что основной реакцией распада гексоз (фруктозы, глюкозы) в процессе разваривания является оксиметилфурфурольное разложение. Механизм этой реакции окончательно не выяснен, но известно, что оксиметилфурфурол образуется из гексоз в кислой среде в результате дегидратации [117]. Оксиметилфурфурол - нестойкое соединение, распадающееся до левулиновой и муравьиной кислот. В аналогичных условиях из пентоз образуется фурфурол - более стойкое соединение, чем оксиметилфурфурол. Устойчивость отдельных моносахаридов зависит от рН среды и режима разваривания. Для сохранения моносахаридов в процессе разваривания наиболее благоприятна слабокислая реакция среды. Вторая по интенсивности разложения сахаров в процессе разваривания - реакция меланоидинообразования. Значение этой реакции в образовании потерь сбраживаемых веществ при разваривании невелико по сравнению с оксиметилфурфурольным разложением сахаров. Скорость меланоидиновой реакции можно снизить тем же путем, что и скорость оксиметилфурфурольного разложения сахаров, - смягчением режима

разваривания. При температуре до 100 °С белки картофеля и зерновых злаков коагулируются и частично денатурируются, вследствие чего сначала наблюдается некоторое уменьшение количества растворимого азота. При температуре 140 - 158 °С оно увеличивается, что объясняется пептизацией белков. По данным Д.Н. Климовского и С.А. Коновалова, при разваривании целого зерна в раствор переходит от 20 % до 50 % азота, содержащегося в зерне [117].

Крахмалсодержащее сырье в виде сахаросодержащих полупродуктов используется в основном при производстве этанола. Линии подготовки крахмалсодержащего сырья к осахариванию включают в себя общие аппараты для водно-тепловой обработки с устройствами нагрева водно-сырьевой смеси. При этом, все линии условно подразделяются на линии высокотемпературные и низкотемпературные обработки [118].

Известна линия подготовки сырья к осахариванию по технологии высокотемпературного разваривания сырья, состоящая из последовательно установленных и сообщенных между собой смесителя для смешивания крахмалсодержащего сырья с водой (смесителя-предразварника), варочных колонн, выдерживателя-пароиспарителя, вакуум-испарителя [102]. Температурный интервал обработки составляет 135 - 175 °С. Недостатком этой линии является трудность ее эксплуатации из-за наличия аппаратов (варочных колонн), работающих под давлением выше атмосферного (0,6 - 1,0 МПа). Кроме того, высокая температура в варочных колоннах способствует протеканию побочных реакций. В водно-сырьевой смеси образуются побочные продукты (меланоидины), что ведет к снижению сахаристости, а так же повышению расхода тепловой и электрической энергии, охлаждающей воды, ферментных препаратов для осахаривания.

Известна линия подготовки крахмалсодержащего сырья к осахариванию по технологии низкотемпературной обработки сырья, включающая смеситель, предразварник, контактную головку, паросепаратор, вакуум-камеру, а так же систему насосов и трубопроводов [1]. Эта линия эксплуатируется при

температурах близких к 100 °С. К недостаткам этой линии относится ее сложность в сочетании с низкой эффективностью, обусловленной пониженной температурой обработки.

Известна также линия подготовки крахмалсодержащего сырья к осахариванию, включающая последовательно соединенные смеситель для смешивания сырья с водой с присоединенной к нему емкостью для приготовления и подачи разжижающих ферментов, аппарат для ферментативной обработки водно-сырьевой смеси, вакуум-охладитель [120]. Указанная линия эксплуатируется при температуре 80 - 95 °С и обеспечивает низкотемпературное осахаривание сырья. К недостаткам этой линии относится низкая эффективность ведения технологического процесса подготовки крахмалсодержащего сырья к осахариванию.

Известна также линия для подготовки крахмалсодержащего сырья к осахариванию, включающая смеситель сырья с водой с присоединенной к нему емкостью для подачи разжижающих ферментов, аппарат для ферментативной обработки водно-сырьевых масс, снабженный водно-сырьевым контуром с насосом, вакуум-охладитель-осахариватель, при этом, между смесителем и аппаратом для ферментативной обработки встроено устройство механоакустической обработки, обеспечивающее гомогенизацию и диспергирование обрабатываемой водно-сырьевой смеси [84]. Недостатком этой линии являются высокие энергозатраты при производстве обусловленные применением роторно-пульсационной механоакустической обработки и сложность эксплуатации.

Известен способ подготовки крахмалсодержащего сырья к осахариванию (ржаной муки) под действием собственных ферментов. Для этого готовят суспензию с водой в соотношении 1:3 и выдерживают ее при температуре 56 - 65 °С и рН 4,5 - 5,0 в течение 10 - 30 минут [79].

Также известен способ подготовки к осахариванию крахмалсодержащего сырья (ржаной муки) путем приготовления суспензии и прогрева ее со скоростью 1 °С в минуту с температурными паузами по 30 минут при 40, 60, и

70 °С с последующей высокотемпературной обработкой при температуре 120 - 125 °С [81].

Недостатками вышеуказанных способов является то, что не все виды сырья имеют повышенную ферментативную активность, поэтому эти способы подготовки узкоспецифичны.

Известен способ подготовки картофеля к осахариванию [85], предусматривающий температурную обработку от 0 °С и ниже. Ее осуществляют выдерживанием картофеля в естественных условиях при нулевой или отрицательных температурах наружного воздуха, например, при хранении картофеля на складах в зимнее время, либо выдерживанием в холодильных камерах, в которых создаются и автоматически обеспечиваются нулевая или отрицательная температуры. Продолжительность температурной обработки картофеля по предлагаемому способу составляет 20 суток и более (верхний предел не ограничивается).

В результате обработки картофеля по предлагаемому способу до 40 % крахмала переходит в водорастворимое состояние (в картофельный сок), одновременно повышается гидролизуемость остаточного нерастворимого крахмала. Далее картофель можно измельчить в кашку и подвергнуть ферментативному осахариванию. Недостатком указанного способа является значительная длительность процесса.

Известен механико-ферментативный способ подготовки крахмалсодержащего сырья к осахариванию разработанный сотрудниками ВНИИПрБ (Б.А. Устинниковым и др.) [117]. В соответствии со способом, измельченный картофель поступает в смеситель, где смешивается с теплой водой температурой 60 — 65 °С и бактериальным ферментным препаратом — источником α -амилазы (Амилосубтилин ГХ и ГЗХ и др.) из расчета 2,0 — 2,5 ед. АС/г условного крахмала картофеля [117]. Недостатком данного способа является затруднение его осуществления в связи с тем, что ферментный препарат Амилосубтилин снят с производства.

Таким образом, приведенные способы подготовки крахмалсодержащего сырья к производству весьма разнообразны. Их главной целью является разрушение структуры крахмалсодержащего сырья и повышение доступности к гидролитическому расщеплению. Высокотемпературные режимы гидротермической обработки являются энергоемкими, высокие температуры сопряжены с потерей сахаров за счет их термораспада. Меньшие потери сахаров имеют методы подготовки сырья к осахариванию, предусматривающие мягкие режимы гидротермической обработки и предусматривающие механо-термически-ферментативную обработку.

1.2.2 Способы осахаривания крахмалсодержащего сырья

Разжижение и осахаривание крахмала ферментативным гидролизом хорошо исследовано и изучено. Назначение его состоит в переводе крахмала, содержащегося в разваренной массе, в сахара (мальтоза + декстрины) под воздействием амилазы солода или плесневых грибов.

В 1811 году адъюнкт Российской Академии наук Константин Кирхгоф открыл превращение крахмала в сахар при кипячении с серной кислотой. В 1814 году Кирхгоф открыл другую не менее важную каталитическую реакцию - действие диастазы солода на крахмал [17].

Сегодня общеизвестно, что серная, азотная и щавелевая кислоты уничтожают желатинообразное состояние крахмала и под их воздействием, при продолжительном нагревании, крахмал превращается в глюкозу.

Для изучения эволюции представлений о процессе гидролиза, частным случаем которого является осахаривание крахмала, представляют интерес воззрения профессора А.Н. Ходнева.

В 1852 году профессор Ходнев высказал мысль, что катализатор является химически активным веществом, которое дает промежуточные продукты. Каталитическое воздействие кислот на крахмал и превращение его в глюкозу профессор Ходнев объяснял предварительным образованием «парных

соединений», например, серная кислота присоединяется к крахмалу, а это соединение легко распадается при нагревании с водой на серную кислоту и углевод, который в минуту выделения поглощает воду и переходит в виноградный сахар.

Получаемые продукты при кислотном гидролизе имеют низкое качество, так как в них присутствуют продукты реверсии, кислотного разложения, разрушения белковых примесей крахмала, а также минеральных примесей, образующихся при нейтрализации кислоты. И что немаловажно, не удается достичь достаточно полного осахаривания крахмала.

Многие виды сахаросодержащих продуктов до 1960 г. получали кислотным гидролизом крахмала [47, 116]. Ферментативный гидролиз крахмала был впервые применен в Японии в 1959 г. [140].

Первые исследования, проведенные в Японии и США, были направлены на получение патоки с высоким содержанием сахаров с использованием ферментов микробного происхождения [101].

В связи с тем, что при переработке крахмала до сахаросодержащих продуктов требуется высокая очистка крахмала – наибольшее внимание исследователей направлено на применение ферментативного гидролиза крахмала при переработке растительного сырья [58, 90].

Ферментативный гидролиз имеет ряд преимуществ: не требует больших энергозатрат и дорогостоящего оборудования, устойчивого к кислотам, а также исключает загрязнение готового гидролизата продуктами реверсии сахаров.

Установлено, что фермент состоит из белковой части (апофермента) и свободной от белка части (простетической), называемой коферментом.

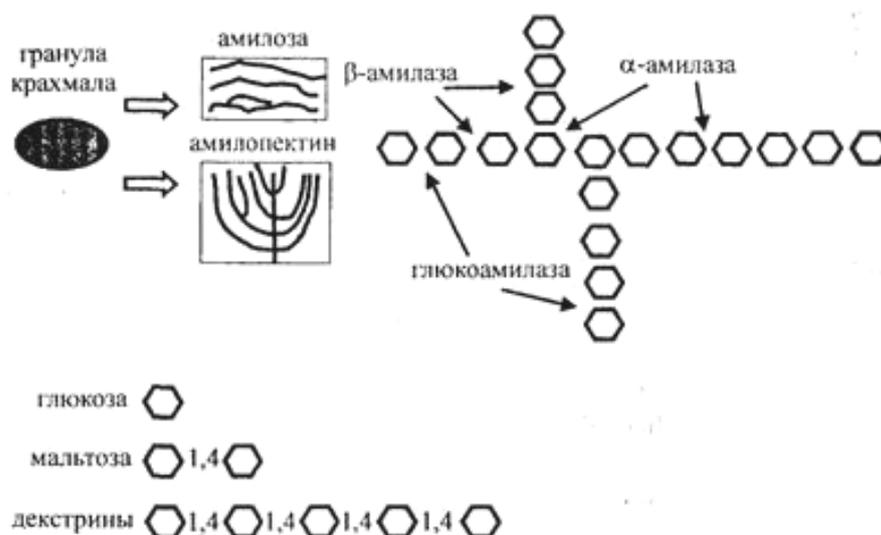


Рисунок 1 – Механизм действия амилолитических ферментов на крахмал [41]

Для получения сахаристых продуктов широко применяются ферментные препараты. Они действуют в малых количествах, при невысоких температурах и при pH раствора, близком к нейтральному. К используемым в практике амилолитическим ферментам относятся α -амилаза, β -амилаза, амилоглюкозидаза, амило-1,6-глюкозидаза.

α -Амилаза катализирует разрыв α -1,4-гликозидных связей в крахмале с образованием низкомолекулярных олигосахаридов и небольшого количества мальтозы и глюкозы. Различают две фазы действия α -амилазы на крахмал. Первая фаза приводит к декстринизации, при которой крахмал расщепляется на фрагменты с достаточно высокой молекулярной массой. Во второй фазе, называемой фазой осахаривания и протекающей с меньшей скоростью, декстрины частично разлагаются до тетра- и тримальтозы, которые очень медленно гидролизуются до ди- и моносахаридов. При гидролизе крахмала образуются устойчивые разветвленные декстрины. Наиболее термостабильными являются бактериальные α -амилазы, максимальная их активность проявляется при pH 6,0 - 7,0, они проявляют высокую декстринизирующую способность. Амилазы, выделенные из грибов, обладают большей кислотоустойчивостью, максимальная их активность наблюдается при

pH 4,5 - 5,5 и температуре 55 – 65 °С, они проявляют сравнительно высокое осахаривающее действие.

При промышленном производстве глюкозы из крахмала α -амилазы используются для разжижения крахмального клейстера. При этом важно применять ферменты, имеющие высокую термостабильность. Чаще всего для этих целей применяют препараты, полученные из бактериальных продуцентов [37, 52, 116].

β -Амилаза является экзоферментом концевой действия и проявляет сродство к предпоследней α -1,4-связи с нередуцирующего конца линейного участка амилозы и амилопектина. Клейстеризованный крахмал гидролизуется ферментом с образованием мальтозы в β -конфигурации, поэтому данная амилаза названа β -амилазой. При обработке амилозы происходит полный гидролиз полимера до мальтозы. В случае амилопектина гидролиз приостанавливается на предпоследней α -1,4-связи, граничащей с α -1,6-связью, и, наряду с мальтозой (54 % - 58 %), образуются так называемые β -декстрины. Поэтому ни α -, ни β -амилаза не могут полностью гидролизовать крахмал. Оптимальные условия действия β -амилазы: pH - 4,2, температура 50 °С [37, 52, 116].

Глюкоамилаза катализирует последовательное отщепление концевых остатков α -D-глюкозы и применяется для осахаривания при производстве глюкозы. С высоким выходом она продуцируется штаммами микроорганизмов родов *Aspergillus*, *Rhizopus* и *Endomycopsis*. В зависимости от оптимальных pH различают кислые (pH 3,5 - 5,6) и нейтральные глюкоамилазы. Термостабильность глюкоамилаз лежит в интервале от 30 до 45 °С и редко повышается до 55 – 60 °С. Глюкоамилазы обладают способностью в десятки раз быстрее гидролизовать высокомолекулярный субстрат, чем олиго- и дисахариды, что является их отличительной особенностью [38, 47, 48, 51].

α -Глюкозидаза обладает способностью гидролизовать α -1,4-связи с нередуцирующего конца субстрата с отщеплением остатка глюкозы. α -Глюкозидаза проявляет наибольшее сродство к низкомолекулярным

субстратам, легко гидролизует мальтозу и олигосахариды, полисахариды гидролизует медленно. В отличие от глюкоамилазы, α -глюкозидаза отщепляет глюкозу не в β -D-, а в α -D-форме. Кроме того, α -глюкозидаза обладает высокой трансферазной активностью, поэтому в реакционной среде обнаруживаются изосахара [38, 48].

Пуллуланаза способна гидролизовать α -1,6-гликозидные связи в пуллулане, амилопектине и других разветвленных полисахаридах. Если между двумя α -1,6-связями расположено более трех остатков глюкозы, то процесс расщепления α -1,6-связей идет значительно медленнее. Оптимальные условия действия фермента: pH - 5,0, температура 45 – 60 °C. Совместное действие α -амилазы и пуллуланы на амилопектин приводит к его полному гидролизу [98].

Изоамилаза также гидролизует α -1,6-связи в ветвящихся субстратах. Отличительной особенностью изоамилазы по сравнению с пуллуланазой является неспособность ее гидролизовать пуллулан. Этот фермент образуют многие микроорганизмы, такие как *B. amyloliquefacie*, *Cytophaga*, *Streptomyces*, *Pseudomonas amyloclavata*, *Saccharomyces cerevisiae* и др., ферменты которых обладают способностью гидролизовать субстрат при pH 3,5 - 6,5 и температурах от 25 до 53 °C [18, 38].

В технологии производства сахаристых крахмалопродуктов одним из основных является процесс разжижения крахмала - перевод крахмальных зерен в растворимое состояние. В качестве катализатора используется бактериальная α -амилаза. Зерновые (А-тип) крахмалы более доступны к атаке α -амилазы, чем крахмалы из корнеплодов и бобовых (В- и С-типы крахмала).

Обычная α -амилаза, полученная с использованием штамма *Bac. subtilis* (амилосубтилин Г10х), обладает недостаточной термостойкостью. Поэтому крахмальную суспензию концентрацией 30 % - 35 % (pH 6,0 - 6,2) и необходимой концентрацией ионов кальция обрабатывают при температуре 85 - 90 °C в две стадии. На первой стадии происходит одновременно клейстеризация крахмальных зерен и гидролиз 1,4-гликозидных связей,

вследствие чего резко снижается вязкость гидролизата. После первой стадии разжижения проводится высокотемпературная обработка продукта при 120 - 130 °С для обеспечения полноты клейстеризации крахмала, при этом полностью инактивируется фермент, вследствие чего на второй стадии вводят новую порцию препарата. Вторая стадия также осуществляется при 85 °С в течение 1 - 1,5 ч. Полученный гидролизат содержит 15 % - 18 % редуцирующих веществ. Далее, после установления рН 4,0 - 4,5, производят осахаривание с применением глюкоамилазы до получения необходимого углеводного состава конечного продукта.

Ферментный препарат α -амилазы, созданный на базе *Vac. Licheniformis*, в сравнении с амилосубтилином обладает существенно большей стабильностью. Стадия процесса разжижения осуществляется при температуре 103 – 107 °С в течение 5 – 10 мин, стадия разложения проводится при 90 – 98 °С в течение 1 – 2 ч.

Для осахаривания крахмала применяются в основном препараты глюкоамилазы. С целью увеличения выхода глюкозы созданы ферментные препараты, которые содержат ферменты, гидролизующие α -1,6-гликозидные связи в крахмале.

Так, известные, в Европе и Украине компании: Dawn Foods, Novozymes, CFF, Alland & Robert предлагают множество ферментных препаратов, одним из которых является амилоглюкозидаза, то есть глюкоамилаза грибного происхождения, наиболее подходящая для осахаривания крахмалсодержащего сырья [41, 63].

Ферментный препарат *AMG 1100 BG* [114] для хлебопекарной отрасли - это глюкоамилаза грибного происхождения, которая предлагается для использования в хлебопекарном производстве в качестве улучшителя или составной частью комплексных хлебопекарных улучшителей. AMG является очищенным ферментным препаратом, продуцируемый *Aspergillus niger*. Фермент глюкоамилаза гидролизует 1,4- и 1,6- α -гликозидные связи амилозы и амилопектина. Способствует накоплению в тесте глюкозы, повышению его

газообразующей способности. В таблице 1 представлена характеристика ферментных препаратов амилолитического действия [41].

Таблица 1 – Характеристика ферментных препаратов амилолитического действия

Продукт	Фермент	Продуцент фермента	Оптимальные параметры действия	Рекомендуемая дозировка, г/100 кг муки
Fungamil 2500 SG	α -амилаза грибного происхождения	Asp. orisae	pH=5; t=50-60 °C	0,2-1
AMG 1100 BG	Глюкоамилаза	Asp. niger	pH=3-4; t=70-80 °C	5-25
BAN 800 MG	α -амилаза бактериального происхождения	Вас. amyloliquefaciens	pH=5-7; t=60-80 °C	0,01-0,03

Исследования данных ферментов показали, что использование AMG 1100 BG позволяет получить хлеб с наилучшим состоянием мякиша, при этом продолжительность расстойки сокращается в 2 раза, также использование амилолитических ферментов снижает величину упека [41].

Изучением фермента AMG занимались многие исследователи, такие как - Kapish Gupta, Asim Kumar Jana, Sandeep Kumar, Mithu Maiti Jana [134], P.C. Ashly, P.V. Mohanan [128].

AMG используется в качестве технологической добавки во многих отраслях (пивоварение, алкогольные напитки, выпечка) [139]. В хлебопекарных и датских кондитерских производствах AMG используется для производства глюкозы из крахмальных полимеров (амилозы и амилопектина) [137]. Оптимальные условия для активности AMG широко изучались и обычно находятся в диапазоне 40 - 60 °C и pH 4,5 - 5 [134, 137]. Были проведены исследования, где оптимальными условиями для активности AMG были pH 4 при 55 °C и температура 70 °C при pH 4,5. Для AMG доступен только поврежденный крахмал (после измельчения). Результаты показали, что фермент активен при данной температуре и pH среде [129].

В последнее время большое внимание уделяется разработке ферментативных способов гидролиза крахмала путем переработки растительного сырья, исключая предварительное выделение крахмала [90].

Известен способ производства глюкозного сиропа с помощью дробления риса, вымачивания его в водном растворе диоксида серы, промывания водой для удаления растворившихся компонентов, обработки ферментным препаратом α -амилазы для разжижения крахмала, а затем осахаривания глюкоамилазой при рН 5,0 - 6,0 и длительности гидролиза, необходимой для получения определенного содержания глюкозы в продукте [58].

Разработана технология, которая позволяет осуществлять прямой гидролиз крахмалсодержащих свежих и высушенных корней маниока (кассавы). Разжижение осуществляется с использованием ферментного препарата α -амилазы, а осахаривание – глюкоамилазой [138].

Известен способ производства сахаристого продукта из ржаной муки [79], предусматривающий смешивание муки с водой в соотношении 1:3, разжижение под действием собственных ферментов и гидролиз с помощью фермента глюкоамилазы в течение 5 - 22 часов при температуре 56 - 65 °С в течение 30 мин. Содержание редуцирующих сахаров в конечном продукте составляет 51 % - 56 % на сухое вещество. Недостатком способа является большой расход ферментного препарата глюкоамилазы, заниженный выход готового продукта.

Известен способ производства сахаристого продукта из ржи, предусматривающий высокотемпературную обработку водно-мучной суспензии при температуре 120 - 125 °С и обработку смесью ферментных препаратов (грибная α -амилаза - 2,0 - 2,5 ед. амилолитической активности на 1 г крахмала в муке или ячменный солод 8 % - 10 % и цитаза в количестве 0,5 - 0,7 ед. на 1 г сухих веществ муки). Процесс осуществляют в течение 4 - 10 часов с получением сахаросодержащих продуктов с содержанием редуцирующих веществ 55,5 % - 76,5 % на сухое вещество [4, 85].

1.3 Производство пищевых продуктов из растительного сырья длительного хранения

В последние годы в зарубежных странах широкое развитие получило производство сухих пищевых порошков из растительного сырья. Основным преимуществом порошкообразных продуктов является мгновенная восстанавливаемость при добавлении жидкости и длительные сроки хранения [5].

В процессе сушки происходят физико-химические изменения показателей продукта и его структурно-механических свойств. Различают свободную и связанную влагу. Свободная влага представляет собой основное количество влаги и может свободно перемещаться из клетки в клетку. Связанная влага по своим свойствам приближена к упругому твердому телу. В пищевых продуктах одновременно содержатся, как связанная, так и свободная влага. По мере удаления влаги прочность ее связи с материалом увеличивается [36].

Ребиндер П.А. [36] классифицировал виды связи влаги с материалом на 3 группы. *Механически связанная* (капиллярно-связанная) влага является самой слабой и удерживается за счет заполнения макро- и микрокапилляров. Данный вид связи можно рассматривать как свободную влагу, удаляемую при сушке в первую очередь. Следующий вид связи – *физико-химическая* – более прочная механически связанной влаги. К этой группе относят: адсорбционно-связанную влагу – влага удерживается у поверхности раздела коллоидных частиц с окружающей средой, ее удаление связано с дополнительным расходом энергии на теплоту адсорбции и обязательным превращением воды в пар; осмотически связанную влагу, которая при соединении с материалом не сопровождается выделением теплоты и связь ее менее прочная. К третьей группе относят *химически связанную* влагу, которая является самой прочной, при сушке практически не удаляется и на сам процесс не влияет.

Процесс сушки растительных материалов можно разделить на два периода. В первом периоде влага испаряется с поверхности материала (для

конвективной сушки температура поверхности материала равна температуре мокрого термометра). Во втором периоде температура поверхности материала повышается и приближается к температуре теплоносителя, а интенсивность сушки падает [60].

Для того, чтобы продукт не перегревался применяют предварительное обезвоживание материалов. Выделяют три способа обезвоживания: тепловая сушка, сорбционная сушка и механическое обезвоживание с помощью отжима, либо центрифугирования сырья. Сорбционную сушку используют в качестве вспомогательного элемента для сушилок. В качестве сорбционного материала используется такой же, но уже сухой продукт [28].

Известен способ вальцовой сушки картофельного пюре, отличающийся тем, что высушиваемые продукты агломерируют с использованием фруктовых и овощных концентратов, содержащих добавленный крахмал, а полученный агломерат подвергают влажной термообработке и одновременно сушат до достижения желаемого конечного содержания влаги. Недостатком данного способа является применение крахмала В-типа, например, из клубней канны, что является недоступным для российского производителя [89].

Известен способ производства картофельной крупки по совмещенной технологии. Картофель взвешивают, моют, инспектируют, режут на пластины, промывают от свободного крахмала, инспектируют и отправляют на варку. Сваренный картофель разделяют на два потока. Часть картофеля разминают в пюре, вносят добавки и высушивают до влажности 8 % - 12 % на одновальцовой сушилке. Вторую часть сваренного картофеля направляют в экструзионную установку, где измельчают и отделяют отходы. Полученные частицы пюре охлаждают. Соединение потоков осуществляют в смесителе, куда подают пневмотранспортом хлопья, охлажденные частицы пюре и готовую крупку. Влажность смеси должна составлять 40 ± 2 %. В смесителе продукт приобретает рассыпчатую структуру, геометрическую форму крупинок, после чего его направляют на гранулятор-просеиватель с диаметром отверстий сит 2 мм и затем на окончательную сушку в сушилку с кипящим

слоем. Высушенный продукт просеивают. Значительным преимуществом крупки является исключение трудоемкого процесса доочистки картофеля и высокая насыпная масса продукта - 750 кг/м^3 [114].

В настоящее время существует большое количество методов сушки в плодоовощной промышленности [36, 105, 110].

Сушка является наиболее распространенным способом удаления влаги из твердых и пастообразных материалов. В зависимости от способа теплопередачи сушилки классифицируются на конвективные и контактные [36, 55].

В конвективных сушилках высушиваемый материал находится в прямом контакте с сушильным агентом (топочными газами, нагретым воздухом).

В контактных сушилках нагрев высушиваемого материала тем или иным теплоносителем осуществляется через стенку, проводящую тепло [76].

Инфракрасная сушка продуктов питания, как технологический процесс, основана на том, что инфракрасное излучение определенной длины волны активно поглощается водой, содержащейся в продукте, но не поглощается тканью высушиваемого продукта, поэтому удаление влаги возможно при невысокой температуре ($40 - 60 \text{ }^\circ\text{C}$), что дает практически полностью сохранить витамины, биологически активные вещества, естественный цвет, вкус и аромат, подвергающихся сушке, продуктов. Данная технология позволяет сохранить содержание витаминов и других биологически активных веществ в сухом продукте на уровне $80\% - 90\%$ от исходного сырья [36, 55].

Известен способ получения сухого картофельного пюре с помощью прямого воздействия на влагу ИК-лампами с эффективной температурой излучения 2600 K и длиной волны $1,1 \text{ мкм}$, установленными в отражателе над барабаном таким образом, что в любой точке высушиваемого продукта создается равномерный световой поток [80].

Микроволновая сушка основана на воздействии интенсивного электромагнитного поля сверхвысоких частот (СВЧ) на обезвоживаемый продукт.

Сублимационная сушка продуктов основана на удалении влаги из свежемороженых продуктов в вакуумных условиях. Этот метод сушки продуктов в настоящее время является более совершенным, но в то же время и наиболее дорогостоящим. Данный метод был открыт еще в начале прошлого века, но использовался только для производства ограниченного количества и ассортимента сухопродуктов для нужд армии и космонавтики.

Акустическая сушка продуктов - воздействие на обезвоживаемый продукт интенсивных ультразвуковых волн. Этот процесс носит циклический характер, волна выбивает влагу, находящуюся на поверхности продукта, затем оставшаяся влага равномерно распределяется по капиллярам и процесс повторяется снова. Это происходит до тех пор, пока продукт не достигнет заданной влажности.

Кондуктивная сушка пищевых продуктов основывается на передаче тепла высушиваемому продукту путем непосредственного контакта с нагреваемой поверхностью сушильного оборудования [36]. Высокого качества конечного сухопродукта достичь не удастся из-за неравномерности влажности конечного продукта. Продукт, контактирующий с нагретой поверхностью в период сушки, пересушивается, что приводит к необратимости процессов восстановления, а из-за высокой температуры (320 - 340 °С) в камере сушильного оборудования, конечный сухопродукт теряет 30 % - 40 % витаминов и биологически активных веществ и становится ломким. Недостатком данного способа также является то, что при соприкосновении продукта с нагретыми вальцами происходит необратимая тепловая коагуляция белков, термическое разложение сахаров и изменение цвета. Этот метод сушки находит большое применение при сушке пиломатериалов, а также сырья и продукции в текстильной промышленности [36, 55, 105, 110].

Наиболее распространенным методом сушки продуктов в настоящее время является *конвективная* сушка. Этот метод сушки продуктов основывается на передаче тепла высушиваемому продукту за счет энергии нагретого сушильного агента - воздуха или парогазовой смеси. Сушка

продуктов при этом методе происходит при омывании продукта нагретым газом, воздухом, топочными газами, перегретым паром и другими теплоносителями, которые имеют температуру, отличную от температуры подвергающегося сушке материала. При этом методе сушки за счет сообщаемой продукту тепловой энергии идет испарение, находящейся в продукте, влаги, а унос паров влаги осуществляется сушильным агентом [36, 105].

Конвективная сушка материалов бывает следующих видов: в слое, во взвешенном, в полувзвешенном состоянии. Оборудование для сушки овощей, фруктов и любое сушильное оборудование, основанное на этом способе, имеет простое устройство [34]. Также различают конвективную сушку в псевдооживленном слое и с применением рециркуляции продукта. Высушивание псевдооживленного слоя наиболее целесообразно использовать в начальной фазе сушки, например на стадии предварительного нагрева продукта [28].

В связи со специфическими свойствами растительного сырья как объекта сушки – влагоинерционности и термочувствительности, препятствующим интенсификации процесса сушки – применяют комбинированный конвективно-контактный способ сушки. В качестве сорбента используют сухой продукт, циркулирующий в сушилке по замкнутому кругу. Этот способ называется *рециркуляционным*. Рециркулирующий продукт выполняет роль промежуточного тепло-влажносителя. Данный процесс достаточно длительный и не энергоемкий, так как складывается из нескольких циклов: нагрев, подсушку, тепло-влажнообмен между сырым и сухим продуктом, а также промежуточное охлаждение [28].

ЦНИИКОП разработал технологию производства сушеного картофеля влажностью 7 % - 8 % однократной, либо двукратной сушкой: в одном аппарате картофель высушивается до влажности 11 % - 12 %, а затем на ленточной конвейерной сушилке до 6 % - 7 % влажности [113].

Известна линия для производства сухого картофельного пюре с использованием ленточной сушилки. Продукт на выходе имеет высокие качественные показатели за счет облегчения и повышения степени его восстанавливаемости [82].

1.4 Применение сахаросодержащих продуктов из крахмалсодержащего сырья при производстве продуктов питания

Обеспечение населения качественной пищей является общечеловеческой проблемой в связи с ухудшением состояния окружающей среды. Один из важных продуктов питания во все времена является хлеб, поэтому диетологи особое значение придают хлебобулочным изделиям, так как они характеризуются высокой энергетической ценностью и хорошей усвояемостью.

В последние годы из-за внедрения безотходных технологий и комплексной переработки сельскохозяйственных продуктов вырабатывают новые виды дополнительного сырья. Это сырье, нетрадиционное для хлебопекарной промышленности, применяется для повышения пищевой ценности хлеба, создания новых изделий лечебно – профилактического назначения, улучшения физико – химических показателей готовых изделий, а также для замены традиционного дополнительного сырья. Высокоосахаренная патока используется взамен рафинадной и крахмальной патоки, а также ее возможно использовать взамен сахара–песка и рафинадной патоки при выработки хлеба «Столичного» и «Орловского» [108].

Изучена возможность замены патоки на сахарный сироп, полученный из зерна ржи, при использовании рецептуры пшеничного хлеба «Гражданский» из муки 1-го и 2-го сорта. Хлеб выпекался безопарным способом. Образцы хлеба, приготовленные с заменой патоки сиропом, по органолептическим показателям соответствовали установленным требованиям на данный вид изделий, имели более высокую пористость, ярко выраженный цвет и объем. Физико-

химические показатели качества хлеба также свидетельствовали о возможности замены патоки в рецептуре пшеничных сортов на сироп из зерна ржи [8].

Для пшеничного хлеба из муки 1-го сорта исследовано влияние сахарного сиропа на показатели при хранении. Сироп вносился в количестве 75 %, 100 %, 125 % от рецептурного количества патоки. Изделия хранились при 20 ± 2 °С и относительной влажности воздуха 70 ± 5 %. Чем больше в хлебе содержалось сиропа, тем количество поглощаемой влаги было выше, хлеб дольше сохранял свежесть [8].

По предложению ВНИИ Новых видов пищевых продуктов и добавок (г. Киев) был испытан заменитель сахара – «Отизон» – при производстве хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки, содержащего в рецептуре сахар или патоку.

Производство хлебопродуктов с содержанием сахара снижается с каждым годом все больше и больше. В последнее время наибольший спрос имеют продукты с добавлением ценных питательных элементов из муки, которая обогащена витаминами В₁, В₂, ниацином, восстановленным железом. Производство изделий с кукурузным сиропом и высоким содержанием фруктозы увеличилось [104].

Как заменители сахара применяются концентраты молочной сыворотки (КМС) и сахаросодержащий свекольный порошок (ССП), содержащий около 70 % сахарозы. ССП применяется с целью замены сахара или патоки, предусмотренных рецептурой, в улучшенных сортах хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки. Установлено, что 3 % сахара или 4,5 % патоки может быть заменено на 4,5 % ССП без ухудшения физико-химических и органолептических показателей хлеба. Отработаны способы внесения ССП в тесто, способствующие его дезодорации и осветлению, в виде заварки, заквашенной чистой культурой или в виде суспензии с частично гидролизованной сахарозой и активированными дрожжами. Установлена возможность и целесообразность применения КМС с массой долей сухих веществ 30 %, 40 %, и 50 % для замены 1 % сахара или патоки,

предусмотренных рецептурой. Данная замена способствует повышению пищевой ценности хлеба [108].

Известен способ производства хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки, предусматривающий введение в тесто сахаросодержащего свекольного порошка в количестве не более 4,5 % к массе муки [3].

Недостатком данного способа является то, что он применяется только при переработке смеси ржаной и пшеничной муки. Из-за придания мякишу темного цвета этот способ не приемлем для производства хлебобулочных изделий из пшеничной муки. Сахаросодержащий свекольный порошок в указанном способе используется только для замены сахара-песка и повышения выхода хлеба путем увеличения количества воды в тесте. Но при данном способе производства не происходит повышения качества хлеба, улучшения вкуса и аромата.

Наиболее близким является способ производства диетических мучных изделий, предусматривающий введение в тесто растительной добавки в виде высушенной твердой фазы морковного пюре в количестве 20 % - 30 % к массе муки [83].

Недостатком этого способа является то, что, из-за высокого содержания твердой фазы морковного пюре, газообразующая и газодерживающая способности теста очень низкие. Получаемые изделия имеют низкий объем, недостаточно развитую пористость, низкие значения структурно-механических свойств мякиша, не обладают сладким вкусом и приятным ароматом. Это не является недостатком для диетических мучных изделий, но для изделий массового потребления становится существенным недостатком.

Известен способ производства хлебобулочных изделий из пшеничной муки, включающий смешивание муки, воды, растительной добавки и других рецептурных компонентов, замес теста, его брожение, разделку, расстойку и выпечку полученных тестовых заготовок. В качестве растительной добавки используют порошок сахарной свеклы, который вводят при замесе теста в виде коллоидной смеси.

Наличие в составе порошка сахарной свеклы свыше 70 % сахарозы способствует увеличению газообразующей способности теста. Это наряду с улучшением структурно-механических свойств теста, вследствие дополнительного внесения поверхностно-активных веществ, сапонинов, пектинов, белков, порошка сахарной свеклы обеспечивает повышение удельного объема, пористости и замедление черствения готовых хлебобулочных изделий. Порошок сахарной свеклы, внесенный в составе коллоидной смеси, способствует повышению удельного объема, пористости готовых изделий и замедлению их черствения в процессе хранения.

Исследован порошок из яблочных выжимок с целью интенсификации технологического процесса приготовления теста и обогащения хлеба пищевыми волокнами. Осуществлялась разработка рецептур хлеба с применением другого сырья из яблок – повидла. Разработан сорт хлеба: «Прибалтийский» из ржаной обойной муки с добавлением 10 % повидла и «Пулковский» из смеси ржаной и сеянной муки и пшеничной муки 2 сорта с добавлением 5 % повидла [108].

Для применения в хлебопекарной промышленности наиболее перспективным сырьем являются различные виды крахмалопродуктов. Исследована возможность применения картофелепродуктов (клеточного сока, сухого картофельного пюре, крупы, хлопьев) при приготовлении пшеничных, ржано-пшеничных, в том числе заварных, сортов хлеба. Клеточный сок картофеля, который является отходом картофелекрахмального производства и содержит, как известно, помимо углеводов, белка, минеральных соединений и витаминов, активную липоксигеназу и термостабильные ингибиторы протеолиза, используется для улучшения качества пшеничного хлеба [2].

При увеличении дозировки картофельных хлопьев, хлеб приобретает сладковатый вкус, в нем повышается содержание сахара и декстринов, дольше сохраняется свежесть. Оптимальная доза картофельных хлопьев не более 5 % к массе муки [121].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО ОБЗОРУ ЛИТЕРАТУРЫ

Обзор литературных источников показал, что производство крахмалсодержащих сахаристых продуктов является достаточно перспективным, особенно в связи с необходимостью переработки такого сезонного крахмалсодержащего сырья, как картофель, имеющего потери урожая при хранении до 20 %, а в ряде хозяйств до 66 %.

В связи с этим, необходим коренной перелом в развитии переработки картофеля на основе ресурсосберегающих технологий, направленных на увеличение доли картофелепродуктов, имеющих повышенные сроки хранения.

При этом производство не должно быть сложным и энергоемким, должно позволять сохранять все полезные свойства нативного сырья, что показывает перспективность выбора таких способов переработки картофеля, как низкотемпературные режимы гидротермической обработки при подготовке к осахариванию и гидролиз с помощью ферментных препаратов для получения новых видов сахаристого сырья.

Для осахаривания крахмалсодержащего сырья наиболее целесообразно использовать глюкоамилазы грибного происхождения, одной из которых является амилоглюкозидаза AMG 1100 BG, так как данный фермент непосредственно направлен на накопление редуцирующих сахаров.

Для получения сухих порошков, имеющих длительные сроки хранения, наиболее распространенным методом сушки является конвективная сушка. Для предотвращения перегрева высушиваемого продукта, его порчи и сокращения времени высушивания целесообразно применять предварительное центрифугирование сырья – разделение продукта на жидкий и пастообразный, а также способ сорбционной сушки, основанный на смешивании сухого продукта и пастообразного, что позволяет уменьшить влажность продукта и значительно сократить время его высушивания в конвективной сушилке.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

ГЛАВА 2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Организация работы и схема проведения эксперимента

Экспериментальные исследования проводили в условиях лабораторий кафедры «Технологии продуктов питания» Орловского государственного университета имени И.С. Тургенева, инновационного научно-исследовательского испытательного центра Орловского Государственного Аграрного Университета, испытательного лабораторного центра АНО «НТЦ» Комбикорм» (г. Воронеж), в промышленных условиях и лабораториях предприятий ЗАО «Крахмалопродукты» (п. Шаблыкино), мини-пекарни ООО «Юность» (пгт. Хомутово). Исследования проводились поэтапно.

Порошки сахаросодержащие из картофеля получали в условиях лабораторий кафедры «Технологии продуктов питания» Орловского государственного университета имени И.С. Тургенева и ЗАО «Крахмалопродукты».

Микробиологические показатели безопасности и медико-биологические исследования порошков сахаросодержащих из картофеля проводили совместно с инновационным научно-исследовательским испытательным центром Орловского Государственного Аграрного Университета.

Муку «Орловский богатырь» получали в условиях лабораторий кафедры «Технологии продуктов питания» Орловского государственного университета имени И.С. Тургенева и условиях мини-пекарни ООО «Юность».

Приготовление теста осуществляли в лабораторных условиях кафедры «Технологии продуктов питания» Орловского государственного университета имени И.С. Тургенева и условиях мини-пекарни ООО «Юность». Для приготовления теста рассчитывали необходимое количество сырья (муки «Орловский богатырь», в состав которой входят порошки сахаросодержащие из

картофеля, воды, соли, дрожжей и сухой закваски Лезизауэр), определяли влажность муки, рассчитывали температуру воды для замеса теста.

В лабораторных условиях замес теста осуществляли вручную, брожение – в лабораторном расстойном шкафу, выпечку - в лабораторной печи. В условиях мини-пекарни ООО «Юность» замес теста осуществляли в тестомесильной машине ТМД-330, брожение теста – в условиях цеха, разделку тестовых заготовок – вручную с использованием порционных весов, расстойку – в расстойном шкафу Atrepan (Италия), выпечку – в ротационной печи «Восход».

Рецептуры экспериментальных образцов ржано-пшеничного теста приведены в Приложении 12.

Расстойку и выпечку производили в соответствии с рекомендуемыми параметрами [109].

Схема организации работы приведена на рисунке 2.1.

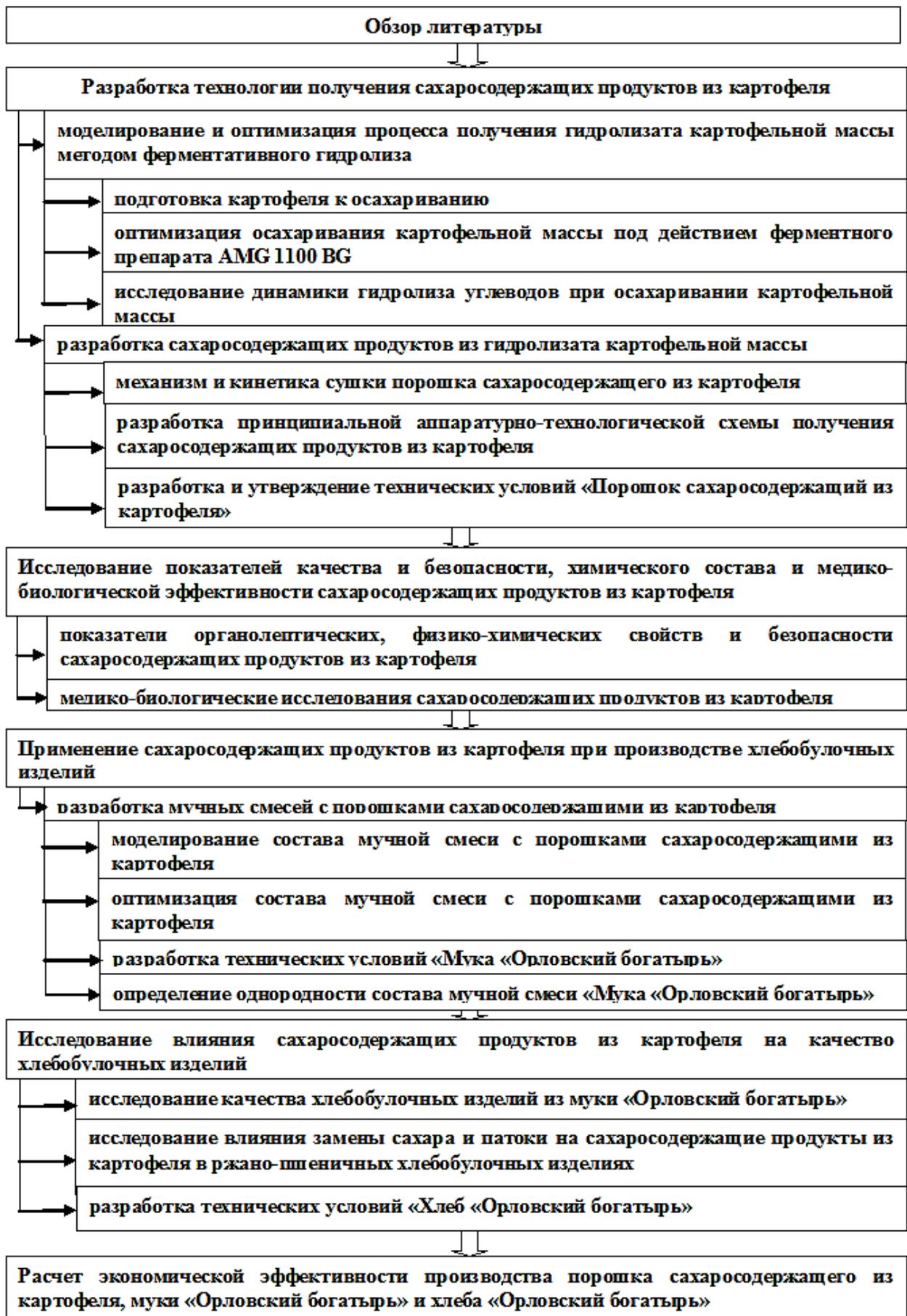


Рисунок 2.1 – Схема проведения эксперимента

2.2 Объекты исследования

Объектами исследований являлись:

- продовольственный картофель по ГОСТ Р 51808-2013;
- ферментный препарат AMG 1100 BG (Novozymes, Дания);
- вода питьевая по ГОСТ 51232-98, СанПиН 2.1.4.1074-01;
- мука ржаная хлебопекарная обдирная по ГОСТ Р 52809;
- мука пшеничная по ГОСТ Р 52189-2003;
- солод ржаной сухой по ГОСТ Р 52061-2003;
- соль поваренная пищевая по ГОСТ Р 51574-2000;
- дрожжи хлебопекарные прессованные по ГОСТ Р 54731-2011;
- сухая закваска Лезизауэр (Lezisauer, Германия);
- сахар белый по ГОСТ Р 33222-2015;
- патока рафинадная по ОСТ 18-233-75;
- картофельная масса;
- гидролизат картофельной массы;
- порошки сахаросодержащие из картофеля;
- сироп сахаросодержащий из картофеля;
- тесто с порошками сахаросодержащими из картофеля;
- тесто с сиропом сахаросодержащим из картофеля;
- хлебобулочные изделия с порошками сахаросодержащими из картофеля;
- хлебобулочные изделия с сиропом сахаросодержащим из картофеля.

Муку ржаную хлебопекарную обдирную и пшеничную хлебопекарную I сорта и общего назначения М 55-23, задействованную в работе, анализировали в соответствии со следующими показателями:

- влажность по ГОСТ 9404-88;
- количество и качество клейковины пшеничной муки по ГОСТ 27839-2013;
- число падения муки по ГОСТ 27676-88.

Характеристика образцов муки, применявшихся при проведении исследований, приведена в таблицах 2.1, 2.2.

Таблица 2.1 – Показатели качества пшеничной муки

№ образца	Сорт муки	Массовая доля влаги, %	Содержание клейковины, %	Число падения, сек.	Цвет
1	Мука пшеничная хлебопекарная I сорта	14,0	25	179	Белый с сероватым оттенком
	Мука пшеничная хлебопекарная общего назначения М 55-23	14,5	24,5	180	Белый с сероватым оттенком
2	Мука пшеничная хлебопекарная I сорта	14,5	24,5	182	Белый с сероватым оттенком
	Мука пшеничная хлебопекарная общего назначения М 55-23	14,0	23	179	Белый с сероватым оттенком
3	Мука пшеничная хлебопекарная I сорта	14,0	25	180	Белый с сероватым оттенком
	Мука пшеничная хлебопекарная общего назначения М 55-23	13,5	23,5	185	Белый с сероватым оттенком
4	Мука пшеничная хлебопекарная I сорта	14,0	25	180	Белый с сероватым оттенком
	Мука пшеничная хлебопекарная общего назначения М 55-23	14,5	23	180	Белый с сероватым оттенком

Таблица 2.2 – Показатели качества ржаной муки

№ образца	Сорт муки	Массовая доля влаги, %	Число падения, сек	Цвет
1	Ржаная обдирная	14,0	148,1	Серовато-белый
2	Ржаная обдирная	13,5	135,5	Серовато-белый
3	Ржаная обдирная	14,0	121,6	Серовато-белый
4	Ржаная обдирная	13,0	145,4	Серовато-белый

Ферментный препарат амилоглюкозидаза AMG 1100 BG (Novozymes, Дания) с амилоглюкозидазной активностью 1100 ед/г, гидролизующий 1,4-, 1,6-гликозидные связи, имеет режимы действия в зависимости от применяемого субстрата для ферментолиза: pH - 3-5; температура – 40 - 80 °С, дозировка - 0,01 - 0,06 [41, 62] (Приложение 1).

Дрожжи прессованные анализировали по скорости подъема теста, определяемой по ГОСТ 171-83 и по методу всплывающего шарика, описанного в руководстве [25]. Показатели качества заквасок отличались стабильностью, густые ржаные закваски имели влажность 50 ± 2 %, кислотность 14 ± 1 град., подъемную силу 30 ± 5 мин.

Остальное дополнительное сырье оценивали органолептически.

2.3 Методы исследования

Свежий картофель сорта «Брянская новинка» урожая 2011-2016 года был предоставлен ООО «МТС-Змиевка» (Орловская область).

Картофель:

- органолептические показатели – по ГОСТ Р 51808-2013;
- массовая доля крахмала – по ГОСТ 7194-81.

Картофельная масса:

- свойства углеводного комплекса крахмала [73];

Для определения углеводного комплекса свойств крахмала картофельной массы пробы картофеля отбирали вначале гидротермической обработки (варки) или ферментативной обработки, затем через 10, 20, 30 и 40 минут. Влажность продукта определяли по ГОСТ 28561-90.

Из анализируемого картофеля выделяли по две навески, массу которых в зависимости от влажности определяли по таблице 2.3. Навески заданной массы взвешивали с погрешностью не более 0,01 г.

Таблица 2.3 - Масса навески картофеля в зависимости от массовой доли влаги

Массовая доля влаги картофеля, %	Масса навески, г	Массовая доля влаги картофеля, %	Масса навески, г	Массовая доля влаги картофеля, %	Масса навески, г
1	2	3	4	5	6
69,0 - 69,4	12,45	74,0 – 74,4	12,95	79,0 – 79,4	13,45
69,5 – 69,9	12,50	74,5 – 74,9	13,00	79,5 – 79,9	13,50
70,0 – 70,4	12,55	75,0 – 75,4	13,05	80,0 – 80,4	13,55
70,5 – 70,9	12,60	75,5 – 75,9	13,10	80,5 – 80,9	13,60
71,0 – 71,4	12,65	76,0 – 76,4	13,15	81,0 – 81,4	13,65
71,5 – 71,9	12,70	76,5 – 76,9	13,20	81,5 – 81,9	13,70
72,0 – 72,4	12,75	77,0 – 77,4	13,25	82,0 – 82,4	13,75

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6
72,5 – 72,9	12,80	77,5 – 77,9	13,30	82,5 – 82,9	13,80
73,0 – 73,4	12,85	78,0 – 78,4	13,35	83,0 – 83,4	13,85
73,5 – 73,9	12,90	78,5 – 78,9	13,40	83,5 – 83,9	13,90

Навески картофеля (две пробы) помещали в две вискозиметрические пробирки, в которые заливали по 25 мл дистиллированной воды, закрывали их резиновыми пробками и энергично встряхивали 20 - 25 раз для получения однородной суспензии. Далее вынимали пробки, очищали их о край пробирки и колесиком специального штока перемещали прилипшие частицы картофеля со стенок пробирок в общую массу суспензии. Пробирки с образцами водно-картофельной суспензии и вставленными в них штоками устанавливали в специальную кассету и помещали в «водяную баню» (при температуре 25 °С), отжимали специальный захват, который фиксирует кассету с пробирками и штоками в водяной бане, и нажимали клавишу «ВК», после чего происходило перемешивание содержимого пробирок в процессе нагрева водяной бани до температуры 100 °С. При нагревании суспензии картофеля вязкость ее менялась за счет клейстеризации крахмала. По полученным данным строятся амилограммы.

- содержание крахмала – по ГОСТ 7194-81;

Гидролизат картофельной массы:

- массовая доля влаги – по ГОСТ 28561-90;

- массовая доля редуцирующих сахаров – по ГОСТ 8756.13-87;

- массовая доля общего сахара – по ГОСТ 8756.13-87;

- массовая доля декстринов – по методу М.П. Попова и Е.Ф. Шаненко [50];

Паста гидролизата картофельной массы:

- массовая доля влаги – по ГОСТ 28561-90;

Центрифугат:

- массовая доля сухих веществ – по ГОСТ Р 52060-2003;

Порошок сахаросодержащий из картофеля:

- массовая доля влаги – по ГОСТ 28561-90;
- активная кислотность – по ГОСТ 26188-2016;
- титруемая кислотность – по ГОСТ 25555.0-82;
- водосвязывающую способность порошков сахаросодержащих из картофеля рассчитывали как отношение массы воды, связанной продуктом, к исходной массе последнего, для этого навеску порошка сахаросодержащего из картофеля массой 1 г помещали во взвешенную центрифужную пробирку, добавляли 10 см³ дистиллированной воды и перемешивали в течение 1 минуты, смесь оставляли в покое на 30 минут, после чего её центрифугировали 5 минут со скоростью 4000 мин⁻¹, неадсорбированную воду сливали и пробирки взвешивали;
- водоудерживающую способность порошков сахаросодержащих из картофеля определяли по разности массы, для этого в пробирку засыпали 1 г сырья, взвешивали, заливали 10 мл горячей дистиллированной воды с температурой 90 °С и выдерживали при перемешивании в течение 10 минут, сливается верхний слой и пробирка с продуктом взвешивали;
- степень набухания определяли как отношение разности конечного и начального объема порошка к конечному объему продукта, для этого 5 г порошка засыпали в мерный цилиндр, измеряли объем, затем наливали 100 мл водопроводной воды, выдерживали в течение 6 часов и отмечали конечный объем порошка;
- общий белок – по ГОСТ Р 53951-2010;
- массовая доля редуцирующих сахаров – по ГОСТ 8756.13-87;
- содержание сырой клетчатки – методом Кюшнера и Ганека [66];
- массовая долю золы – по ГОСТ 25555.2-91;
- аминокислотный состав порошка – хроматографическим методом на анализаторе ААА-339 по ГОСТ 32192-2013;
- подготовка проб для определения содержания токсичных элементов – по ГОСТ 26929-94;

- определение содержания токсичных элементов – по ГОСТ 26927-86, ГОСТ 26930-86, ГОСТ 26932-86, ГОСТ 26933, ГОСТ 30178-96, ГОСТ 30538-97;
- определение содержания пестицидов – по ГОСТ 30349-96, ГОСТ 30710-2001;
- содержание радионуклидов – по ГОСТ Р 54015-2010, ГОСТ Р 54016-2010, ГОСТ Р 54017-2010;
- содержания нитратов – по ГОСТ 29270-95;
- отбор и подготовка проб к микробиологическому контролю – по ГОСТ 31904-2012, ГОСТ 26669-85;
- культивирование микроорганизмов и обработка результатов – по ГОСТ 26670-91;
- определение микробиологических показателей – по ГОСТ 31659-2012, ГОСТ 31747-2012, ГОСТ 10444.8-2013, ГОСТ 10444.15, ГОСТ 10444.12-2013;
- медико-биологические исследования проводили на аутбредных мышах чистопородного скрещивания (Линия/сток CD-1) 1-2 месячного возраста массой 28-31 г. Лабораторных животных разделяли на 3 группы методом «случайных чисел». Исследования проводили, опираясь на «МУК 2.3.2.721-98. Определение безопасности и эффективности биологически активных добавок к пище» и Правила надлежащей лабораторной практики в Российской Федерации (утв. приказом Министерства здравоохранения РФ от 1.04.2016 г. № 199 н), с учетом требований к безопасному обращению с животными, принятыми Европейской конвенцией. Контрольную группу лабораторных мышей содержали на стандартном рационе для грызунов. Опытным группам – включали в рацион сахаросодержащие порошки (СПК, СПКпш, СПКрж) в количестве $32 \cdot 10^{-3}$ г на 1 г живого веса мыши.

В конце опыта животным каждой группы внутрибрюшинно вводили 80 мг/кг морфина гидрохлорида, через 30 мин после этого декапитировали и отбирали пробы крови для определения биохимических показателей. Определение производили на биохимическом анализаторе RAL Clima MC-15 с использованием реактивов ДИАКОН-ДС (Россия).

Сахаросодержащий сироп из картофеля:

- массовая доля влаги – по ГОСТ 28561-90;
- титруемая кислотность – по ГОСТ 25555.0-82;
- общий белок, массовую долю редуцирующих сахаров, содержание сырой клетчатки, массовую долю золы, аминокислотный состав, определение содержания токсичных элементов, определение содержания пестицидов, содержание радионуклидов, содержания нитратов, определение микробиологических показателей и медико-биологических исследований определяли так же, как для порошка сахаросодержащего из картофеля;

Мучные смеси:

- число падения – по ГОСТ 27676-88;
- коэффициент однородности – по содержанию ключевого компонента (редуцирующих веществ) в 5 навесках [78].

Тесто:

- массовая доля влаги – экспресс-методом на приборе Кварц-21М [42];
- титруемая кислотность – методом титрования гидроокисью натрия в присутствии фенолфталеина [42];
- предельное напряжение сдвига – с помощью автоматизированного пенетрометра АП-4/2 [42] и Структурометра СТ-1М [45];
- адгезия – с помощью прибора Структурометр СТ-1М [98].

Хлебобулочные изделия:

- массовая доля влаги – по ГОСТ 21095-75;
- титруемая кислотность – по ГОСТ 5670-51;
- пористость – по ГОСТ 5669-96;
- удельный объем – по принципу вытесненного объема сыпучего заполнителя [42];
- массовая доля сахара – по ГОСТ 5672-68;
- содержание бисульфитсвязывающих соединений, методом, основанным на связывании альдегидов и кетонов бисульфитом натрия [50];
- удельную набухаемость по методике [127];

- выход изделий определяли производственной пробной выпечкой, описанной в методике [42].

2.4 Математические методы планирования эксперимента, обработки результатов исследований и оптимизации

Достоверность полученных результатов, научных положений, выводов и рекомендаций обеспечивалась применением современных методов теоретических и экспериментальных исследований, математических методов планирования и обработки экспериментальных данных, современных измерительных приборов, подтверждается совпадением результатов лабораторных и промышленных испытаний и базируется на критериях практической ценности и применимости целевого продукта.

Проведение экспериментальных исследований потребовало проведения опытов с 3 – 5-кратной повторностью. Средние арифметические значения представлены в виде доверительного интервала в таблицах. В работе применяли центральное композиционное ротатабельное планирование. Построение плана эксперимента, получение математических зависимостей и регрессионный анализ полученных моделей осуществляли с помощью Statistica 12.0, Simplex. Определение оптимальных параметров осуществляли с помощью инструмента «Поиск решения» программного обеспечения Microsoft Office Excel 2013. Статистическую обработку полученных экспериментальных данных проводили с использованием программного комплекса Microsoft Office Excel 2013. При статистической обработке экспериментальных данных рассчитывали среднее арифметическое значение показателей и их стандартные ошибки. О статистической значимости показателей у сравниваемых групп животных судили по критерию Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ АНАЛИЗ

ГЛАВА 3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ САХАРОСОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТОВ ИЗ КАРТОФЕЛЯ

В качестве сырья для производства сахаросодержащих продуктов широко применяется различное крахмал- и углеводсодержащее сырье [39, 112]. Такое сырье либо используется непосредственно [39, 112], либо подвергается предварительной обработке с целью получения продукта, обладающего сладким вкусом. Наиболее часто для сладких сахаросодержащих видов сырья применяется крахмалсодержащее сырье, которое подвергается какому-либо виду модификации основного компонента – крахмала, то есть его расщеплению (кислотному, ферментативному, комбинированному) до простых сладких углеводов [69, 131].

Наиболее распространенным видом сахаросодержащего продукта из крахмала являются различные виды патоки. Патока – разновидность рафинированного вида сахаросодержащего сырья, так как производство ее осуществляется также из рафинированного исходного сырья – крахмала. Это вызывает необходимость поиска ресурсосберегающих технологий глубокой переработки крахмалсодержащего сырья, потенциал которого используется не полностью. Одним из таких видов сырья является картофель. Среди полевых культур картофель занимает второе место после зерновых. Картофель устойчиво произрастает практически во всех климатических зонах страны, погрузочно-разгрузочные работы при его переработке легко поддаются механизации, не требуется дорогостоящих очистных сооружений при переработке отходов, а вторичное сырье – мезга является ценным кормовым продуктом. При рассмотрении общего химического состава картофеля следует отметить, что он в значительной степени зависит от сорта. По данным [97] содержание крахмала в картофеле составляет от 14 % до 29 %, белка от 1,4 % до 3 %, клетчатки до 1 %, жира от 0,2 % до 0,3 %, богат калием, фосфором,

свежий картофель является источником витаминов А, С, В₁, В₂, В₆ и фолиевой кислоты [117].

Картофель, как овощная культура содержит до 75 % воды, поэтому поврежденные клубни картофеля подвержены микробиологической порче, не подлежат хранению и должны быть переработаны как можно быстрее. В зависимости от технологии закладки на хранение доля поврежденного картофеля может составлять от 20 % до 66 % [61].

В связи с этим представляет интерес высокоэффективное комплексное воздействие на картофель, подлежащий немедленной переработке с целью получения новых видов сахаросодержащего сырья с удлинённым сроком хранения.

3.1 Моделирование и оптимизация процесса получения гидролизата картофельной массы методом ферментативного гидролиза

Существующие технологии производства сахаристых продуктов связаны с выделением крахмала и последующим его гидролизом в присутствии катализаторов – ферментов, кислот или комбинированным способом [112, 135].

Кислотный гидролиз имеет ряд недостатков: большие энергозатраты, кислотоустойчивое дорогостоящее оборудование, загрязнение готового гидролизата продуктами реверсии сахаров [112].

По сравнению с кислотным способом, ферментативный способ имеет ряд преимуществ:

- образование незначительного количества продуктов реверсии и разложения углеводов;
- осуществление процесса гидролиза при низких температурах и высоких значениях рН;
- получение продуктов более однородных по углеводному составу;
- не требуется дорогостоящее кислотоустойчивое оборудование.

Ферментативный гидролиз картофеля на стадии подготовки и осахаривания осуществляли с помощью ферментного препарата амилоглюкозидазы AMG 1100 BG, характеристика которого приведена в приложении 1.

Ферментный препарат амилолитического действия амилоглюкозидаза (глюкоамилаза) AMG 1100 BG выпускается фирмой «Novozymes» (Дания). Продуцентом фермента является *Aspergillus niger*. Глюкоамилаза способна гидролизовать 1,4- и 1,6-гликозидные связи амилозы и амилопектина с образованием глюкозы и декстринов. В соответствии с известными данными [41, 62], оптимальными условиями действия препарата являются pH 3-5 и температура от 40 до 80 °C в зависимости от субстрата для ферментализации. Он рекомендуется для интенсификации технологических процессов в хлебопекарном производстве, а так же для получения высокоосахаренных ферментативных полуфабрикатов [63].

Основным субстратом для амилолитического ферментативного расщепления в картофеле является крахмал. Содержание крахмала в картофеле находится в пределах от 14 % до 19 % [53].

Известно, что ферментативная реакция зависит от концентрации ферментного препарата и субстрата, pH среды и температуры [53].

Моделирование и оптимизация процесса получения гидролизата картофельной массы методом ферментативного гидролиза осуществлялась по следующей схеме: мойка – очистка - подготовка картофеля к осахариванию – оптимизация условий осахаривания картофеля - осахаривание картофельной массы - получение гидролизата картофельной массы.

3.1.1 Подготовка картофеля к осахариванию

При получении сахаристых продуктов с помощью ферментативного гидролиза важная роль принадлежит предварительной трансформации углеводного комплекса исходного сырья. Результативность действия

ферментов при осахаривании субстрата резко повышается, если субстрат подготовлен к биотрансформации и селективно однороден. В связи с чем, решение задачи предварительной подготовки позволяет максимально использовать ресурсы сырья. Предварительное расщепление цельного крахмалсодержащего сырья перед гидролитическим расщеплением широко применяется в спиртовой промышленности [112, 122]. Исходя из литературных данных [39, 69, 117], были выбраны способы подготовки сырья к осахариванию не требующие специального оборудования и обеспечивающие минимальные потери сахаристых веществ:

способ 1 - мойка картофеля – его очистка - гидротермическая обработка (варка) картофеля – измельчение картофеля;

способ 2 - мойка картофеля – его очистка – измельчение сырого картофеля - разжижение сырой картофельной массы под действием ферментного препарата.

В способе 1 гидротермическая обработка (варка) картофеля осуществлялась при гидромодуле 1:1,5-2 (картофель : вода) принятом в спиртовой промышленности [117] при атмосферном давлении, измельчали сваренный картофель до размера частиц не более 3 мм [39, 112].

В способе 2 измельчение сырого картофеля осуществлялось до размера частиц не более 3 мм [13], дозировка ферментного препарата амилоглюкозидазы AMG 1100 BG составляла 0,03 % к измельченной картофельной массе [140]. Для обеспечения ферментативного гидролиза измельченную картофельную массу помещали в термостат с температурой 60 °С.

Изменение свойств углеводного комплекса крахмала картофеля в процессе подготовки к осахариванию определяли на приборе «Амилотест» в режиме 2 «Амилограмма» [8]. Отбор проб для анализа осуществляли через 0, 10, 20, 30 и 40 минут.

Результаты исследований представлены на рисунках 3.1 - 3.2, а так же в приложении 2.

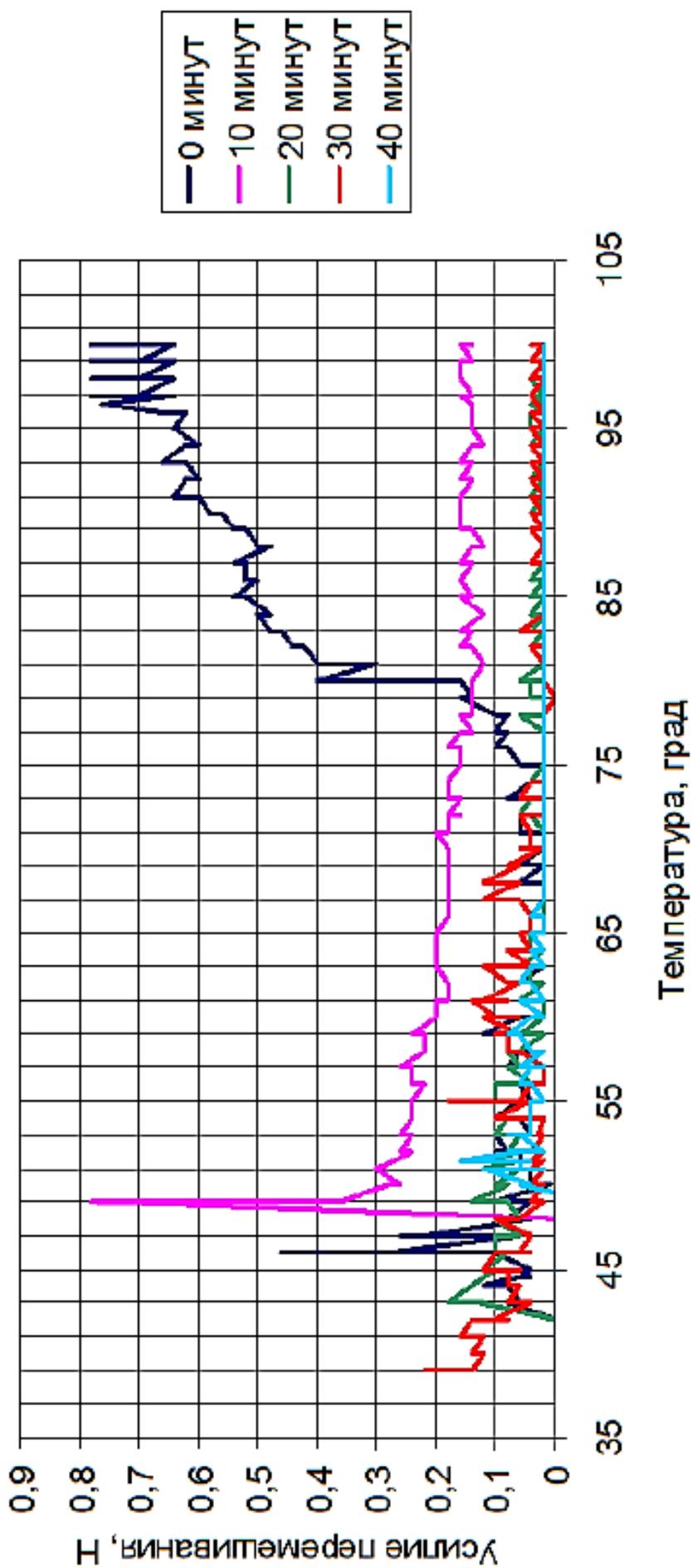


Рисунок 3.1 – Изменение свойств углеводного комплекса крахмала картофельной суспензии при гидротермической обработке (способ 1)

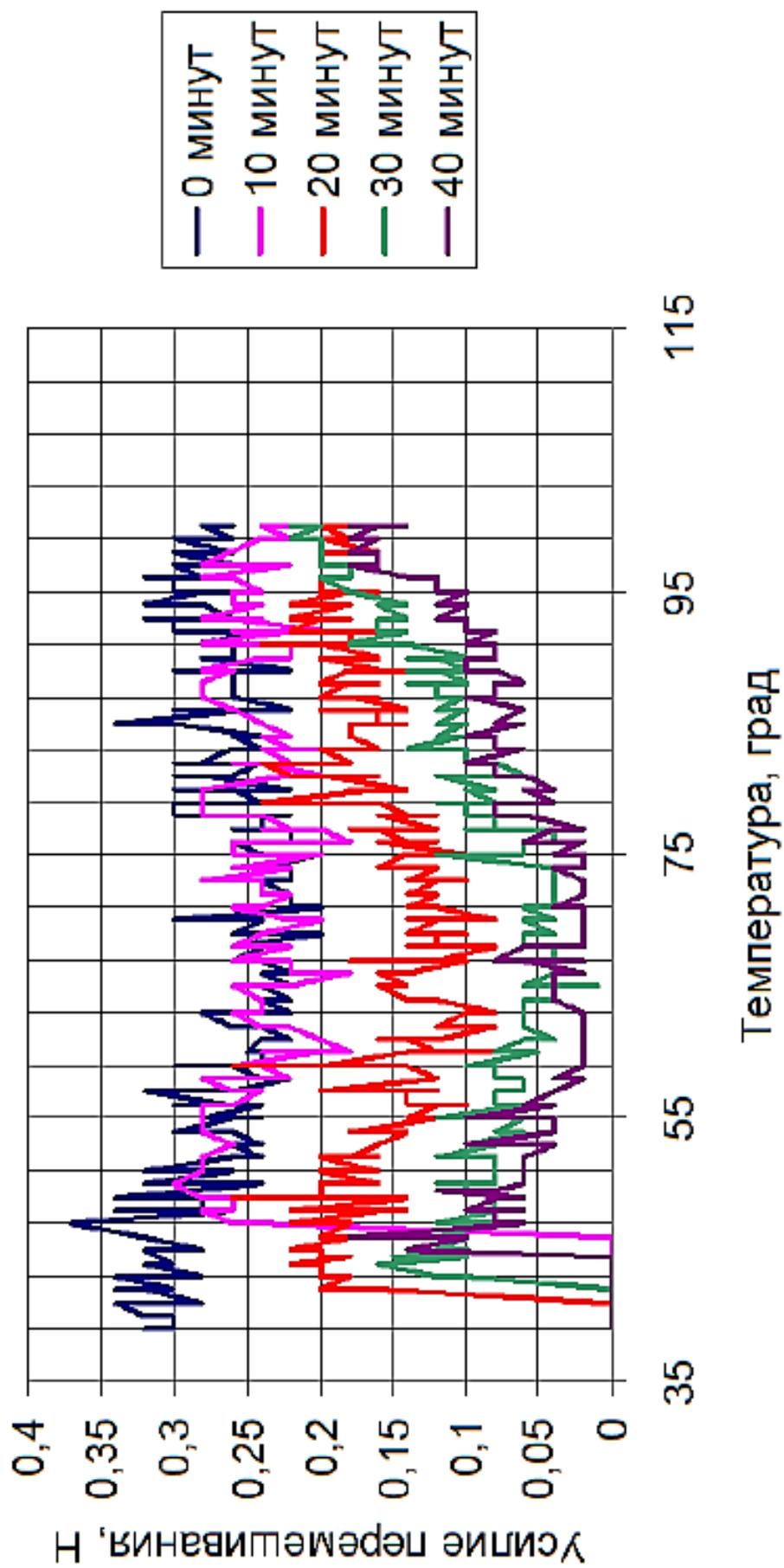


Рисунок 3.2 – Изменение свойств углеводного комплекса крахмала картофельной суспензии при ферментативной обработке (способ 2)

Как видно из амилограмм, представленных на рисунке 3.1 (способ 1), в начале гидротермической обработки (варки) картофеля максимальная вязкость картофельной суспензии наблюдается при температуре 95,5 °С, через 10 и 20 минут – при температурах 49 и 44,5 °С, что свидетельствует о начале деструкции крахмала картофеля. Через 30 и 40 минут гидротермической обработки ярко выраженных пиков изменения вязкости картофельной суспензии не наблюдается, что подтверждает его максимально возможное разрушение при данном режиме обработки.

Таким образом, увеличение продолжительности гидротермической обработки картофеля способствует получению более пологих кривых амилограмм. Это показывает, что происходит разрушение крахмальных зерен картофеля и, как следствие, снижение усилия перемешивания за счет уменьшения вязкости картофельной суспензии. Минимальная вязкость картофельной суспензии зафиксирована через 40 минут гидротермической обработки.

Обработка измельченной сырой картофельной массы ферментом амилоглюкозидаза AMG 1100 BG дает другую картину динамики деструкции крахмала картофельной суспензии (рисунок 3.2). Отсутствуют характерные пики вязкости крахмального геля, что объясняется активным действием фермента. Вязкость картофельной суспензии через 10 - 40 минут обработки имеет минимальные значения при температуре 65 - 75 °С. Увеличение продолжительности обработки от 0 до 40 минут снижает вязкость картофельной суспензии (усилие перемешивания) в 15 - 17 раз по сравнению с первоначальной.

Сравнительная оценка графического изображения амилограмм, а также экспериментальных данных, приведенных в приложении 2 показала, что гидротермическая обработка (варка) позволяет в большей степени разрушить крахмал картофеля, чем предварительная обработка сырой картофельной массы ферментным препаратом: среднее усилие перемешивания через 40 минут ферментативной обработки составляет 0,07 Н, а гидротермической

обработки (варки) – 0,03 Н, что свидетельствует о более глубокой деструкции крахмала. Преимуществом гидротермической обработки является так же снижение расхода дорогостоящего ферментного препарата при производстве сахаросодержащих продуктов из картофеля.

Исходя из полученных данных установлено, что подготовка картофеля к осахариванию путем гидротермической обработки в большей степени разрушает крахмал картофельной массы, это делает его более доступным для гидролитического расщепления с помощью ферментного препарата амилоглюкозидаза AMG 1100 BG, поэтому для дальнейших исследований был выбран способ 1.

3.1.2 Оптимизация осахаривания картофельной массы под действием ферментного препарата AMG 1100 BG

На следующем этапе исследований осуществлялась оптимизация условий осахаривания картофельной массы под действием ферментного препарата амилоглюкозидазы AMG 1100 BG. Для этого воспользовались методом ротатбельного планирования эксперимента. Оптимизация условий осахаривания предполагает определение влияния следующих факторов: дозировка ферментного препарата X_1 , содержание сухих веществ в гидролизуемой картофельной массе X_2 , рН среды X_3 и температура X_4 . В качестве параметра оптимизации (выхода) Y было принято содержание редуцирующих веществ в пересчете на сухое вещество, накопившихся в гидролизате картофельной массы. На стадии оптимизации условий осахаривания гидролиз проводили в течение одного часа.

Содержание сухих веществ, рН среды и температуру, предварительно подготовленной к осахариванию картофельной массы (п.п. 3.1.1 – способ 1) регулировали путем разбавления ацетатным буфером с соответствующим рН и температурой. Приготовление ацетатного буферного раствора с необходимым рН осуществляли, в соответствии с приложением 3. Температурные режимы гидролиза поддерживали с помощью термостата.

Эксперименты проводили в трехкратной повторности. Уровни факторов эксперимента представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Пределы изменения факторов эксперимента

Условия планирования	Пределы изменения факторов			
	X ₁ , дозировка ферментного препарата, %	X ₂ , содержание сухих веществ в гидролизуемой картофельной массе, %	X ₃ , рН	X ₄ , температура, °С
Основной уровень	0,04	15	4	55
Интервал варьирования	0,01	5	1	15
Верхний уровень (+1)	0,05	20	5	70
Нижний уровень (-1)	0,03	10	3	40
Верхняя звездная точка (+1,41)	0,06	25	6	85
Нижняя звездная точка (-1,41)	0,02	5	2	25

План и средние выходные параметры эксперимента представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – План и выходные параметры эксперимента

№	X ₁ , дозировка ферментного препарата, %	X ₂ , содержание сухих веществ в гидролизуемой картофельной массе, %	X ₃ , рН	X ₄ , температура, °С	Содержание редуцирующих веществ в гидролизате картофеля, %	Y, содержание редуцирующих веществ в гидролизате картофеля, % на сухое вещество
1	0,03	10	3	40	1,84	18,4
2	0,03	10	3	70	2,16	21,6
3	0,03	10	5	40	2,00	20
4	0,03	10	5	70	2,20	22
5	0,03	20	3	40	4,32	21,6
6	0,03	20	3	70	4,00	20
7	0,03	20	5	40	3,60	18
8	0,03	20	5	70	4,96	24,8
9	0,05	10	3	40	2,60	26
10	0,05	10	3	70	2,24	22,4
11	0,05	10	5	40	2,40	24
12	0,05	10	5	70	2,36	23,6
13	0,05	20	3	40	4,56	22,8
14	0,05	20	3	70	3,68	18,4
15	0,05	20	5	40	5,60	28
16	0,05	20	5	70	5,04	25,2
17	0,02	15	4	55	4,08	27,2
18	0,06	15	4	55	4,02	26,8
19	0,04	5	4	55	1,04	20,8
20	0,04	25	4	55	5,80	23,2
21	0,04	15	2,8	55	3,12	20,8
22	0,04	15	6	55	3,90	26
23	0,04	15	4	25	3,90	26
24	0,04	15	4	80	4,44	29,6
25	0,04	15	4	55	3,78	25,2
26	0,04	15	4	55	3,96	26,4

Данные эксперимента были обработаны при помощи программы Statistica 12.0. Статистическая обработка данных позволила получить математическую модель второго порядка, характеризующую зависимость содержания редуцирующих сахаров в гидролизате картофельной массы от дозировки ферментного препарата, содержания сухих веществ в гидролизуемой картофельной массе, pH, температуры:

$$Y = 23,5 + 0,69X_1 - 0,93X_2^2 + X_3^2 - 0,38 X_4^2 + X_3X_4 \quad (3.1)$$

Регрессионный анализ полученной математической модели представлен в Приложении 4.

Как видно из математической модели наибольший вклад в значение выхода вносят факторы X_2 и X_3 (содержание сухих веществ в гидролизуемой картофельной массе и pH), так как имеют самые высокие размеры коэффициентов. Значимыми оказались квадратичные члены уравнений, показывающие нелинейную зависимость выхода (содержания редуцирующих веществ) от исследуемых факторов. Линейную (прямую) зависимость влияния на содержание редуцирующих сахаров в гидролизате картофельной массы имеет дозировка ферментного препарата. Влияние факторов X_1 и X_3 с увеличением продолжительности гидролиза увеличивается, о чем свидетельствует знак «+» при коэффициентах в математической модели. Возможно, это обусловлено инактивацией некоторого количества внесенного ферментного препарата и затратами сухого вещества в процессе гидролиза.

Графическая интерпретация в виде сечений влияния исследуемых факторов на содержание редуцирующих веществ в гидролизате картофеля представлена на рисунках 3.3 - 3.5.

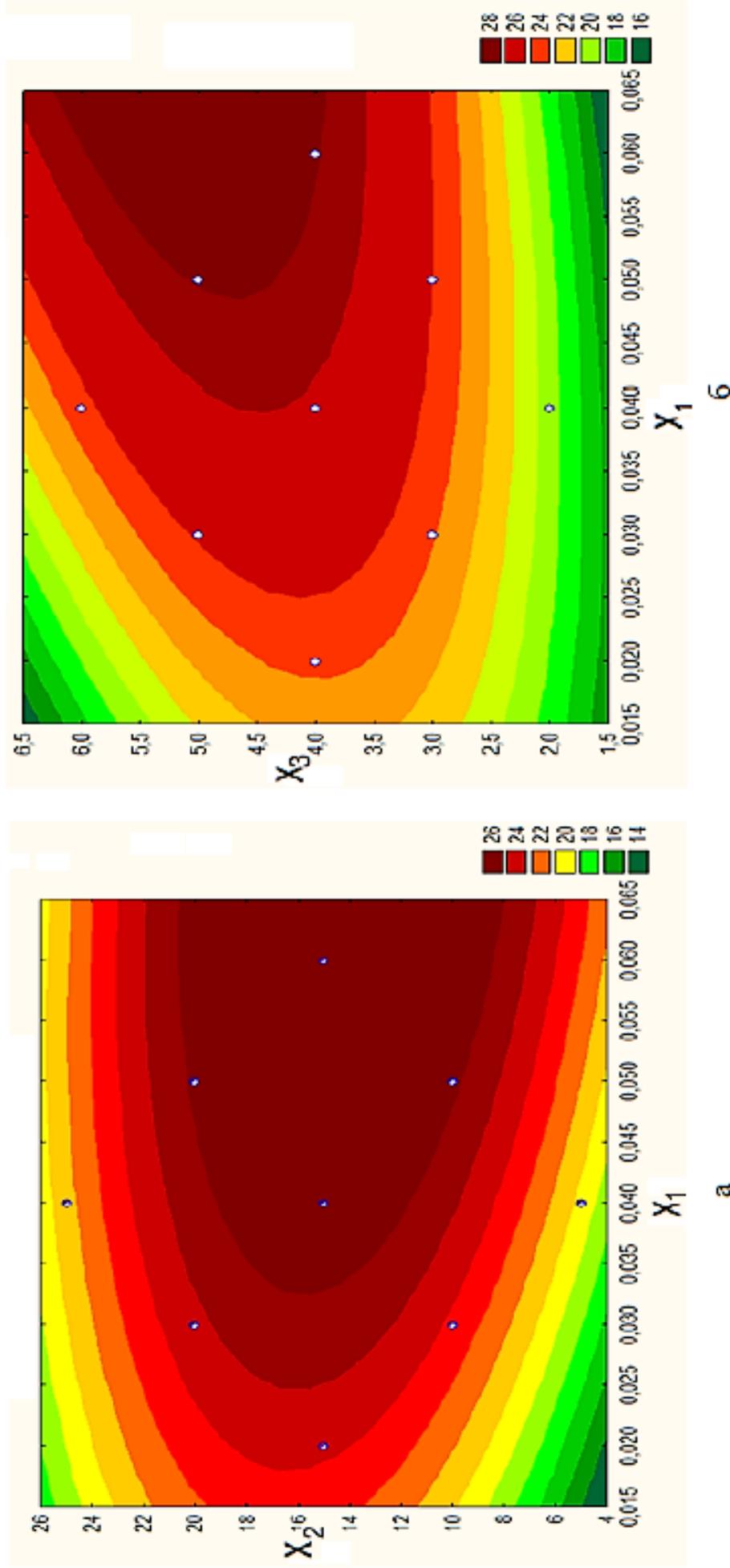


Рисунок 3.3 – Влияние дозировки ферментного препарата AMG 1100 BG (X_1), содержания сухих веществ в гидролизуемой картофельной массе (X_2) и pH (X_3) на содержание редуцирующих сахаров в гидролизате картофельной массы

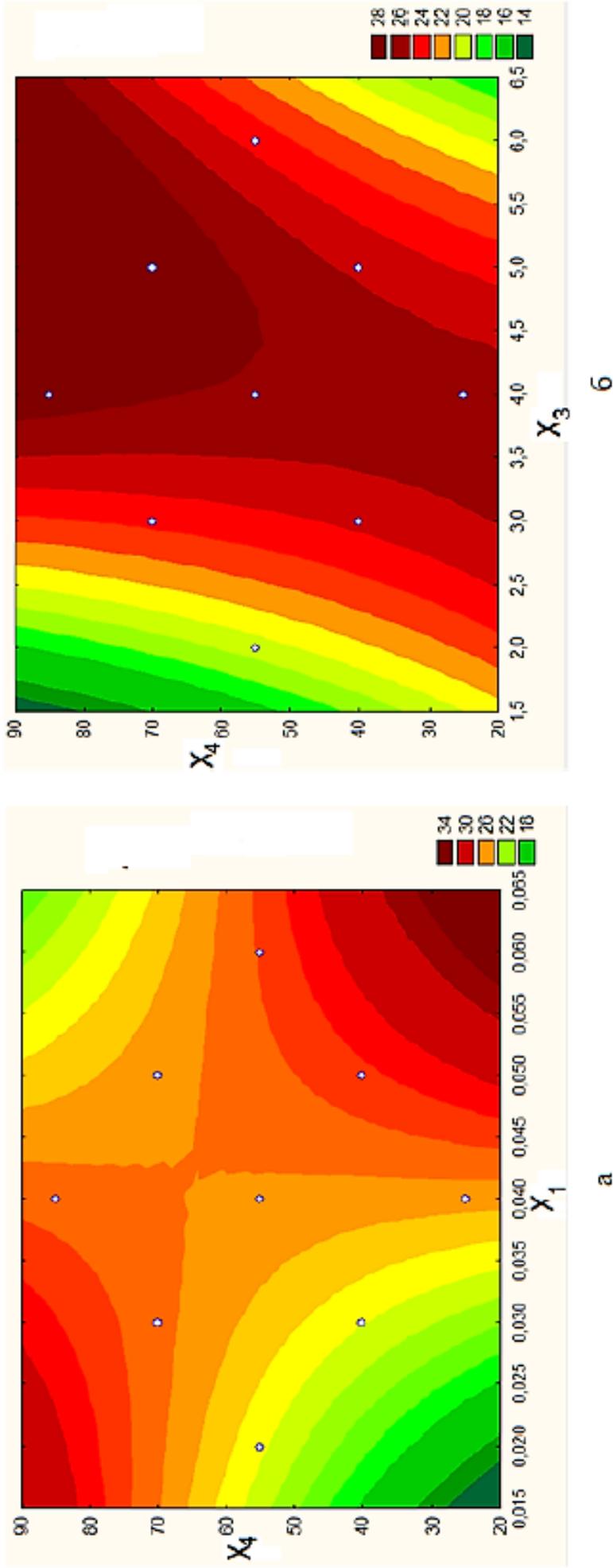
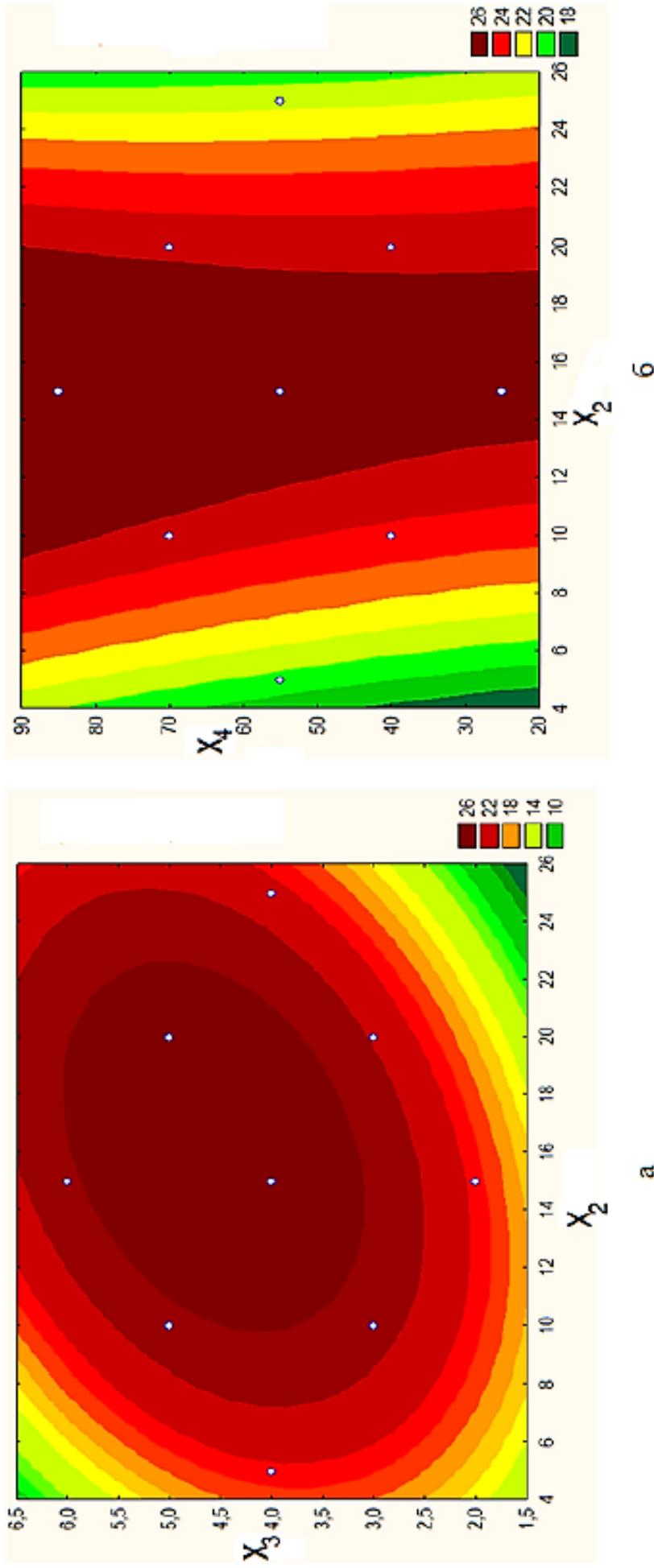


Рисунок 3.4 – Влияние дозировки ферментного препарата AMG 1100 BG (X_1), pH (X_3) и температуры (X_4) на содержание редуцирующих сахаров в гидролизате картофеля масссы



а

б

Рисунок 3.5 – Влияние содержания сухих веществ в гидролизуемой картофельной массе (X_2), рН (X_3) и температуры (X_4) на содержание редуцирующих сахаров в гидролизате картофельной массы

Анализ математической модели гидролиза и данных рисунков 3.3 - 3.5 позволили установить:

- интенсивность накопления редуцирующих веществ увеличивается с увеличением дозировки ферментного препарата до максимальных значений (0,05 % - 0,06 %) и снижении сухих веществ в гидролизуемой картофельной массе до 10 % (рис. 3.3 а);

- увеличение содержания редуцирующих веществ наблюдается при увеличении дозировки ферментного препарата до максимальных значений (0,05 % - 0,06 %). При этом, большее положительное влияние рН наблюдается при значениях от 4 до 6 (рис. 3.3 б);

- влияние температуры на процесс накопления редуцирующих веществ в гидролизате картофельной массы в течение гидролиза значительно связано с дозировкой ферментного препарата. Наблюдается графическая зависимость типа «седло». При высоких температурах (70 - 80 °С) большее количество редуцирующих веществ возможно получить при минимальной дозировке ферментного препарата (0,015 %) и, однако же, высокие дозировки ферментного препарата (0,06 % - 0,065 %) при низкой температуре (20 - 30 °С) так же позволяют получить большее значение выхода (рис 3.4 а);

- максимальное значение выхода наблюдается при сочетании температур (60 - 80 °С) и рН среды от 5 до 6 (рис. 3.4 б);

- максимальное количество редуцирующих веществ наблюдается при сочетании средних значений сухих веществ в гидролизуемой картофельной массе и рН, принятых в эксперименте – 15 % и 4 соответственно (рис. 3.5 а);

- наибольшее накопление редуцирующих веществ наблюдается при содержании сухих веществ в гидролизуемой картофельной массе 15 % - 20 % независимо от температуры (рис. 3.5 б).

Нахождение оптимальных параметров, дающих максимальное количество редуцирующих сахаров осуществляли с помощью программы Statistica 12.0. Результаты расчетов позволили получить следующие параметры ферментативного гидролиза измельченной картофельной массы:

температура - 65 - 75 °С; рН - 4,8 – 5; содержание сухих веществ в гидролизуемой картофельной массе - 19,4 % - 25 %; дозировка ферментного препарата AMG 1100 BG - 0,02 % - 0,06 %.

Полученные оптимальные параметры гидролиза были использованы для дальнейших исследований, направленных на получение высокоосахаренного полуфабриката картофельной массы. Для этого, осахаривание картофельной массы проводили в течение 7 часов, при оптимальных режимах. В таблице 3.3 приведены данные определения содержания редуцирующих сахаров в гидролизате картофельной массы в процессе гидролиза.

Таблица 3.3 - Результаты исследований содержания редуцирующих сахаров в процессе гидротермической обработки (варки) и осахаривания картофельной массы

Наименование показателей	Продолжительность, т, ч									
	гидротермическая обработка (варка)		осахаривание картофельной массы							
	0	1	0	1	2	3	4	5	6	7
Массовая доля влаги, %	75,0	75,8	78,8	80,2	80,2	80,2	80,8	80,8	80,8	80,8
Содержание редуцирующих веществ R _г , %	0,3	0,8	0,8	4,4	8,3	8,9	9,5	9,6	9,7	9,7

Данные таблицы 3.3 показывают, что в процессе гидротермической обработки содержание редуцирующих сахаров в картофельной массе увеличивается в 2,6 раза по сравнению с первоначальным количеством. Это обусловлено частичным разрушением крахмала картофеля под действием собственных ферментов в процессе прогрева. В процессе осахаривания содержание редуцирующих сахаров в гидролизате картофельной массы возрастает в 31,6 раза от содержания в исходном сырье. Массовая доля влаги в осахариваемой массе изменяется на 2,2 % по сравнению с начальным показателем влажности.

Изучение кинетики ферментативного гидролиза картофельной массы необходимо для теоретического описания процесса, так как с позиций кинетики можно рассматривать механизм ферментативного действия. В свою

очередь знание механизма ферментативного процесса имеет практическое значение в связи с тем, что, имея необходимые сведения о кинетике, можно регулировать условия технологического процесса, влиять на интенсивность в заданном направлении и на различных технологических стадиях.

На основании вышеизложенного, представляется целесообразным рассмотрение кинетических параметров ферментативного процесса гидролиза крахмала картофельной массы: среднюю скорость ферментативного гидролиза картофельной массы, константу скорости реакции, истинную (мгновенную скорость) и порядок реакции.

Для выявления периодов активности фермента в процессе осахаривания картофельной массы были построены дифференциальные кривые в координатах $\Delta P_r/\Delta t$, представленные на рисунке 3.6.



Рисунок 3.6 – Дифференциальная кривая ферментативного процесса гидролиза картофельной массы

Анализ данных таблицы 3.3 показал, что в течении 7 часов накапливается 9,7 % редуцирующих сахаров. В течение этого периода, на дифференциальной кривой (рис. 3.6) наблюдаются два пика скорости накопления редуцирующих сахаров: первый – через два часа, второй – через 4 часа. При дальнейшем гидролизе картофельной массы скорость накопления

редуцирующих веществ снижается, что возможно обусловлено накоплением продуктов гидролиза, которые ингибируют действие фермента.

Средняя скорость ферментативного гидролиза картофельной массы вычисляется по формуле:

$$\bar{v} = \pm \frac{P_{ГН} - P_{ГК}}{\tau_H - \tau_K} = \pm \frac{\Delta P}{\Delta \tau}, \% / \text{ч} \quad (3.2)$$

где $P_{ГН}$ и $P_{ГК}$ – содержание редуцирующих сахаров в гидролизате в начале и конце гидролиза, %,

τ_H и τ_K – время начала и окончания гидролиза, ч.

Анализ данных рисунка 3.6 позволил рассчитать среднюю скорость ферментативного гидролиза картофельной массы равную 1,11 %/ч.

Истинную (мгновенную) скорость реакции находят из выражения:

$$v = \pm \frac{dP_1}{d\tau}, \% / \text{ч} \quad (3.3)$$

где dP_1 – производная изменения содержания редуцирующих веществ в гидролизате за единицу времени $d\tau$.

Для реализации расчета истинной скорости реакции необходимо определить изменение содержания редуцирующих веществ в гидролизате картофельной массы в каждый момент времени. Производим вспомогательные расчеты, которые приведены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Результаты вспомогательных расчетов для определения скорости реакции гидролиза картофельной массы

Продолжительность, τ , ч	Начальное содержание редуцирующих сахаров в гидролизате, P_0 , %	Текущее содержание редуцирующих сахаров в гидролизате, P , %	Изменение содержания редуцирующих веществ в гидролизате к моменту времени τ , $P_1 = P - P_0$, %
1	0,8	4,4	3,6
2		8,3	7,5
3		8,9	8,1
4		9,5	8,7
5		9,6	8,8
6		9,7	8,9
7		9,7	8,9

Строим график кинетической кривой в координатах P_1 - τ (рисунок 3.7).



Рисунок 3.7 – Кинетическая кривая ферментативного процесса гидролиза крахмала картофельной массы

Как видно из данных, приведенных на рисунке 3.7, кинетическая кривая ферментативного процесса с высокой достоверностью аппроксимации описывается уравнением третьего порядка. Для нахождения скорости реакции в любой момент времени от полученного уравнения берем производную:

$$\frac{dP_1}{d\tau} = 0,2667\tau^2 - 2,662\tau + 6,4516 \quad (3.4)$$

После подстановки значений τ в выражение 3.1 получаем значения скорости реакции в каждый момент времени. Результаты расчетов приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Результаты расчетов истинной скорости реакции ферментативного гидролиза картофельной массы

Продолжительность, τ , ч	1	2	3	4	5	6	7
Скорость реакции, v , %/ч	4,1	2,2	0,9	0,1	0,1	0,1	0,1

Истинная скорость реакции по редуцирующим веществам составляет 1,1 %/ч и является близкой к средней скорости реакции, определенной выше.

Порядок реакции выражает зависимость скорости реакции (v) от концентрации реагирующих веществ. Согласно закону действующих масс, порядок реакции представляет собой степень, в которую возводится концентрация реагирующих веществ:

$$v = k \cdot C^n \quad (3.5)$$

где k – константа скорости реакции;

C – концентрация субстрата;

n – порядок реакции.

В качестве основного субстрата, подвергнутого воздействию ферментативного комплекса AMG 1100 BG, является крахмал. Однако в состав гидролизуемой массы входит не только крахмал, но и другие составляющие картофеля (белки, минеральные вещества и др.), которые влияют на процесс ферментативного гидролиза. Существующие методики определения количества крахмала в субстрате не позволяют с необходимой точностью установить его количество в биотрасформируемой растительной массе в связи со сложным механизмом ферментативной реакции и влиянием промежуточных продуктов гидролиза искажающих полученные данные. Поэтому считали целесообразным произвести пересчет данных о содержании редуцирующих веществ в гидролизате в данные об условном содержании крахмала. Для этого экспериментально определили начальное содержание крахмала в картофельной массе не подвергнутой ферментативному гидролизу, но прошедшей гидротермическую обработку, по методике приведенной в ГОСТ 7194-81. Содержание крахмала составило 15,61 %, это значение было принято за C_0 . Дальнейший расчет осуществляли из предположения, что количество крахмала будет уменьшаться (затрачиваться) на образование редуцирующих веществ:

$$C = C_0 - P_1 \quad (3.6)$$

где C – расчетная концентрация субстрата (крахмала), %

C_0 – начальное содержание крахмала в субстрате, определенное экспериментально, 15,61 %;

P_1 – изменение содержания редуцирующих веществ в гидролизате, %.

Результаты расчетов приведены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Результаты расчета изменения содержания крахмала в процессе гидролиза картофельной массы

Продолжительность, τ , ч	0	1	2	3	4	5	6	7
Концентрация крахмала, C , %	15,61	12,01	8,11	7,51	7,11	6,81	6,71	6,71

Определение порядка реакции осуществляем графическим методом [122]. Зависимость концентрации субстрата от времени процесса может быть выражена прямой линией в случае подбора правильной системы координат. Методом подбора была определена система координат соответствующая реакции третьего порядка $1/C^2 - \tau$ (рисунок 3.8).

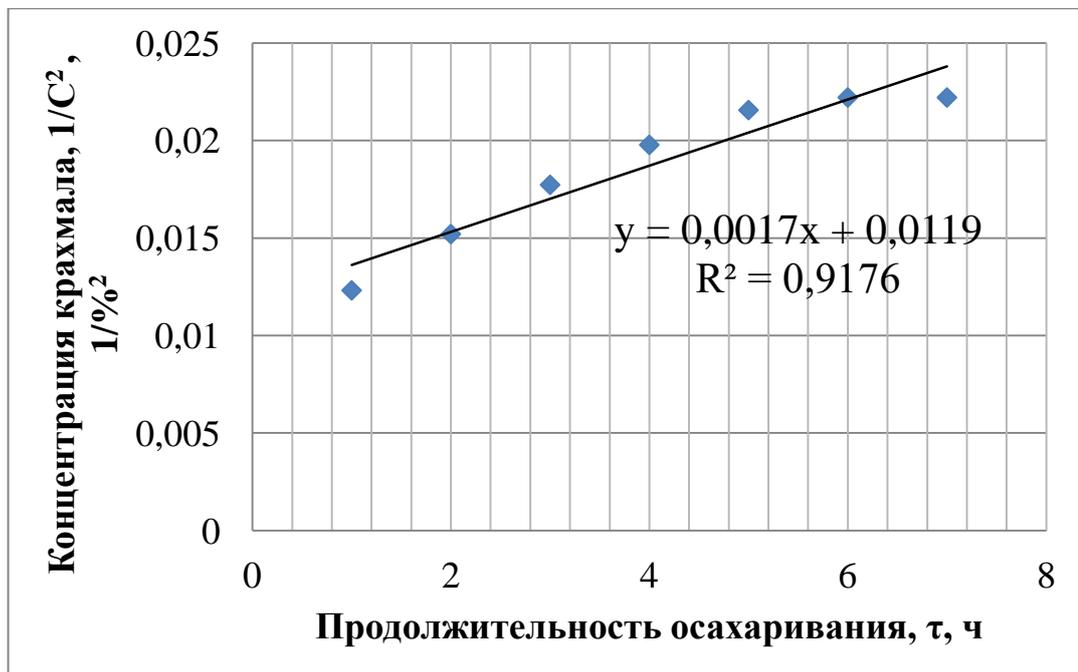


Рисунок 3.8 – Зависимость концентрации крахмала от продолжительности осахаривания для реакции третьего порядка

Представленная зависимость выражена прямой линией из чего следует, что оси координат подобраны правильно и соответствуют 3 порядку реакции.

Константа скорости реакции равна тангенсу угла наклона прямой. Исходя из данных рисунка 3.8 – $k = 0,0119 (\% \cdot \text{ч})^{-2}$.

Таким образом, теоретическое описание процесса кинетики осахаривания картофельной массы под действием ферментного препарата AMG 1100 BG позволили установить влияние оптимальных условий гидролиза картофельной массы на характер исследуемого процесса, позволяющий регулировать и влиять на его интенсивность. Были определены: порядок реакции равный 3, константа скорости реакции – $0,0119 (\% \cdot \text{ч})^{-2}$, истинная скорость реакции по редуцирующим веществам – $1,1 \%/ч$.

Результаты проведенных исследований представлены в работах, опубликованных автором [14, 73].

3.1.3 Исследование динамики гидролиза углеводов при осахаривании картофельной массы

Исследование динамики гидролиза углеводов при осахаривании картофельной массы осуществлялось путем определения изменения углеводного состава гидролизуемой картофельной массы при оптимальных условиях - температура $65 - 75 \text{ }^\circ\text{C}$; pH - $4,8 - 5$; содержание сухих веществ в гидролизуемой картофельной массе - $19,4 \% - 25 \%$; дозировка ферментного препарата AMG 1100 BG $0,02 \% - 0,06 \%$ (п.п. 3.1.1). В гидролизате картофельной массы определяли содержание общих, восстанавливающих сахаров и декстринов. Результаты исследований представлены на рисунке 3.9.

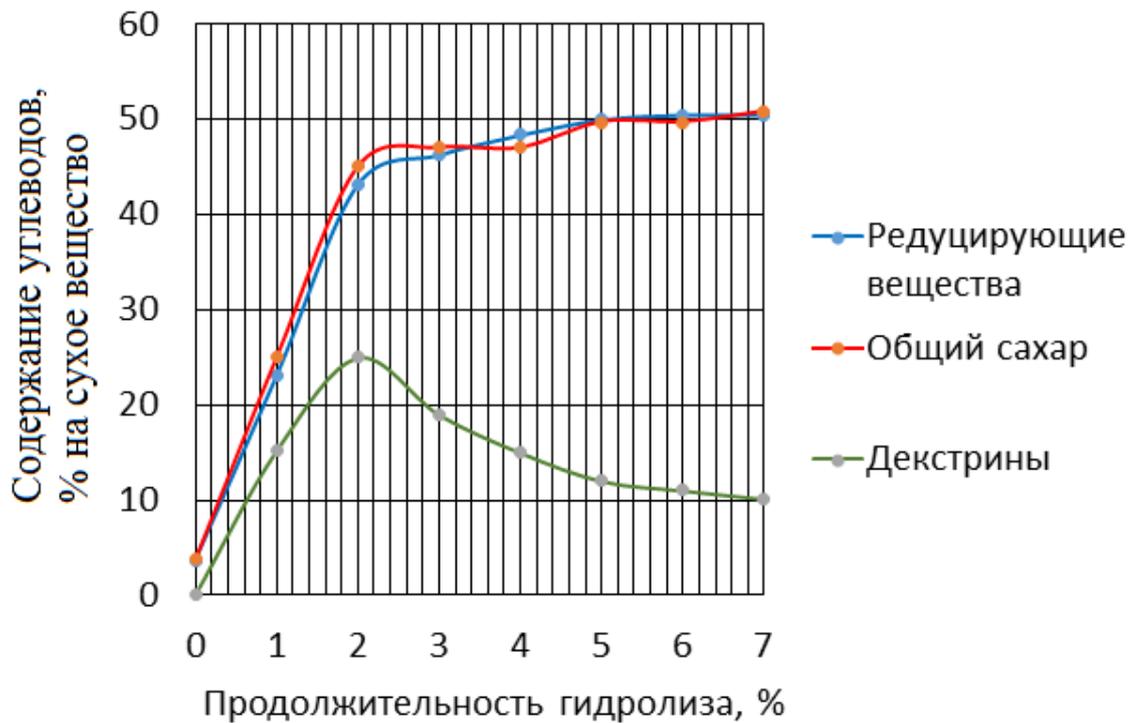


Рисунок 3.9 – Динамика накопления углеводов при осахаривании картофельной массы

Установлено, что в процессе осахаривания происходит увеличение содержания восстанавливающих и общих сахаров в 13,6 и 13,1 раз соответственно, по сравнению с начальным количеством. В первые 2 часа ферментализации наблюдается увеличение содержания декстринов в 25 раз по сравнению с первоначальным количеством. По истечении этого времени содержание декстринов начинает снижаться, они начинают разрушаться до более простых углеводов. Установлено, что содержание декстринов в гидролизате картофеля через 7 часов осахаривания составляет 10,1 % от массы общего сахара, что показывает близость, по составу данного продукта, к высокоосахаренной патоке.

Таким образом, исследование динамики ферментативного гидролиза углеводов картофельной массы показало, что в процессе ферментализации содержание редуцирующих сахаров и общего сахара в гидролизате картофельной массы возрастает в 13,6 и 13,1 раза соответственно по сравнению с первоначальным количеством. При этом, содержание редуцирующих сахаров составляет 50,5 % на сухое вещество, содержание

общего сахара – 50,8 % на сухое вещество, а содержание декстринов – 10,1 % на сухое вещество, позволяющее считать полученный полупродукт высокосахаренным полуфабрикатом.

3.2 Разработка сахаросодержащих продуктов из гидролизата картофельной массы

Гидролизат картофельной массы, полученный путем ферментативного гидролиза, в связи с высоким содержанием влаги (до 80,8 %), имеет низкие сроки хранения из-за подверженности к микробиологической порче. Это вызывает необходимость подбора способа увеличения сроков его хранения.

Традиционные формы хранения и транспортирования растительного сырья с высокой влажностью в замороженном или натуральном виде имеют ряд недостатков:

- укороченные сроки хранения;
- дорогостоящее транспортирование;
- необходимость организации определенных условий хранения.

При этом из-за влияния окружающей среды - изменений температуры, давления, влажности - имеется большая вероятность снижения качества продуктов, потери ценных веществ.

Химические способы сохранения (консервирования) скоропортящихся продуктов так же имеют ряд недостатков [92], что стимулирует развитие и широкое внедрение технологии сушки.

В настоящее время одним из наиболее перспективных и прогрессивных способов для хранения и транспортирования растительного сырья является порошок способ. Пищевые порошки имеют ряд преимуществ: незначительный вес, высокую концентрацию питательных веществ, так как освобождены от значительной части влаги, увеличенные сроки хранения, отсутствие необходимости поддержания определенных температурно-влажностных режимов на складе.

Выбор метода сушки зависит от биохимических, физических и структурно-механических свойств сырья, состояния его при обезвоживании, а так же свойств конечного продукта и экономичности процесса [4].

В связи с этим был выбран наиболее простой и повсеместно используемый способ сушки – с помощью горячего воздуха в конвективной сушилке VES Electric.

Для интенсификации процесса высушивания гидролизата картофельной массы, после окончания гидролиза при оптимальных технологических режимах (п.п. 3.1.1), полученный высокоосахаренный полупродукт охлаждали до комнатной температуры и разделяли на лабораторной центрифуге ЦЛ1/3 при 3000 об/мин в течение 10 минут на пасту и центрифугат. Центрифугат подвергали увариванию до сиропа при атмосферном давлении в открытой варочной емкости до содержания сухих веществ 50 % - 55 %.

Пасту, имеющую влажность 70 % - 72 %, подвергали высушиванию. Для этого пасту укладывали на сетчатую поверхность кассет слоем около 40 мм. Кассеты полностью заполняли высушиваемым материалом, так как через свободные места проходит основная масса воздуха и происходит подгорание пасты. При этом через остальную незаполненную поверхность будет проходить недостаточное количество воздуха и сушка будет проходить неравномерно.

Предварительные исследования показали, что высушивание пасты гидролизата картофельной массы при температуре менее 80 °С, увеличивает продолжительность сушки до 20 - 24 часов, что способствует закисанию продукта, вследствие увеличения его микробиологической обсемененности. Увеличение температуры сушки значительно более 85 °С способствует ухудшению его органолептических и физико-химических свойств – продукт хуже измельчается до нужной дисперсности, темнеет вследствие ускорения реакции меланоидинообразования [87].

Таким образом, высушивание пасты гидролизата картофельной массы осуществляли при следующих параметрах сушильного воздуха: температура – 80 - 85 °С, относительная влажность – 45 %, скорость движения – 0,5 м/с [36].

В процессе высушивания, в пасте гидролизата картофельной массы, определяли массовую долю влаги и содержание редуцирующих сахаров. Результаты исследования приведены на рисунке 3.10. Окончанием высушивания считалось достижение массовой доли влаги высушиваемого продукта 13 % - 14 %.



Рисунок 3.10 – Влияние продолжительности высушивания на массовую долю влаги и содержание редуцирующих сахаров в пасте гидролизата картофельной массы

В процессе высушивания в пасте гидролизата картофельной массы содержание редуцирующих сахаров увеличилось в 1,3 раза по сравнению с первоначальным количеством. Это обусловлено сохранением активности ферментного препарата AMG 1100 BG в течении четырех часов высушивания.

После окончания высушивания сахаросодержащий порошок из картофеля (далее СПК) подвергали измельчению на лабораторной мельнице.

Просеивание измельченного порошка осуществляли через сито из шёлковой ткани № 27 или из полиамидной ткани № 27 ПА-120, это позволило получить порошок с крупнотой соответствующей хлебопекарной муке.

Как видно из представленных данных, продолжительность высушивания гидролизата картофельной массы составляет 7 часов.

В связи с этим, для сокращения продолжительности высушивания был применен способ сорбционной сушки, предусматривающий предварительное добавление сухого порошка предыдущего высушивания, или муки ржаной, или пшеничной, как осушителей. Выбор муки в качестве осушающего агента обусловлен тем, что разрабатываемый продукт предполагается к использованию при производстве мучных изделий. Известно, что внесение осушителей позволяет сократить продолжительность сушки, применение для этих целей пищевого сырья позволит повысить безопасность разрабатываемого продукта, обогатить его ценными веществами, по сравнению с добавлением химических осушителей.

Предварительные исследования показали, что дозировка сахаросодержащего порошка из картофеля, или муки ржаной обдирной, или муки пшеничной 1 сорта должна составлять не менее 60 % от массы высушиваемого гидролизата картофельной массы. Такая дозировка позволяет получать гранулированную структуру высушиваемого продукта, что облегчает размещение его на сетке сушилки и перемешивание в процессе высушивания.

Таким образом, соотношение высушиваемого гидролизата картофельной массы и сахаросодержащего порошка из картофеля, или муки ржаной обдирной, или муки пшеничной 1 сорта составляло 40:60 соответственно.

Результаты исследования влияния предварительного смешивания пасты гидролизата картофельной массы с высушенным сахаросодержащим порошком из картофеля (СПК) на массовую долю влаги и содержание редуцирующих сахаров приведены на рисунке 3.11.



Рисунок 3.11 – Влияние продолжительности высушивания на массовую долю влаги и содержание редуцирующих сахаров в пасте гидролизата картофельной массы, смешанной с СПК

Установлено, что предварительное смешивание высушиваемого гидролизата картофельной массы с СПК позволило снизить продолжительность сушки в 1,75 раза. При этом, в первые три часа высушивания наблюдается увеличение содержания редуцирующих сахаров в конечном продукте на 0,8 % по сравнению с первоначальным значением.

Результаты исследования влияния предварительного смешивания пасты гидролизата картофельной массы с ржаной обдирной мукой на изменение массовой доли влаги и содержания редуцирующих сахаров в процессе высушивания приведены на рисунке 3.12.

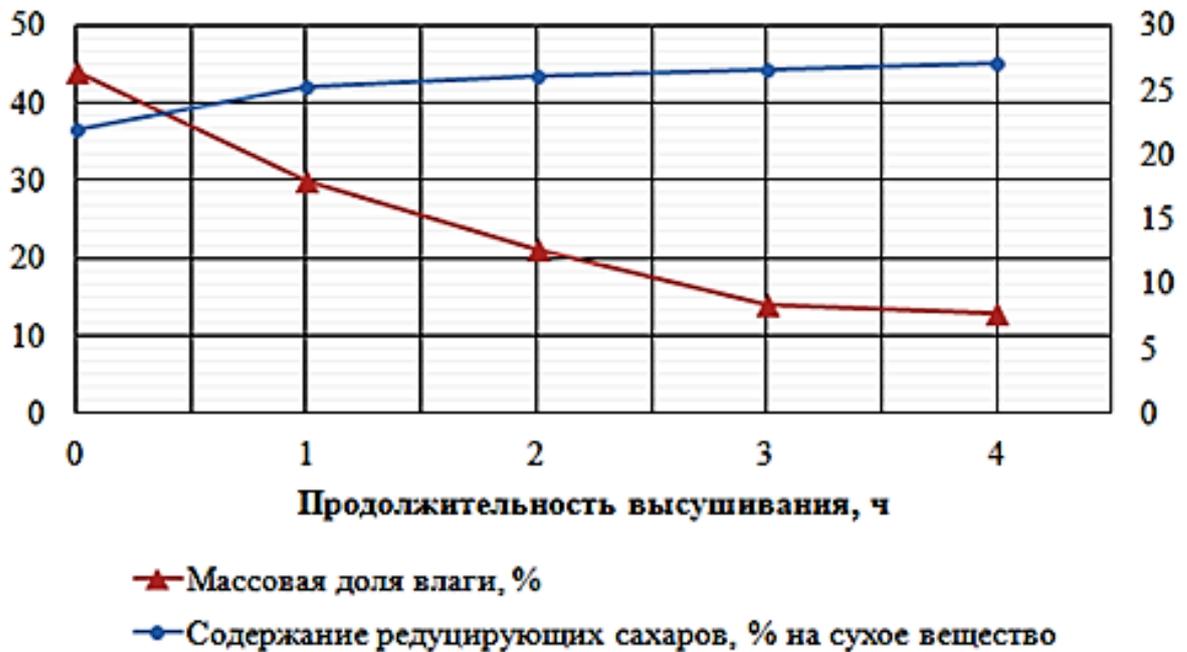


Рисунок 3.12 – Влияние продолжительности высушивания на массовую долю влаги и содержание редуцирующих сахаров в пасте гидролизата картофельной массы, смешанной с ржаной обдирной мукой

Установлено, что продолжительность сушки пасты гидролизата картофельной массы, смешанной с ржаной обдирной мукой снизилась в 1,8 раз, содержание редуцирующих сахаров увеличилось на 5 % по сравнению первоначальным значением в смеси ржаной муки и пасты гидролизата картофельной массы. Это обусловлено тем, что с мукой вносится значительное количество субстрата для проявления гидролизующей способности ферментного препарата, сохранившего свою активность.

Результаты исследования влияния предварительного смешивания пасты гидролизата картофельной массы с пшеничной мукой I сорта на изменение массовой доли влаги и содержания редуцирующих сахаров в процессе высушивания приведены на рисунке 3.13.

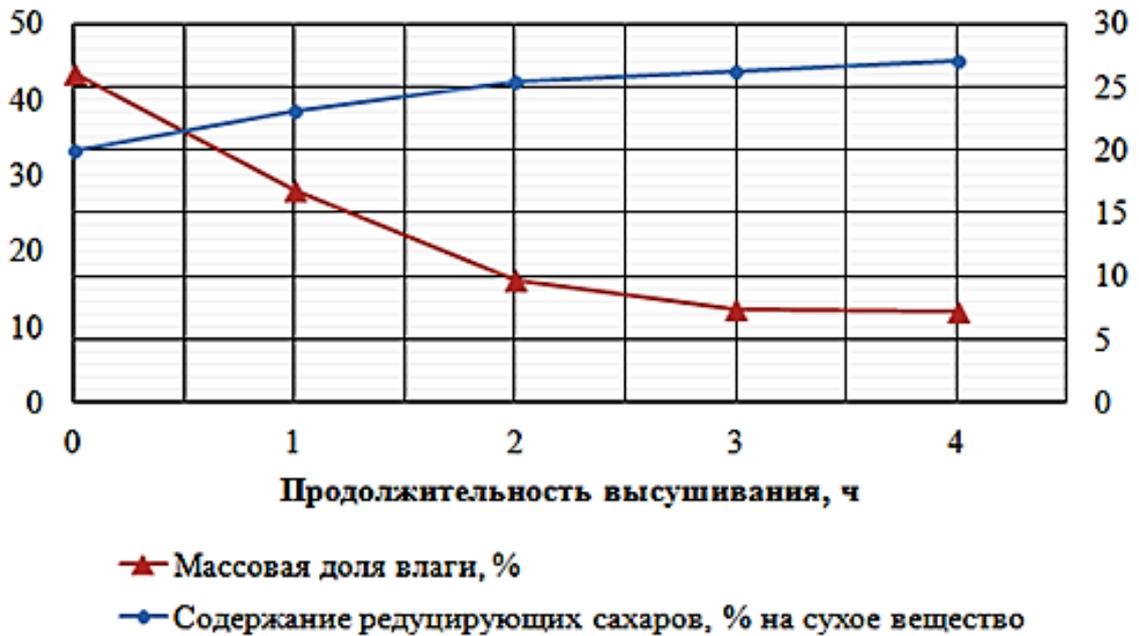


Рисунок 3.13 – Влияние продолжительности высушивания на массовую долю влаги и содержание редуцирующих сахаров в пасте гидролизата картофельной массы, смешанной с пшеничной мукой I сорта

Установлено, что продолжительность сушки пасты гидролизата картофельной массы, смешанной с пшеничной мукой I сорта снизилась в 1,8 раз, содержание редуцирующих сахаров увеличилось на 7 % по сравнению первоначальным значением в смеси пшеничной муки и пасты гидролизата картофельной массы. Это обусловлено тем, что с мукой вносится доступный субстрат, гидролизуемый ферментным препаратом.

Таким образом, проведенные исследования показывают, что продолжительность сушки сахаросодержащих продуктов из картофеля при снижении начальной влажности с 72 % до 40 % - 43,5 % путем добавления сахаросодержащего порошка из картофеля предыдущего приготовления, или муки ржаной обдирной, или муки пшеничной I сорта сокращается в 1,8 раз. При этом в процессе высушивания содержание редуцирующих сахаров в конечных продуктах возрастает на 0,8 % - 7 %.

Результаты проведенных исследований представлены в работах, опубликованных автором [13, 71, 72, 74].

3.2.2 Механизм и кинетика сушки сахаросодержащего порошка из картофеля

Экспериментальные методы исследования процесса сушки позволяют получить достоверные сведения о влиянии различных факторов на процесс высушивания. Теоретические, аналитические исследования механизма и кинетики сушки продукта позволяют установить связь между скоростью сушки и влажностью материала, обосновать скорость и продолжительность сушки [55, 99].

При высушивании удаляется влага, связанная с материалом физико-механически и физико-химически. Химически связанная влага обычно не удаляется, так как это привело бы к разрушению материала, а задачей сушки в большинстве случаев являются удаление влаги из материала с сохранением всех его ценных физико-химических свойств и качеств. В процессе сушки влага перемещается из внутренних слоев к поверхности материала и с нее испаряется в окружающую среду. Для описания процесса сушки пользуются графическими изображениями изменения влагосодержания во времени - кривыми сушки [54, 111]. Кривая сушки разделяется на два участка, характеризующих два периода сушки влажного материала. Первый период - период постоянной скорости сушки - характеризуется постоянной скоростью уменьшения влагосодержания материала. В периоде постоянной скорости сушки интенсивность процесса обусловлена параметрами сушильного агента и не зависит от физико-химических свойств и влагосодержания материала. Первый период продолжается до наступления критического влагосодержания (W_k). Второй период сушки - период, характеризующийся падающей скоростью уменьшения влагосодержания материала. Во втором периоде удаляется прочносвязанная влага, увеличивается энергия связи влаги с материалом, что обуславливает уменьшение скорости сушки.

Для подтверждения практических результатов были построены кривые сушки для порошков сахаросодержащих из картофеля: пасты гидролизата

картофельной массы (СПК), пасты гидролизата картофельной массы предварительно смешанной с высушенным СПК (СПКспк), пасты гидролизата картофельной массы, смешанной с ржаной обдирной мукой (СПКрж), пасты гидролизата картофельной массы, смешанной с пшеничной хлебопекарной мукой I сорта (СПКпш) (рис. 3.14) и проведен их теоретический анализ.

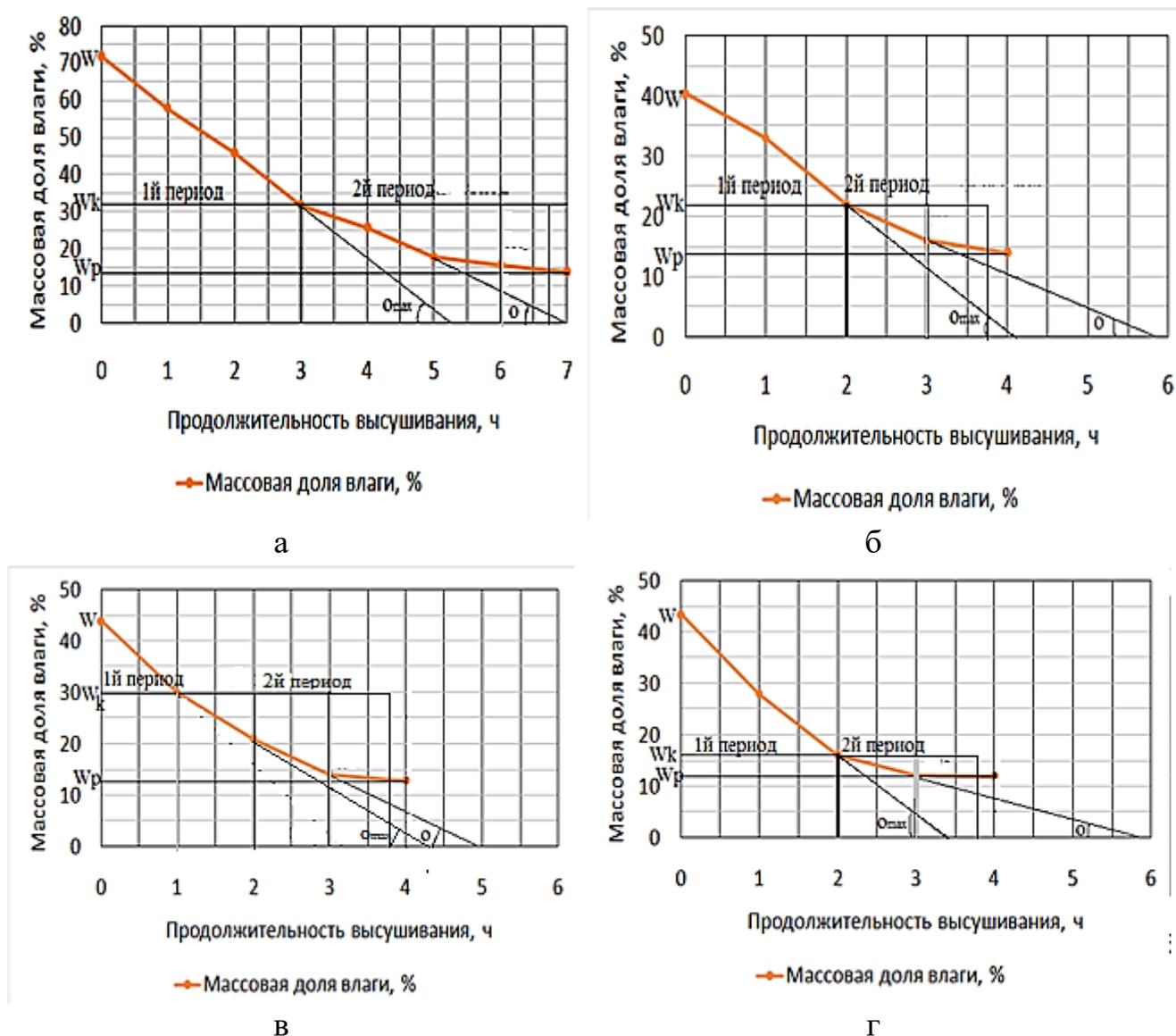


Рисунок 3.14 – Кривые сушки: а) СПК; б) СПКспк; в) СПКрж; г) СПКпш

Интенсивность испарения влаги (I) со свободной поверхности при стационарном режиме можно приближенно определить по формуле Дальтона [98]:

$$I = \frac{W}{F\tau}, \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с}) \quad (3.7)$$

где W – количество испаренной жидкости, кг;

F – поверхность испарения, м^2 (0,1428);

τ – время, с.

Результаты расчетов приведены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Интенсивность испарения влаги со свободной поверхности при стационарном режиме

Наименование продукта	Интенсивность испарения влаги (I), $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$	
	в первый период сушки	во второй период сушки
СПК	0,0259	0,0096
СПК _{спк}	0,0179	0,0094
СПК _{рж}	0,0266	0,0103
СПК _{пш}	0,0266	0,0108

Данные показывают, что интенсивность испарения жидкости в первый период сушки для всех видов сахаросодержащих порошков из картофеля выше, чем во втором периоде, что обусловлено удалением свободной влаги из высушиваемого материала. Следует отметить, что смешивание пасты гидролизата картофельной массы с предварительно высушенным СПК, замедляет интенсивность испарения влаги при высушивании в 1,3 раза в первый период сушки и практически не влияет на интенсивность испарения влаги во второй период сушки. Вероятно, это обусловлено особенностями вносимого высушенного СПК, обладающего повышенной водоудерживающей способностью за счет наличия в нем клетчатки, обладающей системой субмикроструктурных капилляров, поглощающих и удерживающих воду [23], что замедляет удаление свободной влаги в первый период сушки. Внесение ржаной или пшеничной муки в состав высушиваемой пасты гидролизата картофельной массы в первый период

сушки увеличивает интенсивность испарения влаги на 0,007 кг/(м²·с), по сравнению с СПК без осушителей. Это, вероятно, обусловлено пониженной водоудерживающей способностью данного сырья по сравнению с СПК, за счет того, что влага мукой в основном связывается осмотически и легко удаляется при нагревании [6]. Это подтверждает целесообразность применения муки в качестве осушителя такого влажного материала, как паста гидролизата картофельной массы.

По кривым сушки, представленным на рисунке 3.14, можно определить скорость сушки в любой период времени (τ). Скорость сушки определяется, как тангенс угла наклона касательной ($\text{tg } \sigma$), проведенной через данную точку кривой сушки, соответствующую определенному влагосодержанию (w) материала:

$$\text{tg } \sigma = \frac{dw}{d\tau}, \frac{\%}{\text{ч}} \text{ или } \frac{\%}{\text{мин}} \quad (3.8)$$

Постоянная скорость сушки определяется по формуле:

$$N = \text{tg } \sigma_{\text{макс}} = \left(\frac{dw}{d\tau} \right)_{\text{макс}}, \frac{\%}{\text{ч}} \text{ или } \frac{\%}{\text{мин}} \quad (3.9)$$

Результаты расчетов приведены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Расчетная скорость сушки сахаросодержащих порошков из картофеля

Наименование продукта	Скорость сушки ($\text{tg } \sigma$) в любой период времени, $\frac{\%}{\text{ч}}$	Постоянная скорость сушки (N), $\frac{\%}{\text{ч}}$
СПК	9,27	24,00
СПКспк	15,17	20,20
СПКрж	14,48	22,00
СПКпш	11,10	21,75

Проведенные расчеты показывают, что скорость сушки пасты гидролизата картофельной массы при внесении в качестве осушителей предварительно высушенного СПК, или ржаной муки, или пшеничной муки увеличивается в 1,2 – 1,6 раз по сравнению с СПК без осушителей.

Процесс сушки можно охарактеризовать по методу приведенной скорости сушки. Методом приведенной скорости сушки можно, на основе данных экспериментального исследования процесса сушки, установить связь между скоростью сушки и влажностью материала и рассчитать продолжительность сушки.

Удаление влаги в первом периоде сушки зависит от параметров сушильного агента и не зависит от физико-химических свойств материала, а во втором периоде зависит, как от физико-химических свойств материала, характера связи влаги с материалом, так и от параметров сушильного агента [113].

Методом приведенной скорости сушки возможно исключить влияние параметров сушильного агента на интенсивность процесса сушки, что позволяет использовать математическое описание процесса, полученное на основании экспериментов, в инженерных расчетах для промышленных сушилок [113].

Приведенная скорость сушки (Ψ) – отношение скорости сушки при данном влагосодержании (w) материала к постоянной скорости сушки первого периода (N). Для периода постоянной скорости сушки приведенная скорость должна равняться единице при $W > W_k$. Она определяется по уравнению:

$$\Psi = \frac{1}{N} \cdot \frac{dw}{d\tau} \quad (3.10)$$

Результаты расчетов приведены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Приведенная скорость сушки сахаросодержащих порошков из картофеля

Наименование продукта	Приведенная скорость сушки (Ψ)
СПК	1,0
СПКспк	1,0
СПКрж	1,0
СПКпш	1,0

На основании уравнения (3.10), путем интегрирования от начального влагосодержания до критического, определяют продолжительность процесса сушки. Продолжительность сушки τ (мин) определяется по уравнению:

$$\tau = \frac{1}{N} \left[(W_n - W_k) + A \cdot 2,3 \lg \frac{W_k - W_p}{W - W_p} + \beta (W_k - W) \right] \quad (3.11)$$

где W_n , W , W_p – начальное, текущее и равновесное влагосодержание высушиваемого продукта, %;

N – постоянная скорость сушки, $\frac{\%}{\text{мин}}$;

A и β – массообменные коэффициенты, определяющие перемещение влаги внутри высушиваемого материала.

Величины коэффициентов A и β зависят от размера и формы частиц (т.е. длины пути перемещения влаги внутри частицы), а также от фазового состояния перемещаемой влаги. Величина коэффициента A , с повышением температуры сушки, уменьшается. Величина коэффициента β , для одного и того же материала, может иметь либо положительное, либо отрицательное значение, в зависимости от фазового состояния перемещаемой влаги [111].

Коэффициенты A и β можно рассчитать по уравнениям:

$$A = c - dE_{cp} \quad (3.12)$$

$$\beta = eE_{cp} - f \quad (3.13)$$

где E_{cp} – среднеинтегральное значение потенциала сушки воздуха, определяется по формуле (3.14).

$$E_{cp} = (t_c - t_m)_{cp} \quad (3.14)$$

где t_c и t_m – температура воздуха, измеренная сухим и мокрым термометром, °С;

c, d, e, f – эмпирические коэффициенты, зависящие от вида материала, формы и размера частиц. Значения этих коэффициентов для картофеля: 70; 4,83; 0,0191; 2,20 соответственно [111, 113].

$$E_{cp} = 85 - 83 = 2 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.35)$$

$$A = 70 - 4,83 * 2 = 60,34 \quad (3.36)$$

$$\beta = 0,0191 * 2 - 2,20 = -2,1618 \quad (3.37)$$

Результаты расчетов приведены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Продолжительность сушки сахаросодержащих порошков из картофеля

Наименование продукта	Продолжительность сушки (τ), ч
СПК	7,65
СПКспк	4,41
СПКрж	4,54
СПКпш	4,18

Проведенные расчеты показывают, что внесение осушителей позволяет сократить продолжительность сушки пасты гидролизата картофельной массы в 1,7 - 2 раза, по сравнению с пастой гидролизата картофельной массы без осушителей.

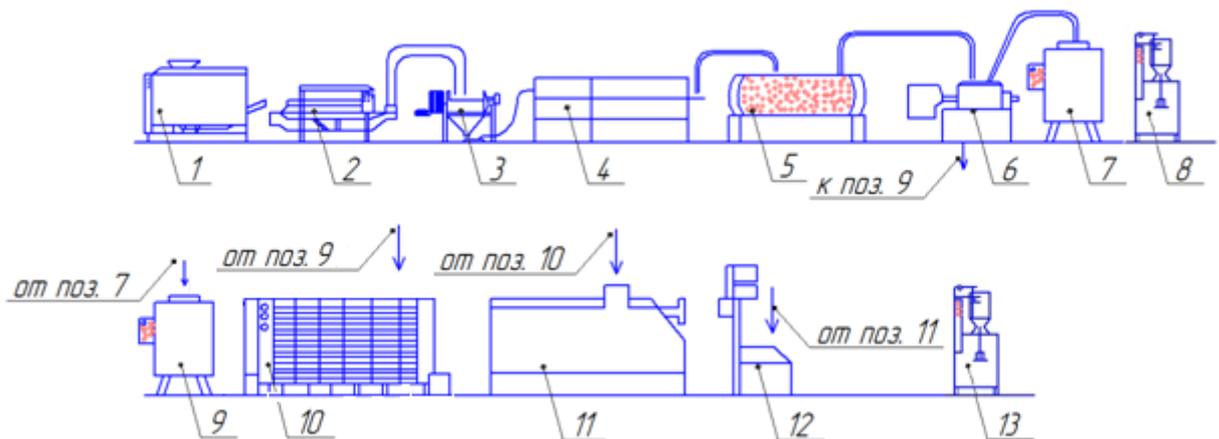
Таким образом, получены теоретические данные продолжительности сушки пасты гидролизата картофельной массы близкие к экспериментальным, рассчитаны кинетические характеристики процесса сушки, позволяющие определить продолжительность высушивания в сушильных установках любой производительности, что имеет практическое значение для реализации процесса производства порошков сахаросодержащих из картофеля. Установлено, что предварительное смешивание пасты гидролизата картофельной массы с осушителями, такими, как предварительно высушенный СПК, или пшеничная мука, или ржаная мука позволяет увеличить скорость сушки в 1,2 – 1,6 раз и сократить

продолжительность высушивания 1,7 - 2 раза, по сравнению с высушиванием пасты гидролизата картофельной массы без осушителей.

3.2.3 Разработка принципиальной аппаратурно-технологической схемы получения сахаросодержащих продуктов из картофеля

В нашей стране широко осваивается производство сушеных продуктов [110, 113]. Производство сахаросодержащих продуктов из картофеля возможно осуществить по аппаратурно-технологической схеме, представленной на рисунке 3.15. Принципиальная схема получения сахаросодержащих продуктов из картофеля приведена в приложении 5.

Особенностью производства сахаросодержащих порошков из картофеля является высушивание продукта до влажности не более 14 % с целью увеличения сроков хранения.



1 – моечно-очистительная машина Vega ST 5000; 2 – варочная машина «Аквипак»; 3 – протирачная машина КПУ-М; 4 – охлаждающий конвейер; 5 – ферментатор горизонтального действия «ПИМ»; 6 – осадительная центрифуга ОГШ-202К-03; 7 – сироповарочный котел «АГРОМАШ»; 8 – фасовочно-упаковочный автомат DXDL-60 II; 9 - смеситель «АГРОМАШ»; 10 – конвекционная сушилка К-600; 11 – микромельница А2-ШИМ; 12 – просеиватель П2-П; 13 – фасовочный автомат вертикального типа DXDK.

Рисунок 3.15 – Аппаратурно-технологическая схема производства сахаросодержащих продуктов из картофеля

Клубни картофеля, отделенные от земли и камней, инспектируют, моют и очищают от кожуры в моечно-очистительной машине

Vega ST 5000 (1). Очищенный картофель по конвейеру поступает в варочную машину «Аквипак» (2). Варку осуществляют при атмосферном давлении в течение 40 минут. Сваренный картофель измельчают до однородной тонкодисперсной массы с размером частиц не более 3 мм на протирачной машине КПУ-М (3). Полученная картофельная масса с содержанием сухих веществ 20 ± 1 % поступает на охлаждающий конвейер (4). Охлаждение происходит до оптимальной температуры действия ферментного препарата AMG 1100 BG - 65 - 75 °С. Гидролиз (осахаривание) картофельной массы осуществляется в ферментаторе горизонтального действия фирмы ПИМ (5) с добавлением ацетатного буфера для создания pH 4,8 - 5 и затем водной суспензии ферментного препарата AMG 1100 BG, обеспечивающей содержание сухих веществ в осаживаемой картофельной массе 19,4 % - 25 %. Дозировка ферментного препарата AMG 1100 BG составляет 0,02 % - 0,06 % к массе сухого вещества. Осахаривание происходит в течение 7 часов при температуре 65 - 75 °С до содержания редуцирующих веществ не менее 50 % на сухое вещество. Осахаренная картофельная масса подвергается разделению на две фракции – сахаросодержащую картофельную пасту и сахаросодержащий картофельный центрифугат - на осадительной центрифуге ОГШ-202К-03 (6) с частотой вращения 6000 об/мин.

Полученный сахаросодержащий картофельный центрифугат поступает на уваривание в сироповарочный котел «АГРОМАШ» (7). Уваривание сахаросодержащего картофельного центрифугата осуществляют до содержания сухих веществ 50 %. Готовый сахаросодержащий картофельный сироп охлаждают, а затем фасуют на автоматах фасовочно-упаковочных DXDL-60 II (8).

В свою очередь, полученная после разделения, сахаросодержащая картофельная паста с содержанием сухих веществ 72 % поступает в смеситель фирмы «АГРОМАШ» (9). Сахаросодержащую картофельную пасту смешивают с осушающим продуктом для уменьшения его влажности и

сокращения продолжительности времени высушивания. В качестве осушающего продукта используют порошок сахаросодержащий из картофеля, либо ржаную обдирную муку, либо пшеничную муку 1 сорта. Сахаросодержащую картофельную пасту смешивают с одним из осушающих продуктов в соотношении 40:60. Сушат сахаросодержащую картофельную пасту на конвекционной сушилке К-600 (10) при температуре 80 – 85 °С до влажности не более 14 %. Высушенную в виде тонкого листа сухую сахаросодержащую картофельную пасту направляют на микромельницу А2-ШИМ (11), где ее измельчают в порошок с размером частиц не более 3 мм, затем просеивают на просеивателе П2-П (12) и направляют на упаковку на фасовочный автомат вертикального типа серии DXDK (13).

На основании проведенных исследований были разработаны и утверждены ТУ 9166-293-02069036-2012 и ТИ ТУ 9166-293-02069036-2012 «Порошок сахаросодержащий из картофеля» [96] (приложение 6).

Основные стадии процесса получения сахаросодержащих продуктов из картофеля апробированы на ЗАО «Крахмалопродукты». Акт промышленной апробации представлен в приложении 7.

ГЛАВА 4 ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ, ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ САХАРОСОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТОВ ИЗ КАРТОФЕЛЯ

4.1 Показатели органолептических, физико-химических свойств и безопасности сахаросодержащих продуктов из картофеля

В результате гидролиза измельченной картофельной массы с добавлением ферментного препарата AMG 1100 BG, разделения полученного гидролизата на центрифугат и пасту, уваривания полученного центрифугата с получением сиропа, высушивания пасты, после предварительного смешивания ее с мукой ржаной обдирной, или мукой пшеничной 1 сорта, или предварительно высушенной пастой картофельной массы, измельчения и просеивания были получены сахаросодержащие продукты из картофеля, показатели качества которых представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Показатели качества сахаросодержащих продуктов из картофеля

Показатели качества	Значения показателей качества			
	СПК	СПКрж	СПКпш	Сахаросодержащий сироп из картофеля
1	2	3	4	5
Внешний вид	Порошкообразная, сыпучая, однородная масса.			Вязкая жидкость
Вкус	Сладковатый, свойственный сахаросодержащему порошку из картофеля, без посторонних привкусов, не прогорклый, не подгорелый.			Сладкий, с привкусом картофеля
Запах	Свойственный сахаросодержащему порошку из картофеля, не затхлый, не плесневый.			Нейтральный, без постороннего запаха
Цвет	От светло-кремового до светло-коричневого.			Желтоватый или коричневый
Массовая доля влаги, %	13,5±0,5	13,5±0,5	13,5±0,5	52,5±2,5
Титруемая кислотность, град	22,0±0,2	6,0±0,4	6,0±0,2	12±0,2

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5
Водосвязывающая способность, %	321,0±1	263,0±1	257,0±1	-
Водоудерживающая способность, г/г	4,1 ±0,1	2,87±0,1	2,5±0,1	-
Степень набухания, %	68±5	95±5	79±5	-
Общий белок, %	9,2±0,02	9,1±0,02	12,4±0,02	0,09±0,02
Массовая доля редуцирующих сахаров, % на с.в.	50,0±0,5	27,0±0,5	27,0±0,5	49,5±0,5
Содержание сырой клетчатки, %	5,5±0,01	3,5±0,01	3,2±0,01	1,1±0,01
Содержание гемицеллюлоз, %	0,07±0,01	0,15±0,01	0,10±0,01	0,07±0,01
Зола, % на с.в.	2,1±0,01	1,7±0,01	1,6±0,01	0,7±0,01
Примечание: в связи с тем, что химический состав СПК и СПКспк является близким, в дальнейших исследованиях использовали СПКспк, обозначая как СПК				

Установлено, что титруемая кислотность СПКрж и СПКпш ниже, чем у СПК в 3,6 раза и в 2 раза, чем у сиропа.

Внесение пшеничной и ржаной муки в состав СПК снижает водоудерживающую способность порошков в 1,4 - 1,6 раз и увеличивает степень набухания на 11 % - 27 % по сравнению с СПК без осушителей.

Определено, что СПКпш содержит на 3,2 % больше белка, чем СПК и СПКрж. Минимальное количество белка обнаружено в сахаросодержащем сиропе из картофеля. Содержание редуцирующих сахаров в сахаросодержащих порошках из картофеля, приготовленных с предварительным смешиванием с осушителями, в 1,8 раз ниже, чем в СПК и сиропе. Это связано с разбавлением исходного СПК мукой. СПК и СПКрж содержат в 1,1 - 5,0 раз больше сырой клетчатки, чем СПКпш и сахаросодержащий сироп из картофеля. В сахаросодержащих продуктах из картофеля обнаружена гемицеллюлоза, максимальное количество которой в СПКрж. Максимальное количество минеральных веществ (золы) определено в СПК, минимальное в сахаросодержащем сиропе из картофеля.

Таким образом, внесение в качестве осушителей в состав СПК муки ржаной обдирной или пшеничной хлебопекарной I сорта способствует, наряду с сокращением продолжительности сушки сахаросодержащих порошков из картофеля в 1,7 - 2 раза, снижению содержания в них редуцирующих сахаров в 1,8 раза и увеличению набухаемости на 11 % - 27 % по сравнению с СПК без осушителей. Сахаросодержащие продукты из картофеля содержат белок, клетчатку, гемицеллюлозы, что позволит обогатить мучные изделия данными компонентами, окажет положительное влияние на свойства готовой продукции при хранении.

Аминокислотный состав сахаросодержащего сиропа из картофеля не определяли, предполагая незначительное наличие белковой составляющей в данном продукте.

Аминокислотный состав сахаросодержащих порошков из картофеля исследовали совместно с испытательным лабораторным центром АНО «НТЦ» Комбикорм» (г. Воронеж) (Приложение 8).

Результаты исследований приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Аминокислотный состав сахаросодержащих порошков из картофеля

Наименование аминокислоты	Содержание, мг/100г		
	СПК	СПКпш	СПКрж
1	2	3	4
Незаменимые аминокислоты:			
Валин	0,40	0,39	0,34
Изолейцин	0,27	0,28	0,22
Лейцин	0,43	0,67	0,48
Лизин	0,27	0,21	0,22
Метионин+цистеин	0,29	0,27	0,24
Треонин	0,44	0,41	0,40
Триптофан	0,55	0,45	0,44
Фенилаланин	0,38	0,50	0,39
Сумма незаменимых аминокислот	3,03	3,18	2,73
Заменимые аминокислоты:			
Аргинин	1,16	1,14	0,52
Тирозин	0,29	0,25	0,21
Гистидин	0,14	0,13	0,13
Пролин	0,31	1,18	0,84
Серин	0,31	0,56	0,44

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4
Аланин	0,32	0,34	0,38
Глицин	0,27	0,38	0,34
Глутаминовая кислота	1,74	4,22	2,57
Аспарагиновая кислота	1,96	1,17	1,17
Сумма заменимых аминокислот	6,88	9,76	6,93
Общее количество аминокислот	8,98	12,1	8,89

Определено, что в СПК содержится больше лизина, треонина и метионина+цистеина – на 0,06 % и 0,05 %, 0,03 % и 0,04 %, 0,02 % и 0,05 %, чем у СПКпш и СПКрж соответственно. В СПКпш содержится большее количество заменимых и незаменимых аминокислот – на 0,15 % - 0,45 % и 2,83 % - 2,88 % соответственно по сравнению с СПК и СПКрж.

Содержание нитратов, пестицидов и радионуклидов в СПК характеризует возможность их использования в производстве экологически чистых продуктов, так как для большинства микроэлементов установлены предельно допустимые концентрации (приложение 3, п. 4 и п. 6, ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»).

Протоколы испытаний представлены в приложении 9. Результаты исследований приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Содержание токсичных элементов, нитратов, пестицидов и радионуклидов в сахаросодержащих продуктах из картофеля

Наименование показателей	СПК		СПКрж		СПКпш		Сахаросодержащий сироп из картофеля	
	по НД, не более	фактич.	по НД, не более	фактич.	по НД, не более	фактич.	по НД, не более	фактич.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Токсичные элементы, мг/кг								
Свинец	0,42	0,02	0,47	0,023	0,47	0,02	0,5	0,025
Мышьяк	0,17	0,009	0,19	0,008	0,19	0,007	0,2	0,01
Кадмий	0,025	0,001	0,07	0,0035	0,07	0,003	0,03	0,001
Ртуть	0,017	0,001	0,025	0,001	0,025	0,001	0,02	0,001
Нитраты	250	67	250	65	250	65	200	63
Гексахлорциклопексан (α, β, γ-изомеры)	0,085	0,003	0,034	0,001	0,034	0,001	0,1	0,009

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ДДТ и его метаболиты	0,085	0,003	0,046	0,001	0,046	0,001	0,1	0,008
Цезий-137	600	73	276	61	276	61	200	57
Стронций-90	200	51	80	32	80	32	600	79

Установлено, что исследуемые образцы сахаросодержащих продуктов из картофеля соответствуют требованиям безопасности ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», содержание радионуклидов не превышает допустимых уровней.

Для проведения гигиенической оценки порошков сахаросодержащих из картофеля, их хранили в закрытом полиэтиленовом пакете в условиях лаборатории (температура 20 ± 3 °С, относительная влажность воздуха 65 % - 75 %) в течение 6 месяцев, сахаросодержащий сироп из картофеля – в стеклянной емкости в течение 3 месяцев. По истечении этого времени были определены микробиологические показатели безопасности в аккредитованном инновационном научно-исследовательском испытательном центре Орловского Государственного Аграрного Университета (Приложение 9). Результаты исследований представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Микробиологическая оценка сахаросодержащих продуктов из картофеля

Наименование показателей	СПК		СПКрж		СПКпш		Сахаросодержащий сироп из картофеля	
	по НД, не более	фактич.	по НД, не более	фактич.	по НД, не более	фактич.	по НД, не более	фактич.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
КМАФАнМ, КОЕ/г	$5 \cdot 10^4$	$2,9 \cdot 10^1$	$5 \cdot 10^4$	$3,1 \cdot 10^1$	$5 \cdot 10^4$	$2,9 \cdot 10^1$	$5 \cdot 10^4$	$3,6 \cdot 10^4$
БГКП (колиформы) в 0,1 г	не допускаются	не обнаружено	не допускаются	не обнаружено	не допускаются	не обнаружено	не допускаются	не обнаружено
Патогенные, в т.ч. сальмонеллы в 25 г	не допускаются	не обнаружено	не допускаются	не обнаружено	не допускаются	не обнаружено	не допускаются	не обнаружено
Плесени, КОЕ/г	$5 \cdot 10^2$	$0,8 \cdot 10^1$	$5 \cdot 10^2$	$0,7 \cdot 10^1$	$5 \cdot 10^2$	$0,5 \cdot 10^1$	$1 \cdot 10^2$	$0,9 \cdot 10^2$
Дрожжи, КОЕ/г	-	-	-	-	-	-	$1 \cdot 10^2$	$0,9 \cdot 10^2$

Данные, представленные в таблице 4.4, показывают соответствие исследуемых образцов ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» (приложение 1, приложение 2, п. 1.3 и п. 1.5). Таким образом, гигиеническая оценка качества порошков показала, что они могут иметь срок хранения не менее 6 месяцев, сахаросодержащий сироп из картофеля – не менее 3 месяцев.

4.2 Медико-биологические исследования сахаросодержащих продуктов из картофеля

Доклинические исследования могут проводиться в любой момент жизненного цикла продукта, в связи с этим, для оценки безопасности вновь разработанных видов сахаросодержащего сырья был произведен биохимический и гематологический анализ крови подопытных животных, в рацион питания которых введены сахаросодержащие продукты из картофеля. В кровь поступают продукты обменных процессов организма, поэтому все изменения в функциях отдельных органов и систем влияют на состав крови, в связи с чем, анализ крови имеет большое значение при оценке безопасности новых видов сырья. Биохимический анализ крови осуществляли по следующим показателям: общий белок, глюкоза, холестерин, щелочная фосфатаза, АЛТ (аланинаминотрансфераза) и АСТ (аспарагинаминотрансфераза).

Общий белок в сыворотке крови – это концентрация альбуминов и глобулинов жидкой составляющей крови. По данному показателю можно оценить общее состояние организма, правильность белкового обмена, функцию внутренних органов, а так же сбалансированность и рациональность питания [65, 70].

Глюкоза является основным источником энергии организма, обеспечивает мыслительную деятельность, так как является основным питанием для мозга. Однако, как недостаток, так и избыток глюкозы в

питании является неблагоприятным для организма, так как избыточное потребление глюкозы может привести к избыточному весу и сопутствующим этому заболеваниям. В связи с этим, количество глюкозы в крови должно быть строго определенным [22, 30].

Холестерин, как поступающий с пищей, так и образующийся в результате обменных процессов, необходим для нормального функционирования организма, так как играет важную роль в фосфорно-кальциевом обмене, входит в состав жирных кислот, гормонов и витаминов. Однако, избыток его чрезвычайно вреден, так как накопление этого липида приводит к увеличению содержания жира в крови, который, оседая на клетках сосудов, может вызывать такие заболевания, как атеросклероз, стенокардия, инфаркт миокарда. В связи с этим, количество холестерина в крови строго регламентировано [22, 30, 65].

Щелочная фосфатаза – важный фермент организма, встречающийся во всех его тканях. Участвует в фосфорно-кальциевом обмене. Изменение уровня щелочной фосфатазы в сыворотке крови сопряжено с изменением активности АЛТ и АСТ.

АЛТ и АСТ присутствуют во всех тканях организма. Наиболее высокая концентрация АЛТ в клетках печени, АСТ – в клетках сердца. Данные ферменты переносят группы атомов с одних аминокислот на другие, выполняя транспортные функции. Эти ферменты поступают в кровь только из разрушившихся клеток. Поэтому показатель повышенного содержания АЛТ и АСТ свидетельствует о процессе разрушения клеток, в первую очередь печени и сердца [33].

Данные биохимического анализа сыворотки крови лабораторных мышей приведены в таблице 4.5 и в приложении 10.

Таблица 4.5 – Биохимические показатели сыворотки крови лабораторных мышей (n=10, p≤0,05)

Наименование	Значение показателя					
	Общий белок, г/л	Глюкоза, ммоль/л	Холестерин, моль/л	Щелочная фосфатаза, Е/л	АЛТ, Е/л	АСТ, Е/л
Контрольная группа	52±1,1	4,7±0,34	4,0±0,26	5,8±1,1	51±0,9	125±0,3
1 опытная группа (в рацион включен СПК)	49±1,0	5,6±0,27	3,7±0,29	6,0±1,0	50±1,0	120±0,3
2 опытная группа (в рацион включен СПКпш)	54±0,9	5,5±0,29	3,8±0,26	5,9±0,9	51±1,2	121±0,2
3 опытная группа (в рацион включен СПКрж)	51±1,3	5,0±0,32	3,4±0,31	5,6±1,3	49±1,2	123±0,3

При анализе биохимических показателей отмечали снижение активности АСТ на 1,6 % - 4 %, увеличение уровня глюкозы на 6,3 % - 19,1 %, снижение холестерина на 5 % - 15 % по сравнению с контрольной группой. Показатель щелочной фосфатазы, активность АЛТ и содержание общего белка в сыворотке крови опытной группы животных не подвергались статистически значимым изменениям.

Проведенные исследования показали, что введение в рацион питания лабораторных животных сахаросодержащих порошков из картофеля не приводит к нарушениям функции печени, сердца, проявляющиеся в увеличении АЛТ и АСТ, щелочной фосфатазы. Одновременно, изменение рациона подопытных животных путем введения сахаросодержащих порошков из картофеля не вызывает физиологических отклонений от нормы белка в сыворотке крови, что свидетельствует об отсутствии отрицательного влияния данных видов пищевого сырья на белковый обмен организма.

Увеличение уровня глюкозы в крови в опытной группе мышей, по сравнению с контрольной группой, является закономерным следствием сахарной нагрузки, в результате употребления сладкого продукта, и находятся в пределах физиологической нормы.

Достоверное снижение уровня холестерина в сыворотке крови, при введении в рацион животных сахаросодержащих порошков из картофеля, обусловлено обогащением рациона пищевыми волокнами, входящими в состав сахаросодержащих порошков из картофеля. В свою очередь, снижение уровня холестерина в крови будет способствовать профилактике атеросклероза, стенокардии, ишемической болезни сердца [30, 22].

Таким образом, введение в рацион питания мышей сахаросодержащих порошков из картофеля не оказывает отрицательного воздействия на физиологические функции живого организма. При этом, употребление сахаросодержащих порошков из картофеля позволяет снизить уровень холестерина в сыворотке крови, что позволяет констатировать наличие в нем профилактических свойств по отношению к заболеваниям сердца.

ГЛАВА 5 ПРИМЕНЕНИЕ САХАРОСОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТОВ ИЗ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Расширение ассортимента, создание новой продукции с измененным химическим составом, привлекательным для потребителя, является перспективным направлением для хлебопекарной промышленности [46].

Однако, применение новых видов сырья не должно оказывать отрицательного воздействия на качество конечного продукта, снижать его органолептические свойства, являющиеся определяющим фактором для потребителя. Кроме того, новые виды сырья должны обладать не только необходимыми технологическими свойствами, но и длительным сроком хранения.

Проведенные исследования показали, что сахаросодержащие порошки из картофеля, кроме богатого химического состава, обладают высокой водосвязывающей и водоудерживающей способностью, а также длительным сроком хранения, что позволяет позиционировать их как перспективный сырьевой ресурс для расширения ассортимента и создания новых видов хлебобулочных изделий.

5.1 Разработка мучных смесей с сахаросодержащими порошками из картофеля

Применение мучных смесей в хлебопекарной промышленности является практичным и перспективным, вследствие отсутствия необходимости внесения составляющих рецептуры по отдельности в заданной дозировке, что, в свою очередь, не только способствует соблюдению необходимого расхода компонентов, но и оптимизирует закупку и хранение сырья. При этом отпадает необходимость поддержания на складе широкого ассортимента ингредиентов, контроля сроков их годности, а также поступления сопроводительной документации от поставщиков [27, 103].

Помимо изложенных преимуществ, производство продукции из мучных смесей позволяет гибко и оперативно решать вопрос расширения ассортимента конечных изделий на их основе, в том числе за счет эксклюзивных рецептов. На базе каждого наименования мучной смеси возможно создание нескольких рецептов конечных изделий [27, 103].

Нахождение оптимального состава мучной смеси представляет собой самостоятельную задачу, связанную с достаточно большим объемом экспериментальных исследований. Это определило выбор метода симплекс-решетчатого планирования для нахождения искомых зависимостей, позволяющего существенно сократить число экспериментов, оптимизируя при этом исследуемый состав по всем важнейшим качественным показателям. Таковыми в мучных смесях является показатель «Число падения»; в тесте из мучных смесей – предельное напряжение сдвига; в готовых изделиях – удельный объем и содержание бисульфитсвязывающих соединений.

Для определения зависимости качественных характеристик мучных смесей от их состава было использовано уравнение полинома 3-й степени Шеффе, позволяющее решить задачу построения, для многокомпонентных систем, математической модели состав – свойство [24].

5.1.1 Моделирование состава мучной смеси с сахаросодержащими порошками из картофеля

Для приготовления смеси использовали муку ржано-пшеничную (смесь муки ржаной обдирной и пшеничной общего назначения М 55-23 в соотношении 50 : 50) (Z_1), сахаросодержащий порошок из картофеля (СПК или СПКпш, или СПКрж) (Z_2) и солод ржаной ферментированный (Z_3). Для каждой исследуемой системы подготавливалось 10 составов-смесей, отвечающих определенным точкам на треугольнике (симплексе), лежащим в узлах соответствующей симплексной решетки.

В мучных смесях с СПК производили замену ржано-пшеничной муки СПК в количестве от 0 % до 10 %, в мучных смесях с СПКпш производили замену пшеничной муки в ржано-пшеничной смеси в количестве от 0 % до 20 %, в мучных смесях с СПКрж производили замену ржаной муки в ржано-пшеничной смеси в количестве от 0 % до 20 %. Замена солода в мучных смесях с СПК составляла от 0 % до 10 % взамен ржано-пшеничной муки, в смесях с СПКпш и СПКрж замену муки солодом осуществляли в количестве от 0 % до 20 % взамен ржаной муки. Внесение солода ржаного ферментированного в состав мучных смесей обусловлено планированием изготовления из них хлебобулочных изделий ускоренным способом, с применением подкислителей. В этих случаях целесообразно применение солодовых продуктов для улучшения вкуса и аромата готовых изделий [6, 32]. Состав смесей в соответствии с планом эксперимента представлен в Приложении 12.

Показатель «Число падения» смесей определяли на приборе Амилотест в режиме 1. Результаты исследований представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Условия и результаты опытов

Опыт	Индекс отклика	Состав мучной смеси с СПК и ржаным ферментированным солодом, %			Состав мучной смеси с СПКпш и СПКрж и ржаным ферментированным солодом, %			Средние значения числа падения мучных смесей с сахаросодержащими порошками и ржаным ферментированным солодом		
		Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₁	Z ₂	Z ₃	У ₁ с СПК	У ₂ с СПКпш	У ₃ с СПКрж
1	Y1	100	0	0	100	0	0	248	248	248
2	Y2	90	10	0	80	20	0	160	176	176
3	Y3	90	0	10	80	0	20	134	140	124
4	Y112	96,7	3,3	0	93,4	0	6,6	94	96	100
5	Y113	93,3	6,67	0	93,4	6,6	0	80	80	90
6	Y122	96,7	0	3,3	86,6	0	13,4	70	68	76
7	Y123	93,3	3,33	3,33	86,6	6,7	6,7	84	86	82
8	Y133	90	0	6,67	86,6	13,4	0	72	70	68
9	Y223	90	6,67	3,3	80	13,4	6,6	62	78	70
10	Y233	93,33	3,33	6,67	80	6,6	13,4	68	76	76

Математическая обработка результатов эксперимента позволила получить уравнения для числа падения мучной смеси в зависимости от ее состава:

для мучной смеси с СПК

$$Y_1 = 248Z_1 + 160Z_2 + 134Z_3 - 549Z_1Z_2 - 517,5Z_1Z_3 - 369Z_2Z_3 - 36Z_1Z_2(Z_1-Z_2) + 202,5Z_1Z_3(Z_2-Z_3) - 99Z_2Z_3(Z_2-Z_3) + 169,5Z_1Z_2Z_3 \quad (5.1)$$

для мучной смеси с СПКпш

$$Y_2 = 248Z_1 + 176Z_2 + 140Z_3 - 522Z_1Z_2 - 472,5Z_1Z_3 - 364,5Z_2Z_3 + 90Z_1Z_2(Z_1-Z_2) - 112,5Z_1Z_3(Z_2-Z_3) - 67,5Z_2Z_3(Z_2-Z_3) + 157,5Z_1Z_2Z_3 \quad (5.2)$$

для мучной смеси с СПКрж

$$Y_3 = 248Z_1 + 176Z_2 + 124Z_3 - 495Z_1Z_2 - 418,5Z_1Z_3 - 346,5Z_2Z_3 - 63Z_1Z_2(Z_1-Z_2) - 67Z_1Z_3(Z_2-Z_3) - 157,5Z_2Z_3(Z_2-Z_3) + 131,4Z_1Z_2Z_3 \quad (5.3)$$

Статистическая проверка показала адекватность полученных уравнений исследуемому процессу (Приложение 11).

По полученным уравнениям с помощью программы Simplex, была выведена графическая информация в виде треугольных диаграмм с нанесенными на них изолиниями постоянного значения свойства (рис. 5.1).

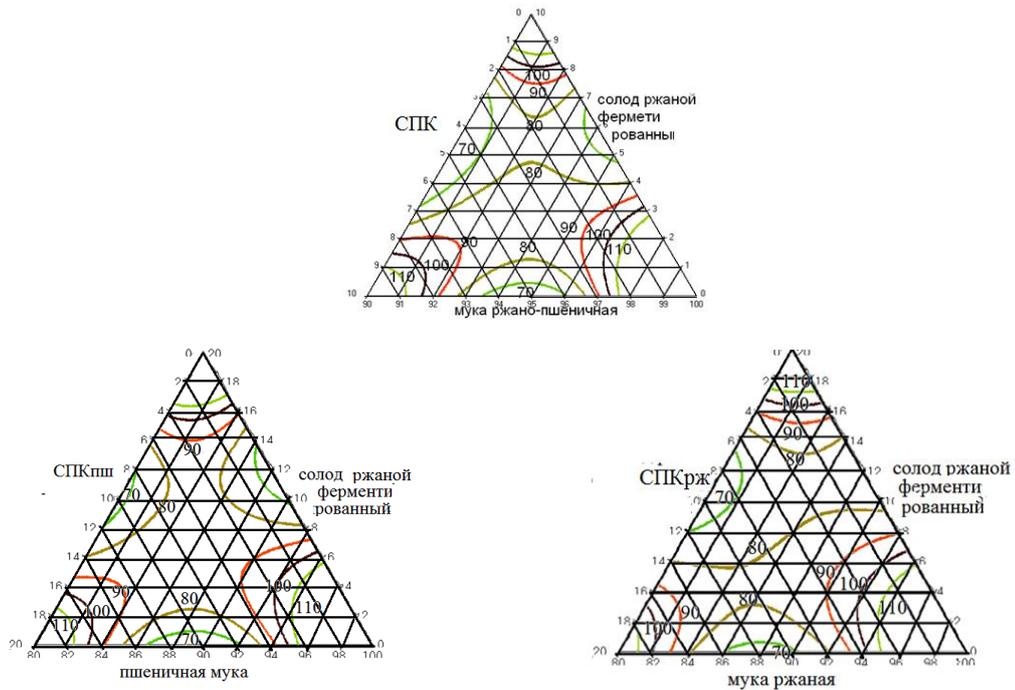


Рисунок 5.1 – Влияние соотношения муки, солода ржаного ферментированного и сахаросодержащих порошков из картофеля на число падения смеси

Анализ диаграмм показывает, что число падения смесей с сахаросодержащими порошками из картофеля возрастает при увеличении дозировок солода ржаного ферментированного и сахаросодержащих порошков из картофеля в смеси. Сравнение величины коэффициентов в математических моделях 5.1, 5.2 и 5.3 показывает, что наибольшее влияние на число падения смеси оказывает количество муки в ней (коэффициент Z_1), далее по убывающей – дозировка сахаросодержащих порошков из картофеля (коэффициент Z_2) и дозировка солода ржаного ферментированного (коэффициент Z_3). В модели 5.1, показывающей влияние на число падения мучной смеси СПК, отмечены более высокие размеры коэффициентов, по сравнению с моделями 5.2 и 5.3, характеризующие влияние на число падения СПКпш и СПКрж. Возможно, это обусловлено более высокой водопоглощательной способностью СПК, по сравнению с СПКпш и СПКрж, увеличивающей вязкость смесей и соответственно число падения.

Максимальный размер коэффициента наблюдается при взаимодействии всех трех компонентов $Z_1Z_2Z_3$, что показывает наличие сложного

взаимовлияния компонентов на показатель число падения. Данная зависимость наблюдается у всех трех моделей 5.1, 5.2 и 5.3.

Еще одной причиной увеличения числа падения является повышенная кислотность ржаного ферментированного солода, по сравнению с ржано-пшеничной мукой, которая тормозит действие амилаз муки, что снижает степень ее разжижения при прогревании.

Таким образом, установлено, что сахаросодержащие порошки из картофеля и солод увеличивают число падения мучных смесей, это в дальнейшем должно оказать положительное влияние на качество готовых изделий из мучных ржано-пшеничных смесей, приготовленных ускоренным способом.

Перед приготовлением теста из ржано-пшеничных смесей с сахаросодержащими порошками из картофеля считали целесообразным определить увеличение количества воды на замес, обусловленное повышенной водопоглотительной способностью вносимых сахаросодержащих порошков из картофеля. Из смесей замешивали тесто, в которое вносили дрожжи, соль и сухую закваску-подкислитель Лезизауэр, для обеспечения необходимой кислотности теста. При этом, дозировку прессованных дрожжей и соли определили предварительными выпечками (2 % и 1,5 % соответственно от массы смеси), дозировку подкислителя рассчитывали, исходя из расчетной начальной кислотности ржано-пшеничного теста (7 град). Соотношение ржаной и пшеничной муки составляло 50:50. Для исследований использовали муку ржаную обдирную и муку пшеничную общего назначения М 55-23. Рецептуры мучных смесей и лабораторных образцов теста приведены в приложении 12.

Для предварительных исследований определения количества воды на замес, при приготовлении мучных смесей с СПК, производили замену ржано-пшеничной муки СПК, в мучных смесях с СПКпш производили замену пшеничной муки в ржано-пшеничной смеси, в мучных смесях с СПКрж производили замену ржаной муки в ржано-пшеничной смеси. Замена солода

в мучных смесях с СПК составляла 5 % взамен ржано-пшеничной муки, в смесях с СПКпш и СПКрж замену муки солодом осуществляли также, в количестве 5 % взамен ржаной муки.

Количество воды на замес теста подбирали, исходя из реологических свойств ржано-пшеничного теста после замеса. Для этого косвенно оценивали его вязкость с помощью прибора Пенетромтр АП-4/2 по предельному напряжению сдвига теста из мучных смесей с разными дозировками сахаросодержащих порошков из картофеля, одновременно определяя влажность теста. Количество воды на замес определяли методом подбора, таким образом, чтобы предельное напряжение сдвига опытных образцов теста было близким к контрольному образцу без добавок. Пересчет количества воды осуществляли на вносимую в мучную смесь дозировку сахаросодержащих порошков из картофеля. Результаты исследований представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Определение количества воды на замес теста из мучной смеси с сахаросодержащими порошками из картофеля

Наименование показателей	Контроль	Дозировка сахаросодержащего порошка в мучную смесь взамен муки, %			
		3	6	9	12
Влажность теста, %	48,1±0,5				
из мучной смеси с СПК		48,6±0,5	49,7±0,5	51,3±0,5	52,0±0,5
из мучной смеси м СПКпш		48,5±0,5	49,5±0,5	51,0±0,5	51,5±0,5
из мучной смеси с СПКрж		48,6±0,5	49,6±0,5	50,9±0,5	51,5±0,5
Предельное напряжение сдвига теста после замеса, Па·10 ⁻⁶	378±0,2				
из мучной смеси с СПК		375±0,2	372±0,2	376±0,2	378±0,2
из мучной смеси м СПКпш		375±0,2	372±0,2	376±0,2	378±0,2
из мучной смеси с СПКрж		375±0,2	372±0,2	376±0,2	378±0,2
Количество воды на замес теста из 100 г смеси, см ³	53				
из мучной смеси с СПК		56	59	62	65
из мучной смеси с СПКпш		55	57	59	61
из мучной смеси с СПКрж		55	57	59	61
Увеличение количества воды на замес, % к контролю	-				
из мучной смеси с СПК		5,7	11,3	17,0	22,6
из мучной смеси м СПКпш		3,8	7,5	11,3	15,1
из мучной смеси с СПКрж		3,8	7,5	11,3	15,1

Установлено, что внесение сахаросодержащих порошков из картофеля способствует увеличению количества воды на замес теста на 3,8 % - 22,6 % от количества воды на замес контрольного образца без добавок. При этом, при внесении в мучную смесь СПК необходимо увеличивать дозировку воды на замес на 1 % (на каждый процент вносимого СПК), при внесении СПКпш и СПКрж – на 0,7 % (на каждый процент вносимого СПКпш и СПКрж). Увеличение воды на замес обусловлено повышенной водосвязывающей, водоудерживающей способностью, а также степенью набухания порошков сахаросодержащих из картофеля (таблица 4.1).

После корректировки количества воды на замес осуществляли приготовление теста из смесей при соотношении компонентов, представленных в таблице 5.1. Рецептуры лабораторных образцов теста с откорректированным количеством воды на замес представлены в Приложении 12. Тесто выбраживали до конечной титруемой кислотности 9,0 - 10,0 градусов. Затем разделявали, расстаивали при температуре 35 °С и относительной влажности воздуха 80 %. Выпечку осуществляли при температуре 200 - 220 °С в течение 40 - 45 мин. В тесте определяли предельное напряжение сдвига в конце брожения на приборе Пенетрометр АП/4, в готовых изделиях – удельный объем, пористость, содержание бисульфитсвязывающих соединений (БСС). Изготавливалось по 3 образца теста и хлебобулочного изделия из каждого состава-смеси и оценивались их качественные показатели. Средние значения результатов исследований приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Результаты опытов по определению влияния состава мучных смесей с сахаросодержащими порошками и ржаным ферментированным солодом на свойства теста и качество готовых хлебобулочных изделий

Опыт	Индекс отклика	Средние значения								
		предельного напряжения сдвига теста, Па·10 ⁻⁶			удельного объема, см ³ /100г			содержание бисульфитсвязывающих соединений в мякише, мг-экв/100г с.в.		
		У ₄ с СПК	У ₅ с СПК пш	У ₆ с СПК рж	У ₇ с СПК	У ₈ с СПК пш	У ₉ с СПК рж	У ₁₀ с СПК	У ₁₁ с СПКпш	У ₁₂ с СПКрж
1	Y1	118,5	118,5	118,5	2,10	2,10	2,10	0,91	0,91	0,91
2	Y2	153,6	208,2	208,2	2,17	2,55	2,78	2,14	4,90	4,90
3	Y3	219,3	185,5	200,0	2,18	1,83	1,83	2,06	2,81	3,12
4	Y112	133,7	184,8	201,7	2,14	2,24	2,75	1,39	1,67	2,13
5	Y113	110,1	165,5	194,2	2,34	2,87	2,84	2,37	2,91	3,12
6	Y122	202,0	209,7	202,7	1,60	1,60	1,65	2,08	2,24	2,61
7	Y123	202,0	206,7	201,7	2,20	1,90	1,59	2,15	2,57	3,11
8	Y133	134,0	185,7	205,3	2,41	2,00	1,66	3,45	3,92	4,11
9	Y223	118,4	171,8	188,3	2,60	2,75	2,63	4,05	4,71	4,73
10	Y233	150,7	180,7	222,8	2,00	2,71	2,67	2,22	2,72	3,21

Математическая обработка результатов эксперимента позволила получить уравнения:

для предельного напряжения сдвига теста из:

мучной смеси с СПК

$$\begin{aligned}
 Y_4 = & 118,5Z_1 + 153,6Z_2 + 219,3Z_3 + 143,1Z_1Z_2 - 210,8Z_1Z_3 - 233,5Z_2Z_3 - \\
 & - 382,1Z_1Z_2(Z_1-Z_2) + 65,5Z_1Z_3(Z_2-Z_3) - 70,2Z_2Z_3(Z_2-Z_3) + \\
 & + 1935,4Z_1Z_2Z_3
 \end{aligned} \quad (5.4)$$

мучной смеси с СПКпш

$$\begin{aligned}
 Y_5 = & 118,5Z_1 + 208,2Z_2 + 185,5Z_3 + 152,6Z_1Z_2 + 106,2Z_1Z_3 - 92,7Z_2Z_3 + \\
 & + 33,8Z_1Z_2(Z_1-Z_2) + 14,4Z_1Z_3(Z_2-Z_3) - 111,15Z_2Z_3(Z_2-Z_3) + \\
 & + 472,9Z_1Z_2Z_3
 \end{aligned} \quad (5.5)$$

мучной смеси с СПКрж

$$\begin{aligned}
 Y_5 = & 118,5Z_1 + 208,2Z_2 + 200Z_3 + 174,82Z_1Z_2 + 182,25Z_1Z_3 - 6,5Z_2Z_3 - \\
 & - 195,1Z_1Z_2(Z_1-Z_2) + 108,5Z_1Z_3(Z_2-Z_3) - 251,32Z_2Z_3(Z_2-Z_3) + \\
 & + 385,2Z_1Z_2Z_3
 \end{aligned} \quad (5.6)$$

для удельного объема хлебобулочного изделия из:

мучной смеси с СПК

$$\begin{aligned}
 Y_7 = & 2,1Z_1 + 2,17Z_2 + 2,18Z_3 - 1,12Z_1Z_2 + 1,085Z_1Z_3 - 1,68Z_2Z_3 + 3,82Z_1Z_2(Z_1-Z_2) \\
 & - 0,31Z_1Z_3(Z_2-Z_3) - 2,7Z_2Z_3(Z_2-Z_3) + 6,82Z_1Z_2Z_3
 \end{aligned} \quad (5.7)$$

мучной смеси с СПКпш

$$\begin{aligned}
 Y_8 = & 2,1Z_1 + 2,55Z_2 + 1,83Z_3 - 0,20Z_1Z_2 + 0,49Z_1Z_3 + 2,43Z_2Z_3 + 3,71Z_1Z_2(Z_1-Z_2) \\
 & + 6,79Z_1Z_3(Z_2-Z_3) + 1,89Z_2Z_3(Z_2-Z_3) - 15,18Z_1Z_2Z_3
 \end{aligned} \quad (5.8)$$

мучной смеси с СПКрж

$$\begin{aligned}
 Y_9 = & 2,1Z_1 + 2,78Z_2 + 1,83Z_3 - 1,06Z_1Z_2 + 0,86Z_1Z_3 + 1,55Z_2Z_3 + 6,81Z_1Z_2(Z_1-Z_2) \\
 & + 9,45Z_1Z_3(Z_2-Z_3) + 1,9Z_2Z_3(Z_2-Z_3) - 22,7Z_1Z_2Z_3
 \end{aligned} \quad (5.9)$$

для содержания бисульфитсвязывающих соединений (БСС) в мякише хлебобулочных изделий из:

мучной смеси с СПК

$$\begin{aligned}
 Y_{10} = & 0,91Z_1 + 2,14Z_2 + 2,06Z_3 + 0,94Z_1Z_2 + 6,41Z_1Z_3 + 4,65Z_2Z_3 - 1,89Z_1Z_2(Z_1-Z_2) \\
 & - 4,75Z_1Z_3(Z_2-Z_3) + 12,17Z_2Z_3(Z_2-Z_3) - 23,98Z_1Z_2Z_3
 \end{aligned} \quad (5.10)$$

мучной смеси с СПКпш

$$\begin{aligned}
 Y_{11} = & 0,91Z_1 + 4,9Z_2 + 2,81Z_3 - 4,28Z_1Z_2 + 6,99Z_1Z_3 - 0,69Z_2Z_3 - 5,13Z_1Z_2(Z_1-Z_2) \\
 & - 2,54Z_1Z_3(Z_2-Z_3) + 8,79Z_2Z_3(Z_2-Z_3) - 14,26Z_1Z_2Z_3
 \end{aligned} \quad (5.11)$$

мучной смеси с СПКрж

$$\begin{aligned}
 Y_{12} = & 0,91Z_1 + 4,9Z_2 + 3,121Z_3 - 2,41Z_1Z_2 + 7,2Z_1Z_3 - 0,18Z_2Z_3 + 5,74Z_1Z_2(Z_1-Z_2) \\
 & - 1,71Z_1Z_3(Z_2-Z_3) + 6,25Z_2Z_3(Z_2-Z_3) - 10,23Z_1Z_2Z_3
 \end{aligned} \quad (5.12)$$

Статистическая проверка показала адекватность полученных уравнений исследуемому процессу (Приложение 11).

По полученным уравнениям, с помощью программы Simplex, была выведена графическая информация в виде треугольных диаграмм с нанесенными на них изолиниями постоянного значения свойства (рис. 5.2 - 5.4).

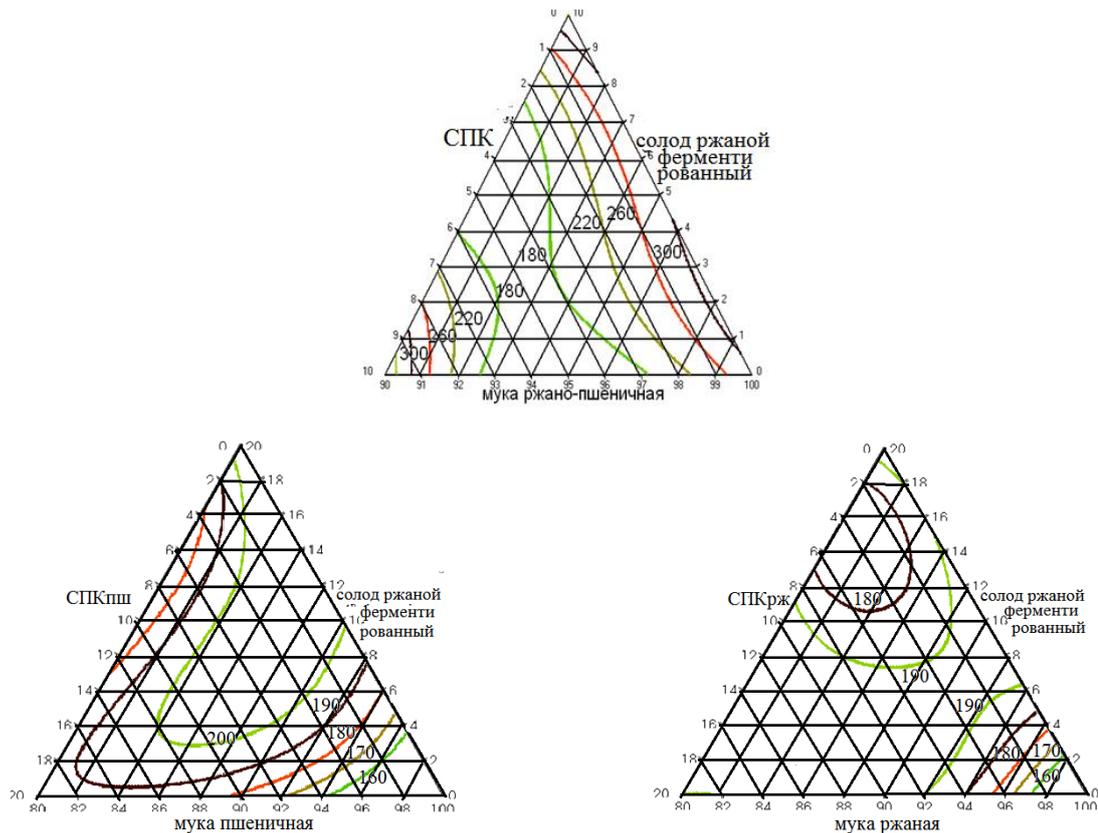


Рисунок 5.2 – Влияние соотношения муки, солода ржаного ферментированного и сахаросодержащих порошков на предельное напряжение сдвига теста ($\text{Па} \cdot 10^{-6}$)

Как видно из данных рисунка 5.2 и уравнений 5.4, 5.5, 5.6, внесение сахаросодержащих порошков из картофеля и ржаного ферментированного солода способствует увеличению предельного напряжения сдвига теста (см. коэффициенты моделей Z_2 и Z_3). При этом, более высокие коэффициенты при этих факторах наблюдаются в модели 5.4 (смесь с СПК). Это коррелирует с данными, полученными при определении водосвязывающей способности сахаросодержащих порошков из картофеля, показывающих, что СПК обладает большей водосвязывающей способностью, чем СПКпш и

СПКрж. Возможно, это обусловлено особенностями химического состава СПК, т.к. этот сахаросодержащий порошок из картофеля содержит больше высушенного основного компонента (пасты гидролизата картофельной массы), который в сушеном виде обладает большей водосвязывающей способностью, чем мука.

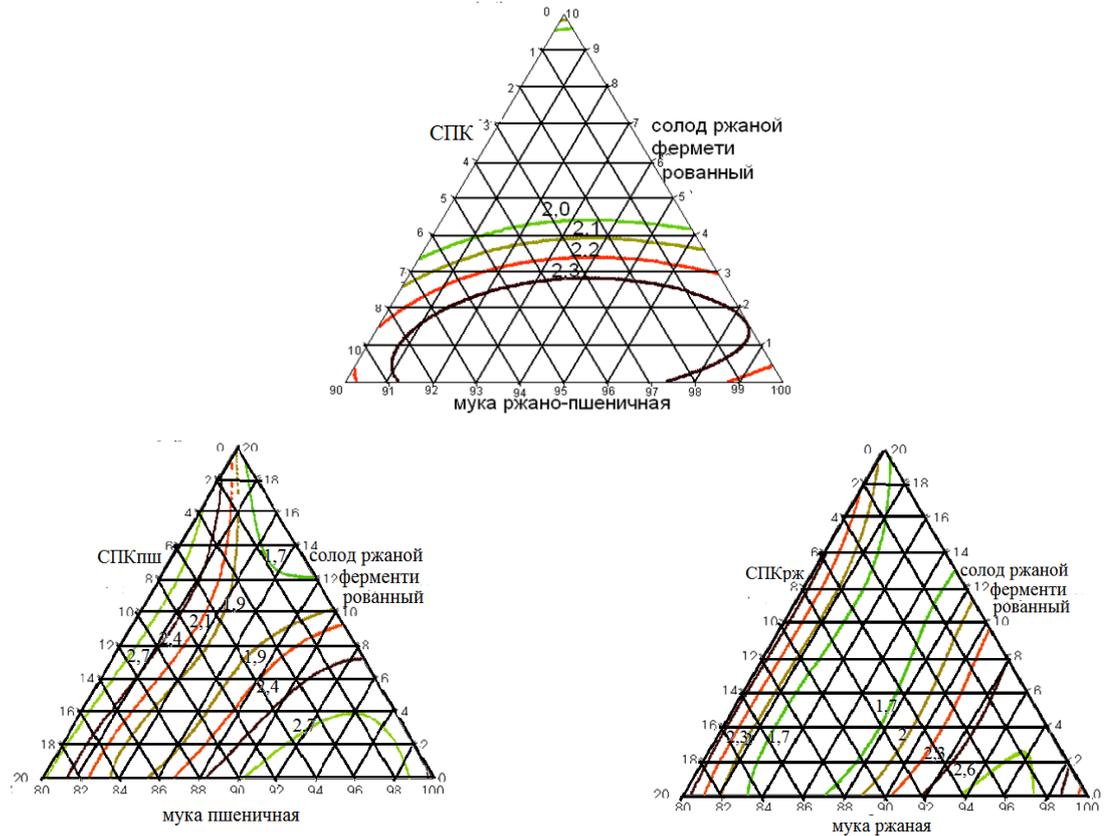


Рисунок 5.3 – Влияние соотношения муки, солода ржаного ферментированного и сахаросодержащих порошков из картофеля на удельный объем хлебобулочных изделий ($\text{см}^3/100 \text{ г}$)

Математические модели 5.7, 5.8, 5.9. и данные рисунка 5.3 показывают, что сахаросодержащие порошки из картофеля в составе мучных смесей оказывают положительное влияние на удельный объем хлебобулочных изделий. Это показывает самый большой размер коэффициента Z_2 (дозировка СПК) во всех трех моделях, относящихся к описанию влияния состава порошков на удельный объем готового хлеба. При этом, размер коэффициента при Z_3 показывает, что СПКпш и СПКрж в большей степени увеличивают удельный объем, чем СПК.

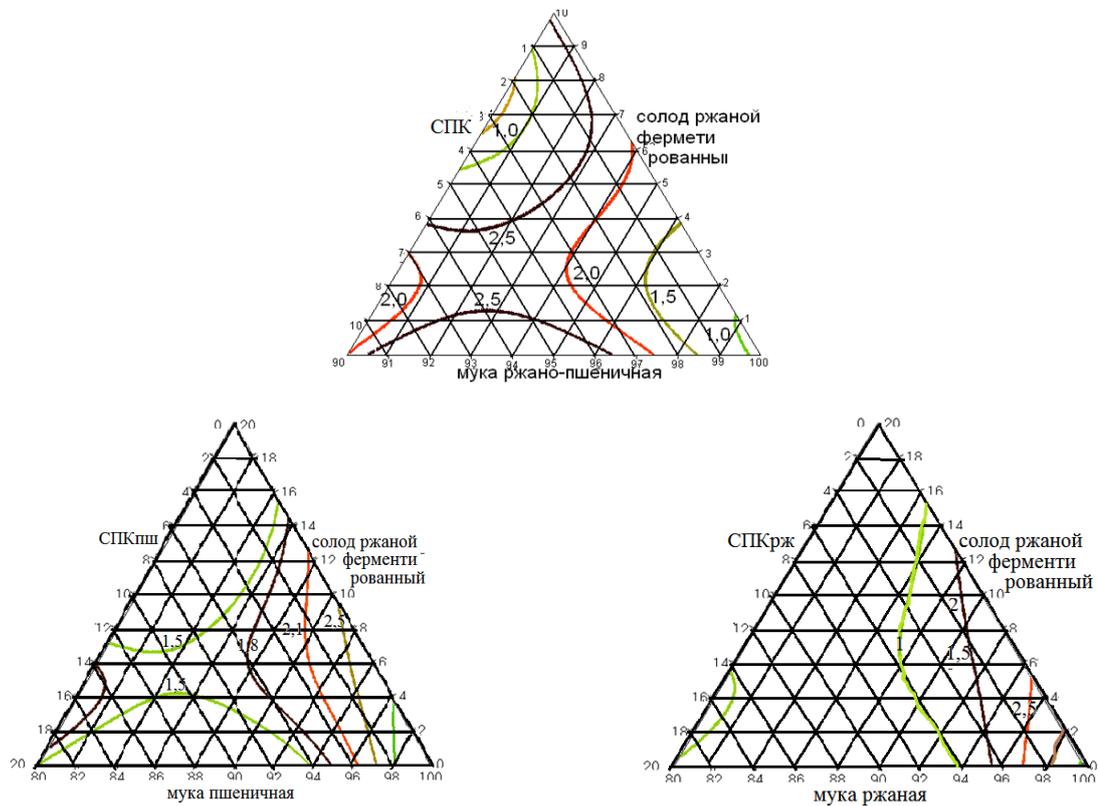


Рисунок 5.4 – Влияние соотношения муки, солода ржаного ферментированного и сахаросодержащих порошков из картофеля содержание бисульфитсвязывающих соединений в мякише хлебобулочных изделий (мг-экв/100 г СВ)

Установлено, что содержание ароматических веществ (рис. 5.4) в значительной степени зависит не только от количества сахаросодержащих порошков из картофеля, но и от содержания ферментированного солода в смеси. На это указывают так же размеры коэффициентов Z_2 и Z_3 в математических моделях соответствующие содержанию сахаросодержащих порошков и солода в смеси. Максимальный размер коэффициента в моделях, показан при факторе Z_2 (содержание сахаросодержащего порошка из картофеля в смеси), что обусловлено участием его в реакции меланоидинообразования.

5.1.2 Оптимизация состава мучной смеси с сахаросодержащими порошками из картофеля

Выбор оптимального состава смесей осуществляли графическим методом по симплексам для удельного объема и содержания бисульфитсвязывающих соединений (БСС), как показателей характеризующих физические и органолептические показатели качества продукта. Для этого произвели совмещение симплексов, чтобы иметь возможность наглядного сочетания этих свойств в готовом хлебобулочном изделии (рисунок 5.5). Заштрихованная область отвечает оптимальным составам.

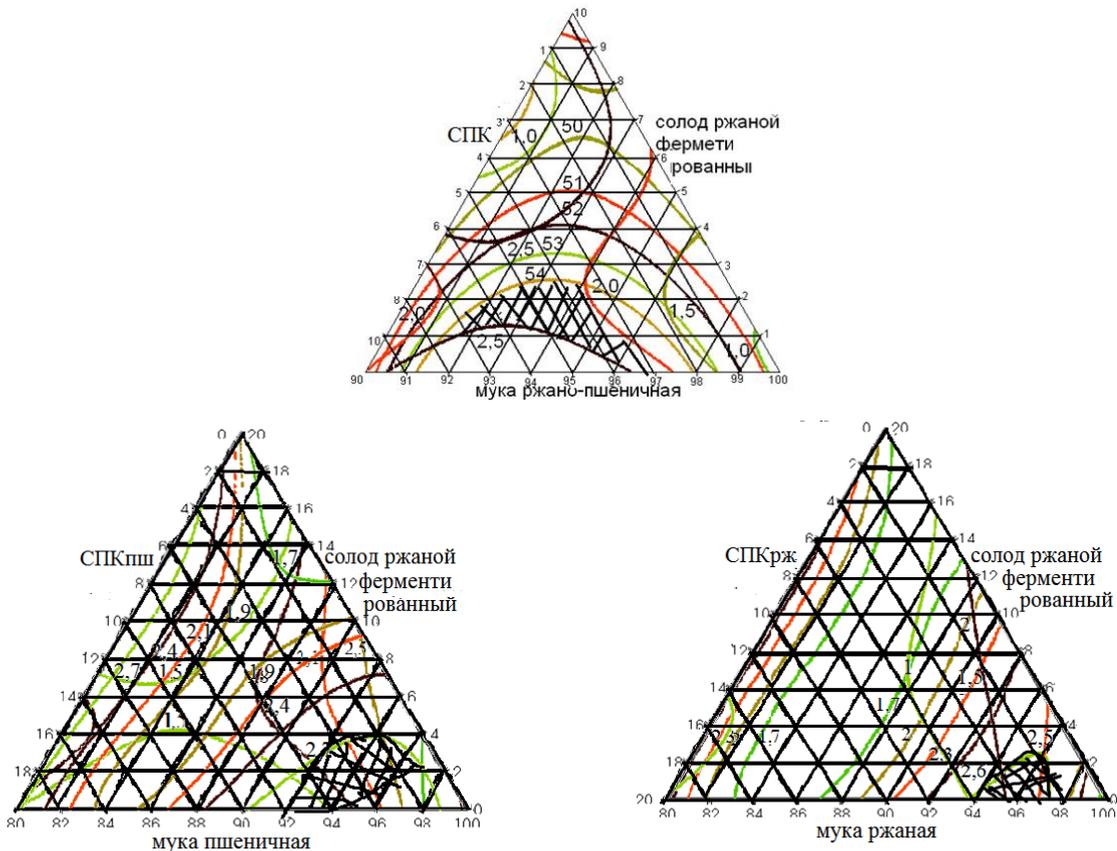


Рисунок 5.5 - Нахождение области оптимального состава смесей при производстве хлеба

Анализ данных рисунка 5.5 показывает, что состав смеси с СПК, обеспечивающий наилучшее сочетание физико-химических и

вкусоароматических свойств, является, масс. %: мука ржано-пшеничная – 90 - 93,5, солод ржаной ферментированный – 0 - 3,5, СПК – 3 - 10.

Для смеси с СПКпш, после проведения необходимых пересчетов, учитывающих, что СПКпш заменяли пшеничную муку в смеси, а солод ржаной ферментированный вносили взамен ржаной муки, получили следующие значения состава, масс. %: мука ржаная обдирная - 42 - 46, мука пшеничная общего назначения М 55-23 – 38 - 46, СПКпш – 4 - 12, солод ржаной ферментированный - 4 - 8.

Для смеси с СПКрж, с учетом того, что в ржано-пшеничной смеси ржаную муку заменяли СПКрж и солодом ржаным ферментированным, рассчитали следующие значения состава, масс. %: мука пшеничная общего назначения М 55-23 – 50, мука ржаная обдирная – 34 - 42, СПКрж 4 - 12, солод ржаной ферментированный – 0 - 4.

Для уточнения полученных результатов воспользовались расчетным методом оптимизации состава мучных смесей с сахаросодержащими порошками из картофеля. Для этого экспериментальные данные были обработаны с помощью инструмента «Поиск решения» программного обеспечения Microsoft Excel. В процедуре поиска решения использовали алгоритмы симплексного метода «Branch-and-bound» для решения линейных задач. Этот инструмент позволяет на основе критерия оптимизации выбрать оптимальный состав моделируемого продукта с учетом заданных ограничений. Такими ограничениями являлись:

для смеси с СПК:

количество ржано-пшеничной муки в смеси не менее 90 %, количество СПК в смеси не более 10 %, количество солода ржаного ферментированного не более 10 %;

для смеси с СПКпш и СПКрж:

количество пшеничной муки в смеси не более 50 %, количество ржаной муки в смеси не более 50 %, количество СПКпш или СПКрж в смеси не более 20 %, количество солода ржаного ферментированного не более 20 %.

Расчетные значения максимального удельного объема для хлебобулочных изделий из мучной смеси с СПК, позволили установить следующий состав (расчетный удельный объем 2,0 г/см³):

Мука ржано-пшеничная (50:50)	90,00 %
СПК	7,77 %
Солод ржаной ферментированный	2,23 %

Расчетное максимальное значение БСС для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий из мучной смеси с СПК, позволили установить следующий состав (содержание БСС 2,1 мг-экв/100г СВ):

Мука ржано-пшеничная (50:50)	90,00 %
СПК	6,50 %
Солод ржаной ферментированный	3,50 %

Таким образом, для мучной смеси с СПК был выбран следующий расчетный средний состав:

Мука ржано-пшеничная (50:50)	90,00 %
СПК	7,13 %
Солод ржаной ферментированный	2,87 %

Наилучшими расчетным значением удельного объема обладали хлебобулочные изделия из мучных смесей с СПКпш, следующего состава (расчетный удельный объем 1,9 г/см³):

Мука ржаная обдирная	46,00 %
Мука пшеничная общего назначения М 55-23	38,50 %
СПКпш	7,86 %
Солод ржаной ферментированный	7,64 %

Максимальным расчетным значением содержания БСС обладали хлебобулочные изделия из мучных смесей с СПКпш, следующего состава (содержание БСС 2,1 мг-экв/100г СВ):

Мука ржаная обдирная	46,00 %
Мука пшеничная общего назначения М 55-23	33,76 %
СПКпш	14,45 %
Солод ржаной ферментированный	5,79 %

Таким образом, для мучной смеси с СПКпш был выбран следующий расчетный средний состав:

Мука ржаная обдирная	46,00 %
Мука пшеничная общего назначения М 55-23	35,92 %
СПКпш	11,42 %
Солод ржаной ферментированный	6,66 %

Наилучшими расчетным значением удельного объема обладали хлебобулочные изделия из мучных смесей с СПКрж, следующего состава (расчетный удельный объем 1,77 г/см³):

Мука пшеничная общего назначения М 55-23	50,00 %
Мука ржаная обдирная	39,60 %
СПКрж	7,80 %
Солод ржаной ферментированный	2,60 %

Максимальное расчетное значение содержания БСС определено у хлебобулочных изделий из смеси с СПКрж, следующего состава (содержание БСС 2,1 мг-экв/100г СВ):

Мука пшеничная общего назначения М 55-23	50,00 %
Мука ржаная обдирная	33,30 %
СПКрж	15,10 %
Солод ржаной ферментированный	1,60 %

Таким образом, для мучной смеси с СПКрж был выбран следующий расчетный средний состав:

Мука пшеничная общего назначения М 55-23	50,00 %
Мука ржаная обдирная	35,73 %
СПКрж	12,00 %
Солод ржаной ферментированный	2,27 %

Следует отметить, что расчетные значения состава смеси с сахаросодержащими порошками из картофеля входят в границы составов, определенных графическим способом.

Таким образом, графическим и аналитическим методом произведено определение оптимальных составов мучных смесей с сахаросодержащими порошками из картофеля для приготовления ржано-пшеничных хлебобулочных изделий ускоренным способом.

На основании проведенных исследований была разработана и утверждена техническая документация на мучные смеси ТУ 9290-277-02069036-2013 и ТИ ТУ 9290-277-02069036-2013 «Мука «Орловский богатырь» [67] (Приложение 13). В соответствии с ТУ смесям были присвоены следующие наименования мука «Орловский богатырь-1» – мучная смесь с СПК и ржаным ферментированным сододом, мука «Орловский богатырь-2» – мучная смесь с СПКпш и ржаным ферментированным солодом, мука «Орловский богатырь-3» – мучная смесь с СПКрж и ржаным ферментированным солодом.

Результаты проведенных исследований представлены в работах, опубликованных автором [11, 12].

5.1.3 Определение однородности состава мучной смеси «Мука «Орловский богатырь»»

В связи с тем, что мука «Орловский богатырь» состоит из компонентов, отличающихся гранулометрическим составом, это требует оценки однородности для каждого вида муки. Поэтому на данном этапе работы была проведена оценка однородности смешивания. Смешивание осуществлялось на лабораторном смесителе У1- ЕТК.

Процесс смешивания заключается в распределении частиц одного компонента в объеме частиц другого или других компонентов и наступлению гомогенности. Скорость движения вращающихся штифтов У1-ЕТК была постоянной и составляла 600 об/мин. Смешивание осуществляли в течение 60 с.

Выделяя в объеме смеси, равномерным или случайным образом, расположенные малые микрообъемы и отслеживая процесс смешивания, предполагается, что через границы этих объемов будут проходить различные количества частиц компонентов А и В, а поэтому будут меняться их соотношения (концентрации). В перемешиваемой смеси, в ее микрообъемах возможно бесконечное разнообразие взаимного расположения частиц компонентов. В этих условиях соотношение компонентов в произвольных точках - величина случайная. Поэтому оценка качества смеси (степени смешивания) основана на методах статистического анализа.

Из математической статистики известно, что наиболее просто статистический материал анализируется по одной случайной величине [24].

Чтобы оценивать качество смешивания одной случайной величиной, смесь условно считают двухкомпонентной. Для этого выделяют из смеси один какой-то компонент, называемый ключевым, а все остальные компоненты объединяют во второй условный компонент. По степени распределения ключевого компонента в массе второго (условного) компонента и судят о качестве смеси [49].

В связи с тем, что сахаросодержащие порошки из картофеля являются источником редуцирующих сахаров, в качестве ключевого компонента было принято содержание редуцирующих сахаров в смеси.

Известно, что более равномерное распределение компонентов в смесях возможно путем предварительного смешивания вносимых компонентов с основной массой сырья [78] (в нашем случае с мукой), вначале с небольшим количеством (частью) главного компонента (муки), а затем основное смешивание со всей массой сырья.

Для каждой мучной смеси производили предварительное смешивание сахаросодержащих порошков из картофеля и ржаного ферментированного солода с мукой: 1:2, 1:3, 1:4, 1:5. Суммарную массу сахаросодержащего порошка из картофеля и ржаного ферментированного солода принимали за 1 часть, количество муки варьировали соответственно выбранным соотношениям. Далее смесь просеивали, смешивали с оставшейся мукой и еще раз просеивали всю смесь через сито с размером ячеек 0,3 мм.

Качество смешивания определяли по содержанию ключевого компонента (редуцирующих веществ) в 5 навесках и рассчитывали коэффициент однородности (K_0) для каждой мучной смеси по формуле [24]:

$$K_0 = \left(1 - \frac{1}{x_{cp}}\right) \cdot \sqrt{\frac{(x_i - x_{cp})^2 \cdot 100}{n-1}}, \% \quad (5.13)$$

где x_{cp} – среднее количество редуцирующих веществ, %;

x_i – содержание редуцирующих веществ в пробе, %;

n – количество проб.

Результаты расчетов приведены в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Коэффициент однородности муки «Орловский богатырь»

Наименование мучной смеси	Коэффициент однородности, %			
	1:2	1:3	1:4	1:5
Мука «Орловский богатырь – 1»	10,29	48,65	30,34	25,25
Мука «Орловский богатырь – 2»	17,00	40,11	20,74	18,38
Мука «Орловский богатырь – 3»	14,42	41,98	24,84	14,14

По экспериментальным данным построили график, представленный на рисунке 5.6.

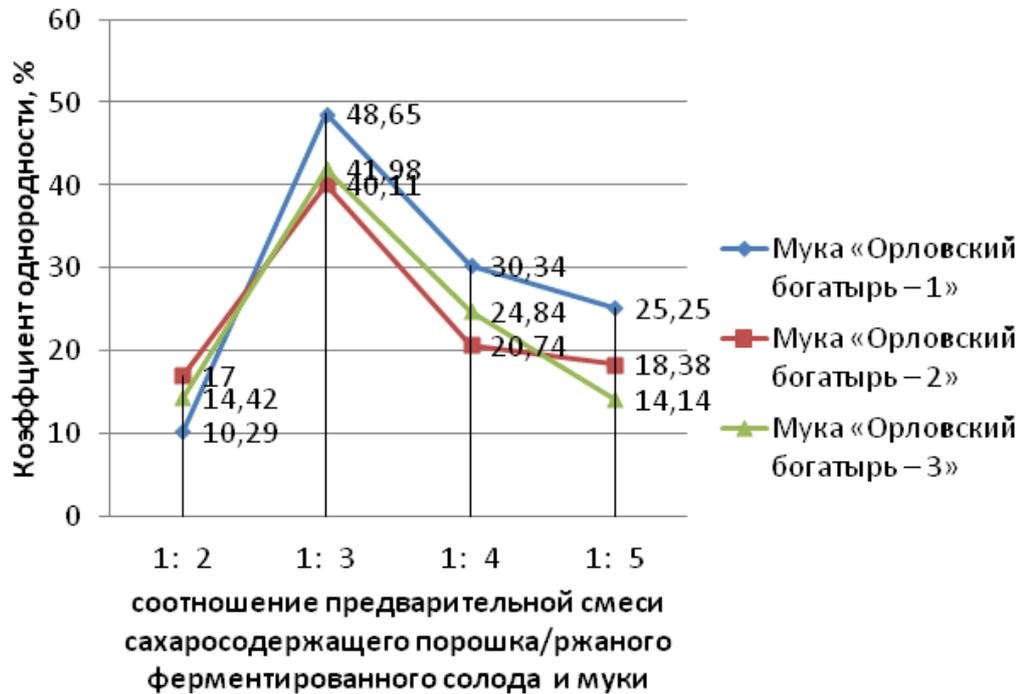


Рисунок 5.6 – Коэффициент однородности мучных смесей с различным соотношением предварительной смеси

Из рисунка видно, что наибольшее значение коэффициента однородности у муки «Орловский богатырь - 1» с соотношением перемешивания 1:3 (48,65 %), у муки «Орловский богатырь – 2» с соотношением перемешивания 1:3 (40,11 %), у муки «Орловский богатырь – 3» с соотношением перемешивания 1:3 (41,98 %).

Таким образом, обеспечение равномерности смешивания компонентов мучных смесей «Мука «Орловский богатырь» обеспечивается при предварительном смешивании сахаросодержащего порошка из картофеля, ржаного ферментированного солода и муки в соотношении 1:3.

Основные стадии процесса производства «Муки «Орловский богатырь» апробированы на мини-пекарне «Юность». Акт промышленной апробации представлен в приложении 7.

Результаты проведенных исследований представлены в работе, опубликованной автором [9].

ГЛАВА 6 ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ САХАРОСОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТОВ ИЗ КАРТОФЕЛЯ НА КАЧЕСТВО ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

6.1 Исследование качества хлебобулочных изделий из муки «Орловский богатырь»

Физико-химические и органолептические показатели готовых изделий обусловлены количественным и качественным составом компонентов, определяющих постоянство состава смесей. Изменение этих показателей приводит к ухудшению качества и невозможности сертификации. Для оценки качества муки «Орловский богатырь» оптимального состава из нее производили хлебобулочные изделия. Тесто готовили ускоренным способом, используя дрожжи, соль и сухую закваску-подкислитель Лезизауэр. Дозировка прессованных дрожжей и соли составляла 2 % и 1,5 % соответственно от массы мучной смеси, дозировку подкислителя рассчитывали, исходя из расчетной начальной кислотности ржано-пшеничного теста 7 град. При замесе в опытные образцы теста из мучных смесей вносили увеличенное количество воды, обусловленное повышенной водосвязывающей способностью сахаросодержащих порошков из картофеля, входящих в состав муки «Орловский богатырь». Выброженное тесто делили на куски, укладывали в смазанные маслом формы и растаивали при относительной влажности воздуха 80 % и температуре 35 °С. В качестве контрольного образца служило ржано-пшеничное хлебобулочное изделие без добавок, приготовленное ускоренным способом.

В тесте определяли массовую долю влаги, титруемую кислотность в начале и конце брожения, предельное напряжение сдвига теста на приборе пенетрометр АП/4, продолжительность брожения и расстойки. В хлебобулочных изделиях: удельный объем, пористость, массовую долю влаги, титруемую кислотность и органолептические показатели. Физико-

химические показатели теста из мучных смесей и показатели технологического процесса представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Показатели технологического процесса и качества теста из муки «Орловский богатырь»

Наименование показателей	Характеристика			
	контроль	Орловский богатырь-1	Орловский богатырь-2	Орловский богатырь-3
Массовая доля влаги теста, %	48,0±0,5	52,0±0,5	51,5±0,5	51,5±0,5
Титруемая кислотность теста в начале брожения, град.	6,8±0,2	7,2±0,2	7,2±0,2	7,2±0,2
Продолжительность брожения, мин	70±5	60±5	60±5	60±5
Продолжительность расстойки, мин	50±5	40±5	40±5	40±5
Титруемая кислотность теста конечная, град	10,2±0,4	11±0,4	10,2±0,4	10,2±0,4
Предельное напряжение сдвига теста, Па·10 ⁻⁶				
через 60 минут брожения	320±0,2	325±0,2	323±0,2	325±0,2
через 120 минут брожения	265±0,2	268±0,2	265±0,2	267±0,2

Установлено, что продолжительность брожения и расстойки теста из муки «Орловский богатырь» сокращается, по сравнению с контрольным образцом, что обусловлено наличием в их составе порошков сахаросодержащих из картофеля, являющихся питательной средой для дрожжевой микрофлоры теста.

Физико-химические показатели качества готовых хлебобулочных изделий из муки «Орловский богатырь» представлены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Физико-химические показатели качества хлебобулочных изделий из муки «Орловский богатырь»

Наименование показателей	Характеристика			
	контроль	Орловский богатырь-1	Орловский богатырь-2	Орловский богатырь-3
Массовая доля влаги, %	47,5±0,5	51,5±0,5	51,0±0,5	51,0±0,5
Титруемая кислотность, град.	8,8±0,2	8,2±0,2	8,2±0,2	8,2±0,2
Пористость, %	53±0,5	60±0,5	62±0,5	60±0,5
Удельный объем, см ³ /100 г	1,8±0,5	2,2±0,5	2,6±0,5	2,3±0,5
Выход, %	146,7±1,5	153,2±1,5	150,4±1,5	150,1±1,5

Установлено, что хлебобулочные изделия из муки «Орловский богатырь» имеют пористость на 7 % - 9 %, удельный объем – на 22,2 % - 44,4 % выше, по сравнению с контрольным образцом. Наилучшее качество хлебобулочных изделий наблюдается у образца из муки «Орловский богатырь-2», в состав которой входит СПКпш. Выход опытных хлебобулочных изделий превышает контрольный образец на 4,4 % - 6,5 %. Это обусловлено наличием в составе муки «Орловский богатырь» компонентов, обладающих большей водопоглотительной и водосвязывающей способностью, чем ржано-пшеничная мука, что оказывает положительное влияние на выход хлебобулочных изделий из нее, по сравнению с контрольным образцом, включающим только муку.

При органолептической оценке качества хлеба оценивались следующие показатели: правильность формы, окраска корок, цвет мякиша, структура пористости, структурно-механические свойства мякиша, аромат и вкус, разжевываемость. Для количественного выражения органолептических свойств применяли шкалу балловой оценки, приведенную в Приложении 14.

На рисунке 6.1 приведены лепестковые диаграммы образцов хлеба, наглядно отражающие балльную оценку (без учета коэффициента весомости) органолептических показателей.

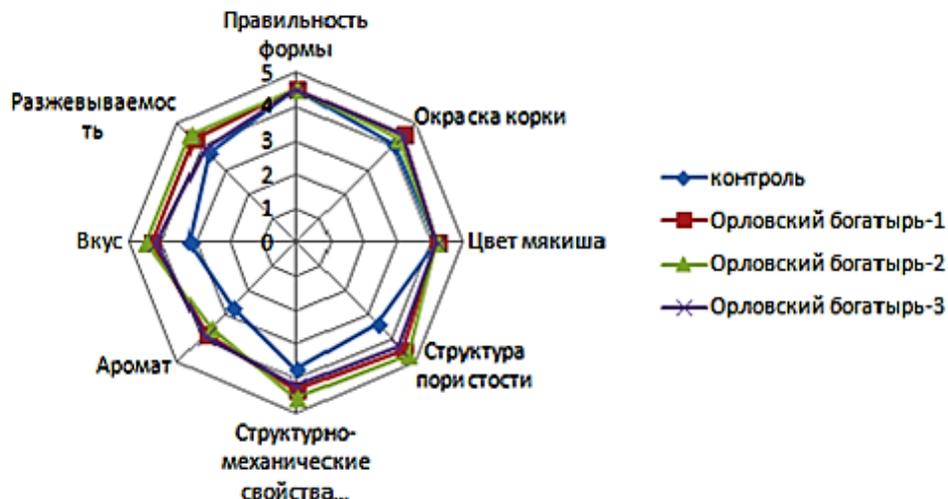


Рисунок 6.1 – Профилограмма качества хлебобулочных изделий из муки «Орловский богатырь»

Установлено, что по органолептическим показателям хлебобулочные изделия из муки «Орловский богатырь» превосходят контрольный образец без добавок ржаного ферментированного солода и сахаросодержащих порошков из картофеля. Наличие в составе опытных хлебобулочных изделий данных компонентов способствует значительному улучшению вкуса, аромата и структурно-механических свойств мякиша готового хлеба, по сравнению с контрольным образцом.

Улучшение цвета корки обусловлено наличием в составе муки «Орловский богатырь» сахаросодержащих порошков из картофеля, содержащих редуцирующие сахара, участвующие в процессах меланоидинообразования, они же, наряду со вкусоароматической добавкой ферментированного ржаного солода, формируют приятный вкус и аромат опытных хлебобулочных изделий, приготовленных по ускоренной технологии. Состав муки «Орловский богатырь» позволяет получить более развитую и тонкостенную пористость хлеба, по сравнению с контрольным образцом без добавок, благодаря наличию в ней редуцирующих сахаров, используемых дрожжами, как дополнительное питание и соответственно увеличения выделяемого углекислого газа разрыхляющего мякиш.

Таким образом, хлебобулочные изделия из муки «Орловский богатырь», благодаря сбалансированному составу рецептурных компонентов, позволяют произвести ржано-пшеничные хлебобулочные изделия ускоренным способом достаточно высокого качества. При этом пористость, удельный объем и суммарная балловая органолептическая оценка увеличиваются на 7 % - 9 %, 22,2 % - 44,4 % и 25,11 - 27,75 баллов, по сравнению с контрольным образцом.

Был произведен расчет содержания основных пищевых веществ для хлебобулочных изделий из муки «Орловский богатырь», результаты расчетов приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Содержание основных пищевых веществ в хлебобулочных изделиях из муки «Орловский богатырь»

Наименование показателей	Характеристика			
	контроль	Орловский богатырь-1	Орловский богатырь-2	Орловский богатырь-3
Белки, %	6,70	6,70	7,12	6,92
Жиры, %	1,00	1,24	1,25	1,22
Углеводы усвояемые, %	49,10	53,20	52,20	52,70
Клетчатка, %	0,50	1,20	0,90	1,40
Минеральные вещества, %	0,70	1,70	1,50	1,90

Установлено, что в хлебобулочных изделиях из муки «Орловский богатырь», наряду с увеличением количества усвояемых углеводов на 3,1 % - 4,1 %, в 1,8 - 2,4 раза увеличивается содержание клетчатки и в 2,1 - 2,7 раз содержание минеральных веществ, по сравнению с контрольным образцом.

Производство хлебобулочных изделий из муки «Орловский богатырь» апробировано на мини-пекарне «Юность». Акт промышленной апробации представлен в приложении 7.

На основании проведенных исследований была разработана техническая документация ТУ 9113-311-02069036-2014 и ТИ ТУ 9113-311-02069036-2014 «Хлеб ржано-пшеничный «Орловский богатырь» [124] (Приложение 15).

Новизна полученных технических решений подтверждена получением Патента РФ на изобретение № 2580137 [88] (Приложение 16).

Результаты проведенных исследований представлены в работах, опубликованных автором [16, 77, 106].

Хлеб ржано-пшеничный «Орловский богатырь» был награжден дипломом II степени «За внедрение в производство оригинальных рецептов функционального назначения в рамках областного конкурса «Смотр качества хлебобулочной продукции предприятий Орловской области «День хлеба – 2017» (Приложение 17).

6.2 Исследование влияния замены сахара и патоки на сахаросодержащие продукты из картофеля в ржано-пшеничных хлебобулочных изделиях

Для исследования влияния замены сахара и патоки в рецептурах ржано-пшеничных хлебобулочных изделий использовали технологии и рецептуры хлеба столового, содержащего 3 % сахара, и хлеба орловского, содержащего 6 % рафинадной патоки [108]. Замену сахара на СПК производили на основании пересчета на содержание сахаров в данной сырьевой добавке, что составило 7,5 % от общей массы муки. В связи с повышенной водопоглотительной способностью СПК, количество воды на замес теста увеличивали на 1 % на каждый процент вносимого СПК (см. п. п. 5.1.1).

Замену рафинадной патоки на сахаросодержащий сироп из картофеля осуществляли с учетом того, что в рафинадной патоке содержится 73 % сухих веществ и 53 % сахаров [106], а в сахаросодержащем сиропе из картофеля 50 % сухих веществ и 50 % сахаров. Расчеты позволили установить, что замена рафинадной патоки сахаросодержащим сиропом из картофеля должна составлять 1:1,5, что равно 9 % сахаросодержащего сиропа из картофеля от общей массы муки. Так же, в связи с более высокой влажностью сахаросодержащего сиропа из картофеля, необходимо корректировать (уменьшать) количество воды на замес теста.

Перед использованием сахаросодержащих продуктов из картофеля в качестве заменителей сахара и патоки, в рецептурах ржано-пшеничного хлеба считали целесообразным произвести сравнительную оценку влияния данных добавок на состояние углеводно-амилазного комплекса ржано-пшеничной муки, как показателя, являющегося определяющим при формировании качества продукции.

Влияние замены сахара и рафинадной патоки сахаросодержащими продуктами из картофеля на углеводно-амилазный комплекс ржано-пшеничной муки проводили с помощью прибора «Амилотест»

в режимах 1 и 2. В контрольных образцах ржаную и пшеничную муку использовали в соотношениях, соответствующих рецептурной смеси хлеба столового (50:50), орловского (60:40). В опытные образцы вносили, соответствующее данным сортам хлебобулочных изделий количество сахаросодержащих компонентов, что для хлеба столового составляет 3 % сахара, для хлеба орловского – 6 % рафинадной патоки от общей массы муки. В опытные образцы, взамен сахара и рафинадной патоки, вносили соответственно 7,5 % СПК и 9 % сахаросодержащего сиропа из картофеля.

В контрольных и опытных образцах определяли максимальную вязкость крахмального геля (усилие перемешивания), температуру максимальной вязкости и «число падения». Результаты исследования представлены в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Влияние замены сахара и рафинадной патоки сахаросодержащими продуктами из картофеля на углеводно-амилазный комплекс ржано-пшеничной муки

Наименование показателей	Наименование образцов			
	хлеб орловский		хлеб столовый	
	контроль	опытный	контроль	опытный
Температура максимальной вязкости, °С /усилие, Н	80±1,0	79±1,0	78±1,0	84±1,0
	4,76±0,2	4,65±0,2	5,36±0,2	6,70±0,2
Число падения, с	248±0,5	245±0,5	325±0,5	366±0,5

Определено, что замена рафинадной патоки в хлебе орловском на сахаросодержащий сироп из картофеля не оказывает значительного влияния на углеводно-амилазный комплекс ржано-пшеничной муки. Внесение СПК взамен сахара в хлебе столовом увеличивает, как температуру максимальной вязкости крахмального геля, так и число падения ржано-пшеничной смеси, что возможно обусловлено, как свойствами крахмальной составляющей СПК, так и его повышенной водопоглотительной способностью, оказывающей влияние на реологические свойства исследуемой водно-мучной суспензии. При этом температура максимальной вязкости, усилие

перемешивания и число падения водно-мучной суспензии с СПК выше, чем у контрольного образца на 6 °С, 1,34 Н и 41 с соответственно.

Тесто для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с заменой сахара и патоки на сахаросодержащие продукты из картофеля готовили на густой закваске с кислотностью 11 град. Тесто бродило 60 - 90 минут до конечной кислотности 9 - 10 град.

В тесте определяли кислотность титриметрическим методом, массовую долю влаги, структурно-механические свойства на приборе Структурометр. Результаты исследований представлены в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Влияние замены сахара и рафинадной патоки сахаросодержащими продуктами из картофеля на свойства ржано-пшеничного теста

Наименование показателей	Наименование образцов			
	хлеб орловский		хлеб столовый	
	контроль	опытный	контроль	опытный
Массовая доля влаги, %	49,2±0,5	50,0±0,5	49,1±0,5	50,6±0,5
Кислотность конечная, град	9,6±0,4	9,6±0,4	9,6±0,4	9,6±0,4
Предельное напряжение сдвига теста, Па·с	0,07±0,01	0,06±0,01	0,09±0,01	0,15±0,01
Адгезия, Па	2845±26	2897±23	2701±24	2304±24

Установлено, что внесение сахаросодержащих продуктов из картофеля, взамен сахара и рафинадной патоки, не вызывает значительных отличий в показателях массовой доли влаги и конечной кислотности ржано-пшеничного теста.

Замена рафинадной патоки сахаросодержащим сиропом в хлебе орловском оказывает незначительное влияние на структурно-механические свойства теста. Внесение СПК, взамен сахара, в состав хлеба столового оказало положительное влияние, как на предельное напряжение сдвига, так и на адгезию теста, данные структурно-механические показатели лучше, чем у контрольного образца в 1,6 и 1,17 раз.

Выброженное тесто для опытных и контрольных образцов разделявали на куски, укладывали в смазанные маслом формы, расстаивали при температуре 35 °С в течение 40 - 45 минут и выпекали в увлажненной пекарной камере при температуре 200 - 220 °С. Готовые изделия анализировали не ранее чем через 4 часа и не позднее чем через 24 часа после выпечки.

В хлебобулочных изделиях определяли массовую долю влаги, титруемую кислотность, удельный объем, пористость и содержание сахара. Результаты исследований представлены в таблице 6.6.

Таблица 6.6 – Влияние замены сахара и рафинадной патоки сахаросодержащими продуктами из картофеля на качество хлебобулочных изделий

Наименование показателей	Наименование образцов			
	хлеб орловский		хлеб столовый	
	контроль	опытный	контроль	опытный
Массовая доля влаги, %	47,7±0,5	48,0±0,5	48,1±0,5	50,1±0,5
Кислотность, град	7,4±0,4	7,0±0,4	6,4±0,4	6,6±0,4
Удельный объем, см ³ /г	2,25±0,2	2,21±0,2	2,51±0,2	2,84±0,2
Пористость, %	55,5±1,0	55,0±1,0	62,0±1,0	66,0±1,0
Содержание сахара, % на сухое вещество	4,1±1,0	3,9±1,0	3,0±1,0	3,2±1,0
Выход, %	150,1	150,1	148,2	151,6

Установлено, что массовая доля влаги и кислотность опытных образцов для хлеба орловского не имеют значительных отличий от контрольного образца. Содержание сахаров в готовых изделиях контрольных и опытных также не различаются, что показывает на правильность расчетов по замене сахара и рафинадной патоки сахаросодержащими продуктами из картофеля.

Идентичные физико-химические показатели, а так же выход имеют опытный и контрольный образец хлеба орловского, что показывает схожесть

применяемого нового вида сахаросодержащего сырья - сахаросодержащего сиропа из картофеля - с рафинадной патокой.

Внесение СПК взамен сахара в состав хлеба орловского влияет иначе. В опытном образце увеличивается массовая доля влаги на 1,5 %, показатель удельного объема на 13,1 %, пористости – на 4 %, выхода – на 3,4 %. Это обусловлено, как положительным влиянием на углеводно-амилазный комплекс ржано-пшеничной муки, так и на улучшение реологических свойств, увеличение водоудерживающей способности теста с добавлением СПК. Возможно, это связано с высокой набухаемостью и водосвязывающей способностью СПК, а также его богатым химическим составом, по сравнению с сахаром, оказывающими положительное влияние на структурно-механические свойства теста и его бродильную микрофлору.

Для исследования влияния замены сахара и патоки сахаросодержащими продуктами из картофеля на качество ржано-пшеничных хлебобулочных изделий при хранении, их выдерживали без упаковки при температуре 20 ± 2 °С и относительной влажности воздуха 75 % в течение 60 часов. В изделиях определяли массовую долю влаги и удельную набухаемость. Результаты исследований представлены на рисунке 6.2.

Определено, что закономерности изменения массовой доли влаги и удельной набухаемости ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с сахаросодержащими продуктами из картофеля при хранении несколько отличались от закономерностей контрольных образцов с сахаром и рафинадной патокой. На протяжении всего периода хранения опытные образцы имели значения влажности на 0,25 % - 0,3 %, удельной набухаемости – на 0,15 % - 0,2 % выше, чем контрольные образцы. Это свидетельствует о положительном влиянии сахаросодержащих продуктов из картофеля на сохранение свежести готовых хлебобулочных изделий.

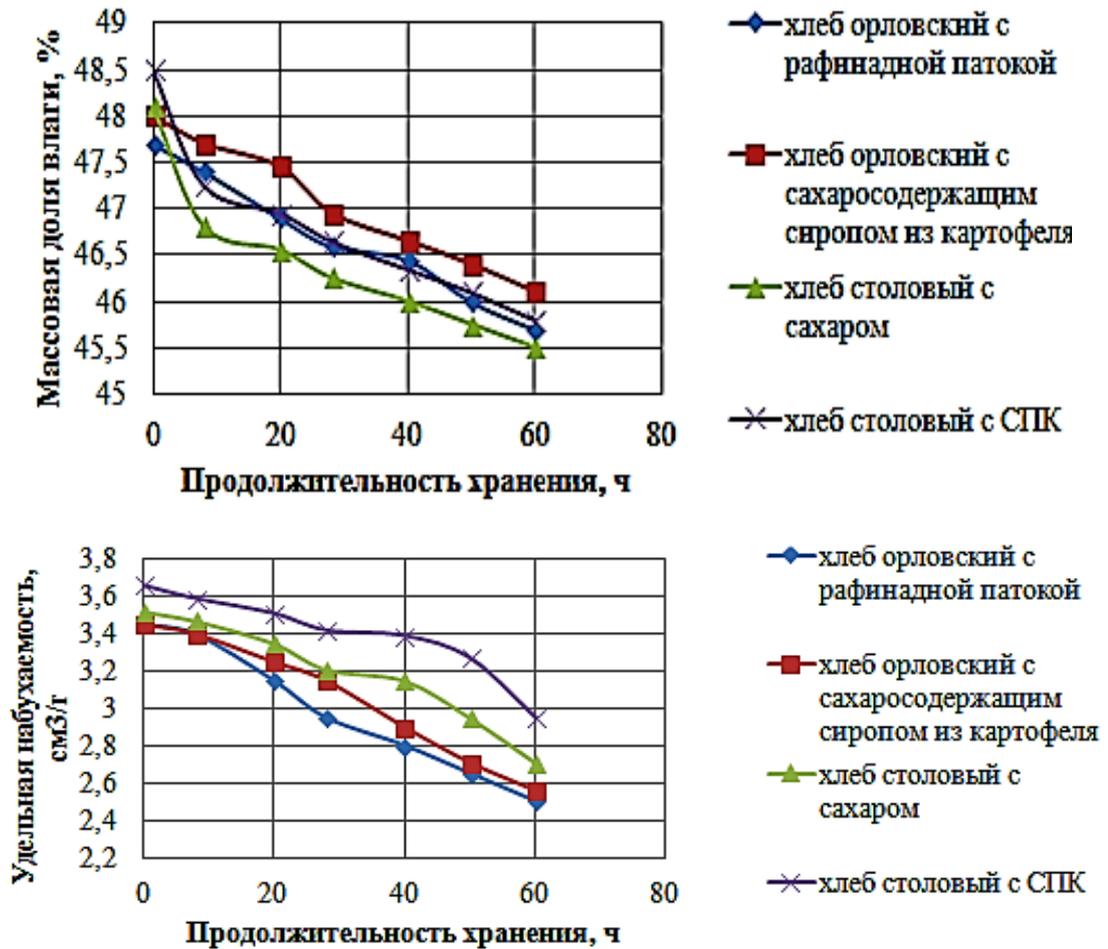


Рисунок 6.2 – Влияние сахаросодержащих продуктов из картофеля на качество ржано-пшеничных хлебобулочных изделий при хранении

Таким образом, замена сахара или рафинадной патоки в рецептурах хлебобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки на новые виды сахаросодержащего сырья удлиняет сроки сохранения свежести готовых изделий на 8 - 12 часов, а так же расширяет сырьевую базу и позволяет использовать сырье с обогащенным составом взамен рафинированного сырья.

Результаты проведенных исследований представлены в работах, опубликованных автором [10, 15].

ГЛАВА 7 РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА САХАРОСОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТОВ ИЗ КАРТОФЕЛЯ, МУЧНЫХ СМЕСЕЙ И ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ НИХ

7.1 Расчет себестоимости производства сахаросодержащих продуктов из картофеля

7.1.1 Определение производственной программы участка сахаросодержащих продуктов из картофеля

Себестоимость продукции - это затраты предприятия, которые выражаются в денежном виде и направлены на производство и реализацию самой продукции. Расчет и анализ себестоимости продукции является важной задачей для любого предприятия [35, 126].

Рассчитывается количество гидролизата картофельной массы и полученных из него продуктов для переработки производственной линией в сутки, месяц, год, определяется производственная программа участка. Для этого необходимы данные времени работы оборудования на каждом этапе переработки, представленные в таблице 7.1 - 7.4.

Таблица 7.1 – Продолжительность работы оборудования для производства гидролизата картофельной массы

№ п/п	Наименование операции	Вид оборудования	Продолжительность, мин
1	Взвешивание	Платформенные весы СКП1012 (СКИ-А12Е)	Процесс происходит одновременно и занимает 20
2	Мойка и очистка от примесей	Моечно-очистительная машина Vega ST 5000	
3	Варка картофеля	Варочная машина «Аквипак»	40
4	Измельчение	Протирочная машина Т1-КП2У	10
5	Охлаждение	Охлаждающий конвейер ОК	10
6	Приготовление водно-ферментного раствора	Мерник МЭС-210	10
7	Гидролиз ферментом	Ферментатор горизонтального действия «ПИМ»	420
Итого время работы, ч			8,50

Таблица 7.2 – Продолжительность работы оборудования для разделения гидролизата картофельной массы на пасту и центрифугат

№ п/п	Наименование операции	Вид оборудования	Продолжительность, мин
1	Центрифугирование	Осадительная центрифуга ОГШ-202К-03	15
2	Разделение продуктов: паста и центрифугат		10
Итого время работы, ч			0,42

Таблица 7.3 – Продолжительность работы оборудования для производства сиропа

№ п/п	Наименование операции	Вид оборудования	Продолжительность, мин
1	Уваривание центрифугата	Сироповарочный котел «АГРОМАШ»	50
2	Упаковка сиропа	Фасовочно-упаковочный автомат DXDL-60 П	15
Итого время работы, ч			1,08

Таблица 7.4 – Продолжительность работы оборудования для производства сахаросодержащих порошков из картофеля

№ п/п	Наименование операции	Вид оборудования	Продолжительность, мин
1	Смешивание пасты с осушающими продуктами	Смеситель «АГРОМАШ»	20
2	Сушка	Конвекционная камера К-600	240
3	Измельчение	Микромельница А2-ШИМ	20
4	Просеивание	Просеиватель П2-П	15
5	Упаковка	Фасовочный автомат вертикального типа DXDK	15
Итого время работы, ч			5,17

Из представленных таблиц видно, что процесс производства гидролизата картофельной массы и продуктов из него длительный, с большими периодами загрузки оборудования.

Такт поточной линии равен 6, т. е. загрузка последующей партии картофеля осуществляется каждые 6 часов. Учитывая полученные данные, рассчитаем количество тонн гидролизата картофельной массы, перерабатываемой в сутки.

Время работы оборудования будет равно:

$$34+1,67+4,33+20,67=60,67 \text{ часов работы оборудования.}$$

На технологические перерывы предусмотрен запас времени в размере 5 % от времени оборудования, в сутки.

$$60,67 - (60,67*0,05)=57,63$$

Отсюда $57,63/8,50=7$ тонн в сутки, а для производства СПК – $57,63/5,17=11$ тонн в сутки.

Таким образом, в месяц, учитывая «непрерывность» работы линии на данном участке, будет перерабатываться:

$7*30=210$ т гидролизата картофельной массы, в год – $210*12=2520$ т гидролизата картофельной массы.

$$11*30=330 \text{ т СПК, в год – } 330*12=3960 \text{ т СПК.}$$

Планируемая производственная программа данных участков представлена в таблицах 7.5-7.6.

Таблица 7.5 – Производственная программа участка по производству сиропа и пасты из гидролизата картофельной массы в месяц, год

Наименование продукции	Объем производства продукции из 1 т	Объем производства в месяц, кг	Объем производства в год, кг
Сироп	595	17850	214200
Паста	385	11550	138600

Таблица 7.6 – Производственная программа участка по производству СПК из гидролизата картофельной массы в месяц, год

Наименование продукции	Объем производства продукции из 1 т пасты	Объем производства в месяц, кг	Объем производства в год, кг
СПК	580	17400	208800
СПК _{спк}	1750	52500	630000
СПК _{пш}	1750	52500	630000
СПК _{рж}	1750	52500	630000

Объем производства продукции из 1 т пасты, учитывая неодновременность производства этих продуктов.

7.1.2 Расчет стоимости капитальных затрат на создание участка по производству сахаросодержащих продуктов из картофеля

Стоимость капитальных затрат будем рассматривать, исходя из стоимости оборудования, прикрепленного к тому или иному этапу производства гидролизата картофельной массы и продуктов из него, представленных в таблицах 7.7 - 7.10.

Таблица 7.7 – Капитальные вложения в оборудование на 1-ом этапе

Наименование оборудования	Марка	Паспортная мощность, кВт	Кол-во единиц, шт.	Суммарная мощность, кВт	Цена, руб.	Сумма, руб.
Платформенные весы	СКП1012 (СКИ-А12Е)	0,18	1	0,18	36000	36000
Моечно-очистительная машина	Vega ST 5000	2,20	1	2,20	45500	45500
Варочная машина	Аквипак	1,50	1	1,50	41476	41476
Протирочная машина	T1-КП2У	7,50	1	7,50	85000	85000
Охлаждающий конвейер	ОК	3,50	1	3,50	540000	540000
Дозатор объемного типа	MZDH	0,55	1	0,55	150000	150000
Мерник	МЭС-210	1,50	1	1,50	39556	39556
Ферментатор горизонтального действия	ПИМ	2,70	1	2,70	500000	500000
Итого	-	-	-	19,63	-	1437532
Неучтенные затраты (20 %)	-	-	-	-	-	287506
Запасные части (2 %)	-	-	-	-	-	28750,6
Тара и упаковка (2 %)	-	-	-	-	-	28750,6
ТРЗ (3 %)	-	-	-	-	-	43126
Заготовительно-складские расходы (1,2 %)	-	-	-	-	-	17250,4
Комплектация (0,7 %)	-	-	-	-	-	10062,7
Монтаж (15 %)	-	-	-	-	-	215630
Плановые накопления (6 %)	-	-	-	-	-	86251,9
Накладные расходы (16,5 % от монтажа)	-	-	-	-	-	237193
Всего затрат на оборудование	-	-	-	-	-	2392053

Таблица 7.8 – Капитальные вложения в оборудование на 2-ом этапе

Наименование оборудования	Марка	Паспортная мощность, кВт	Кол-во единиц, шт.	Суммарная мощность, кВт	Цена, руб.	Сумма, руб.
Осадительная центрифуга	ОГШ-202К-03	5,5	1	5,5	130000	130000
Весовой однопоточный дозатор	TAURAS	0,5	5	2,5	150000	750000
Итого	-	-	-	8,0	-	880000
Неучтенные затраты (20 %)	-	-	-	-	-	176000
Запасные части (2 %)	-	-	-	-	-	17600
Тара и упаковка (2 %)	-	-	-	-	-	17600
ТРЗ (3 %)	-	-	-	-	-	26400
Заготовительно-складские расходы (1,2 %)	-	-	-	-	-	10560
Комплектация (0,7 %)	-	-	-	-	-	6160
Монтаж (15 %)	-	-	-	-	-	132000
Плановые накопления (6 %)	-	-	-	-	-	52800
Накладные расходы (16,5 % от монтажа)	-	-	-	-	-	145200
Всего затрат на оборудование	-	-	-	-	-	1464320

Таблица 7.9 – Капитальные вложения в оборудование на 3-ем этапе

Наименование оборудования	Марка	Паспортная мощность, кВт	Кол-во единиц, шт.	Суммарная мощность, кВт	Цена, руб.	Сумма, руб.
1	2	3	4	5	6	7
Сироповарочный котел	АГРОМАШ	12,00	1	12,00	270000	270000
Фасовочно-упаковочный автомат	DXDL-60 II	0,77	1	0,77	417846	417846
Итого	-	-	-	12,77	-	687846
Неучтенные затраты (20 %)	-	-	-	-	-	137569
Запасные части (2 %)	-	-	-	-	-	13756,9
Тара и упаковка (2 %)	-	-	-	-	-	13756,9
ТРЗ (3 %)	-	-	-	-	-	20635,4
Заготовительно-складские расходы (1,2 %)	-	-	-	-	-	8254,15
Комплектация (0,7 %)	-	-	-	-	-	4814,92

Продолжение таблицы 7.9

1	2	3	4	5	6	7
Монтаж (15 %)	-	-	-	-	-	103177
Плановые накопления (6 %)	-	-	-	-	-	41270,8
Накладные расходы (16,5 % от монтажа)	-	-	-	-	-	113495
Всего затрат на оборудование	-	-	-	-	-	1144576

Таблица 7.10 – Капитальные вложения в оборудование на 4-ом этапе

Наименование оборудования	Марка	Паспортная мощность, кВт	Кол-во единиц, шт.	Суммарная мощность, кВт	Цена, руб.	Сумма, руб.
Смеситель	АГРОМАШ	0,38	1	0,38	48000	48000
Конвекционная сушильная камера	К-600	11,4	1	11,40	510000	510000
Микромельница	А2-ШИМ	4,25	1	4,25	82000	82000
Просеиватель	П2-П	1,10	1	1,10	109000	109000
Фасовочный автомат вертикального типа	DXDK	1,50	1	1,50	304113	304113
Итого	-	-	-	18,63	-	1053113
Неучтенные затраты (20 %)	-	-	-	-	-	210622,60
Запасные части (2 %)	-	-	-	-	-	21062,26
Тара и упаковка (2 %)	-	-	-	-	-	21062,26
ТРЗ (3 %)	-	-	-	-	-	31593,39
Заготовительно-складские расходы (1,2 %)	-	-	-	-	-	12637,35
Комплектация (0,7 %)	-	-	-	-	-	7371,79
Монтаж (15 %)	-	-	-	-	-	157966,95
Плановые накопления (6 %)	-	-	-	-	-	63186,78
Накладные расходы (16,5 % от монтажа)	-	-	-	-	-	173763,64
Всего затрат на оборудование	-	-	-	-	-	1752380,03

Таким образом, капитальные вложения в оборудование составят 6753329,02 руб.

7.1.3 Калькуляция затрат

Затраты, которые образуют себестоимость продукции, группируются, в связи с их экономическим содержанием, по следующим элементам – материальные затраты (за вычетом стоимости возвратных отходов), затраты на оплату труда, отчисления на социальные нужды, амортизация основных фондов, прочие затраты.

Материальные затраты отражают стоимость сырья и материалов, приобретаемых со стороны, для производства продукции, комплектующих изделий и полуфабрикатов, топлива и энергии всех видов, расходуемых, как на технологические цели, так и на обслуживание производства (отопление зданий, транспортные работы и т.п.). Из затрат на материальные ресурсы исключается стоимость возвратных отходов, под которыми понимаются остатки сырья, материалов, теплоносителей, образовавшиеся в процессе производства продукции, утратившие полностью или частично потребительские качества исходного продукта и в силу этого используемые с повышенными затратами или совсем не используемые по прямому назначению.

Затраты на оплату труда включают расходы на оплату труда основного производственного персонала предприятия, включая премии рабочим и служащим за производственные результаты, стимулирующие и компенсирующие выплаты, а также затраты на оплату труда, не состоящих в штате предприятия работников, занятых в основной деятельности. В нашем случае, для простоты расчета мы приняли ежемесячную зарплату одного рабочего в размере 11100 руб., при графике работы сутки через двое, то есть 24 часа работы, 48 отдых. Работа на предприятии не требует от рабочих высокой квалификации, поэтому данный размер затрат, в случае необходимости, можно немного уменьшить.

В отчислениях на социальные нужды отражаются обязательные отчисления по установленным нормам органами государственного и

негосударственного социального страхования, Пенсионного фонда, Государственного фонда занятости и медицинского страхования, в процентах к оплате труда работников. Единый социальный налог (ЕДС) был отменен, но в данный момент многие взносы объединяют и записывают условно как ЕДС, ставка по которому равняется 30 % от фонда оплаты труда.

В состав амортизации основных фондов входит сумма амортизационных отчислений на полное восстановление основных производственных фондов, исчисленная, исходя из балансовой стоимости и установленных норм. Ежегодные амортизационные отчисления по оборудованию составят 20 %, что в расчете на 1 т – 0,0079 %.

Расходы на электроэнергию рассчитываются, исходя из цены на электроэнергию 2,8 руб. за 1 кВт. Основой для расчета служат паспортные мощности оборудования, представленные в таблицах 7.7 – 7.10, и время работы оборудования для производства гидролизата картофельной массы и продуктов из него.

В нашем случае прочие затраты (затраты, связанные с производством и не вошедшие в перечисленные выше элементы затрат) будут приняты в размере 5 % от оплаты электроэнергии.

Также при расчете себестоимости продукции выделяют цеховые и общепроизводственные затраты. Данные затраты принимаются равными по 50 % от фонда оплаты труда производственных рабочих. Коммерческие расходы на готовую продукцию начисляются в размере 3 % от производственной себестоимости.

Расчет себестоимости гидролизата картофельной массы представлен в таблице 7.11, расчет объемов реализации по видам производимой продукции – в таблице 7.12. Техничко-экономические показатели проекта представлены в таблице 7.13.

Таблица 7.11 – Расчет себестоимости и оптовой цены по видам продукции

Наименование готовой продукции	Себестоимость производимой продукции, руб.	Объем производимой продукции, кг	Себестоимость производства 1 кг изделия	Цена, руб/1 кг
Гидролизат картофельной массы	47442,00	1000	47,44	56,93
Сироп	69407,72	595	116,65	139,98
Паста	87572,72	385	227,46	272,95
СПК	134542,22	580	231,97	278,36
СПК _{спк}	162729,78	1750	92,99	111,59
СПК _{пш}	72422,72	1750	41,38	49,66
СПК _{рж}	70442,72	1750	40,25	48,30

Таблица 7.12 – Расчет объемов реализации по видам производимой продукции

Наименование продукта	Цена за ед., руб.	Объем производства из 1 т гидролизата картофеля, кг	Выручка за 1 т, руб.	Объем производства в год	Выручка за год, руб.
Сироп	139,98	595	83289,26	214200	29984137,06
Паста	272,95	385	105087,26	138600	37831417,06
СПК	278,36	580	161450,66	208800	58122241,06
СПК _{спк}	111,59	1750	195275,73	630000	70299264,44
СПК _{пш}	49,66	1750	86907,26	630000	31286617,06
СПК _{рж}	48,30	1750	84531,26	630000	30431257,06
Итого	-	-	716541,48	2451600	257954933,73

Таблица 7.13 – Техничко-экономические показатели проекта

№	Статьи затрат	Расчет по расходам на месяц	На 1 т гидролизата картофеля
1	2	3	4
1	Сырье и материалы	Чистые затраты по всем таблицам	486434,55
2	Заработная плата	66600/210 т	317,14
3	Отчисления ЕСН	0,3 % * (2)	95,14
4	Расходы на амортизацию оборудования	0,0079 % от общих кап. вложений	53351,30
5	Расходы на электроэнергию	Мощность*время работы*2,8	2235,02
6	Прочие расходы	0,05*(5)	111,75
7	Цеховые расходы	0,5*(2)	158,57
8	Общепроизводственные расходы	0,5*(2)	158,57
9	Производственная себестоимость	-	957,78
10	Коммерческие расходы	0,03*(9)	28,73

Продолжение таблицы 7.13

1	2	3	4
11	Итого затраты на производство готовой продукции из 1т гидролизата картофеля	9+10	986,51
12	Объем реализации готовой продукции, руб.	табл. 7.12	2451600,00
13	Капитальные вложения по проекту, руб.	Всего затрат на оборудование в табл.	6753329,02
14	Численность, чел.	расчетная	8,00
15	Валовая прибыль, руб.	(12)-(11)	2450613,49
16	Чистая прибыль, руб.	15-20%	1960490,79
17	Рентабельность производства	(16)/(11)	1987,29
18	Срок окупаемости, лет	(13)/(16)	3,44
19	Производительность труда, руб./чел. год	(12)/(14)	306450,00

Таким образом, проект – конкурентоспособный, капитальные вложения окупятся за 3,44 года.

Произведен расчет производственная себестоимость мучных смесей с СПК, который представлен в таблице 7.14.

Таблица 7.14 – Производственная себестоимость мучных смесей с СПК

Статьи затрат	Орловский богатырь - 1	Орловский богатырь - 2	Орловский богатырь - 3
1. Сырье и основные материалы	32039,40	21813,52	19682,07
2.Топливо и энергия на технологические цели	914,40	914,40	914,40
3. Транспортно-заготовительные расходы	1647,69	1136,40	1029,82
ИТОГО: материальные затраты	34601,49	23864,32	21626,29
4. Затраты на оплату труда основных производственных рабочих	6860,00	6860,00	6860,00
5. Отчисления на социальные нужды	2058,00	2058,00	2058,00
ИТОГО: производственная себестоимость	43519,49	32782,32	30544,29

Исходя из полученных данных, рассчитаем затраты на сырье при производстве хлеба с мучными смесями, в состав которых входит СПК, и сахаросодержащими продуктами из картофеля, используемыми взамен сахара-песка и рафинадной патоки. Отпускная стоимость представлена в таблице 7.15.

Таблица 7.15 – Отпускная стоимость

Стадии затрат	Ассортимент										
	Контроль	Хлеб «Орловский богатырь – 1»	Хлеб «Орловский богатырь – 2»	Хлеб «Орловский богатырь – 3»	Хлеб «Орловский» (контроль)	Хлеб «Орловский»	Хлеб «Орловский» (контроль)	Хлеб «Орловский»	Хлеб «Орловский» (контроль)	Хлеб «Орловский»	Хлеб «Орловский» (контроль)
Полная себестоимость, руб	44433,99	66852,33	56007,78	53747,38	47599,15	58904,48	47696,72	67720,60			
Норматив рентабельности, %	15	10	10	10	15	10	15	10			
Прибыль, руб	6665,10	6685,23	5600,78	5374,74	4759,92	5890,45	4769,67	6772,06			
Отпускная цена, руб	51099,09	73537,56	61608,56	59122,12	52359,07	64794,93	52466,39	74492,66			
НДС, руб	6642,88	9559,88	8009,11	7685,88	6806,68	8423,34	6820,63	9684,05			
Отпускная цена с НДС, руб	57741,98	83097,44	69617,67	66807,99	59165,74	73218,27	59287,02	84176,70			
Отпускная цена с НДС (350 г), руб	20,21	29,08	24,37	23,38	20,71	25,63	20,75	29,46			

7.2 Оценка конкурентоспособности хлебобулочных изделий с сахаросодержащими продуктами из картофеля

Под конкурентоспособностью понимается набор сравнительных характеристик стоимостных и потребительских параметров данного товара в сравнении с конкурентным товаром, способствующий обеспечению товару рыночных преимуществ, содействующий в условиях конкуренции успеху при сбыте. Конкурентоспособность может быть определена как совокупность особенностей товара, учитываемых покупателями, если брать за основу их непосредственную значимость для удовлетворения потребностей потребителей и расходов, связанных с приобретением и использованием товара [126].

Чтобы определить конкурентоспособность изделия, используют методику, основанную на сравнительной оценке стоимостных и качественных параметров изделия, делающей возможным при помощи значения показателя конкурентоспособности осуществить выбор товара, который соответствует в наибольшей степени условиям рыночной конкуренции.

Оценка конкурентоспособности осуществляется по показателю конкурентоспособности, показывающему различие в потребительском эффекте сравниваемых изделий, приходящееся на единицу затрат.

Показатель конкурентоспособности (K) определяется по формуле:

$$K = \frac{I_{\text{техн.}}}{I_{\text{экон.}}}, \quad (6.2)$$

где $I_{\text{техн.}}$ – сводный индекс технических параметров изделия;

$I_{\text{экон.}}$ – сводный индекс экономических параметров изделия.

Если $K > 1$, то товар превосходит образец по конкурентоспособности.

Если $K < 1$, то товар уступает образцу.

Если $K = 1$, то товар находится на одном уровне конкурентоспособности с образцом.

Сводный индекс технических параметров определяется по формуле:

$$I_{техн.} = \sum_{j=1}^n i_j \cdot a_j, \quad (6.3)$$

где i_j – относительный параметр качества изделий;

a_j – коэффициент значимости параметра;

n – количество параметров качества, характеризующих изделие с точки зрения конкурентоспособности.

Относительный параметр качества изделия определяется по формуле:

$$i_j = \frac{P_{пр.}}{P_{кон.}}, \quad (6.4)$$

где $P_{пр.}$, $P_{кон.}$ – значение параметра качества проектируемого и контрольного изделий.

Если улучшение параметров связано с уменьшением их количественных значений, i_j определяется обратным отношением:

$$i_j = \frac{P_{кон.}}{P_{пр.}}, \quad (6.5)$$

Для формирования спроса и стимулирования продажи продукции целесообразно организовывать рекламную деятельность. В качестве информации о потребительских свойствах изделий могут быть предложены: использование рекламных щитов, эфирного времени местных телевизионных каналов и радиовещания, организация выставок-продаж производимой продукции.

Оценка конкурентоспособности продукции приведена в таблицах 7.16-7.17.

Таблица 7.16 – Оценка конкурентоспособности для хлеба «Орловский богатырь»

Наименование параметра	Ид. изм.	Исследуемый образец					Относительный параметр качества, i _j			Кэф. зачл-мости, a _j	Индекс технических параметров, I _{тех}				
		Контр.	Хлеб «Орловский богатырь – 1»	Хлеб «Орловский богатырь – 2»	Хлеб «Орловский богатырь – 3»	Хлеб «Орловский богатырь – 1»	Хлеб «Орловский богатырь – 2»	Хлеб «Орловский богатырь – 3»	Хлеб «Орловский богатырь – 1»		Хлеб «Орловский богатырь – 2»	Хлеб «Орловский богатырь – 3»			
Органолептические показатели															
Правильность формы	балл	4	5	5	5	5	5	5	1,25	1,25	1,25	0,20	0,25	0,25	0,25
Окраска корок	балл	4	5	5	5	5	5	5	1,25	1,25	1,25	0,15	0,19	0,19	0,19
Аромат (запах)	балл	4	5	5	5	5	5	5	1,25	1,25	1,25	0,20	0,25	0,25	0,25
Вкус	балл	4	5	5	5	5	5	5	1,25	1,25	1,25	0,23	0,29	0,29	0,29
Физико-химические показатели															
Удельный объем хлеба	см ³ /100 г	1,8	2,2	2,6	2,6	2,3	2,3	2,3	1,22	1,44	1,28	0,05	0,06	0,07	0,06
Пористость хлеба	%	53	60	62	62	60	60	60	1,13	1,17	1,13	0,05	0,06	0,06	0,06
Пределное напряжение слепка теста	Па	265	268	265	265	267	267	267	1,01	1,00	1,01	0,05	0,05	0,05	0,05
Белки	%	6,7	6,7	7,12	7,12	6,92	6,92	6,92	1,00	1,06	1,03	0,05	0,05	0,05	0,05
Жиры	%	1	1,24	1,25	1,25	1,22	1,22	1,22	1,24	1,25	1,22	0,05	0,06	0,06	0,06
Углеводы усвояемые	%	49,1	53,2	52,2	52,2	52,7	52,7	52,7	1,08	1,06	1,07	0,05	0,05	0,05	0,05
Клейковина	%	0,5	1,2	0,9	0,9	1,4	1,4	1,4	2,40	1,80	2,80	0,05	0,12	0,09	0,14
Минеральные вещества	%	0,7	1,7	1,5	1,5	1,9	1,9	1,9	2,43	2,14	2,71	0,05	0,12	0,11	0,14
Выход	%	146,7	153,2	150,4	150,4	150,1	150,1	150,1	1,04	1,03	1,02	0,05	0,05	0,05	0,05
I _{тех}													1,60	1,57	1,64
I _{хим}													1,44	1,21	1,16
Конкурентоспособность													1,11	1,30	1,02

Таблица 7.17 – Оценка конкурентоспособности для хлеба с сахаросодержащими продуктами из картофеля взамен сахара-песка и рафинадной патоки

Наименование параметра	Единица измерения	Исследуемый образец				Относительный параметр качества, i_j		Коэф-фициент значимости, a_j	Индекс технических параметров, $I_{тек}$	
		Контроль (хлеб орловский)	Хлеб орловский	Контроль (хлеб столовый)	Хлеб столовый	Хлеб орловский	Хлеб столовый		Хлеб орловский	Хлеб столовый
Органолептические показатели										
Правильность формы	балл	4	5	4	5	1,25	1,25	0,20	0,25	0,25
Окраска корок	балл	4	5	4	5	1,25	1,25	0,15	0,19	0,19
Аромат (запах)	балл	4	5	4	5	1,25	1,25	0,20	0,25	0,25
Вкус	балл	4	5	4	5	1,25	1,25	0,23	0,29	0,29
Физико-химические показатели										
Удельный объем хлеба	см ³ /100 г	2,25	2,21	2,51	2,84	0,98	1,13	0,05	0,05	0,06
Пористость хлеба	%	55,5	55	62	66	0,99	1,06	0,05	0,05	0,05
Предельное напряжение сдвига теста	Па*с	0,07	0,06	0,09	0,15	0,86	1,67	0,05	0,04	0,08
Адгезия	Па	2845	2897	2701	2304	1,02	0,85	0,05	0,05	0,04
Выход	%	150,1	150,1	148,2	151,6	1,00	1,02	0,05	0,05	0,05
$I_{тек}$									1,22	1,26
$I_{экон}$									1,20	1,24
Конкурентоспособность									1,01	1,02

В разработанных образцах ржано-пшеничного хлеба с добавлением мучных смесей наблюдается рост физико-химических показателей, а именно удельного объема, пористости, по сравнению с контрольным образцом. Также данные образцы имеют лучшие органолептические показатели, по сравнению с контролем.

Недостатком использования мучных смесей с сахаросодержащими порошками из картофеля при приготовлении хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки, а также использование сахаросодержащих продуктов из картофеля взамен сахара-песка и рафинадной патоки является отпускная цена хлеба, которая увеличена (хотя и незначительно), по сравнению с контрольным образцом. Однако, хлеб с добавками является конкурентоспособным, так как интегральный коэффициент больше 1,00 во всех случаях.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Настоящая работа посвящена разработке технологии сахаросодержащих продуктов из картофеля для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий.

Разработана технология переработки картофеля с применением гидролитического расщепления под действием ферментного препарата AMG 1100 BG и получением сахаросодержащих порошков из картофеля и сиропа для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий. По результатам исследований сделаны следующие выводы:

1. Определен оптимальный способ подготовки картофельного сырья к осахариванию ферментным препаратом AMG 1100 BG путем гидротермической обработки в течение 40 минут. Получена математическая модель осахаривания, найдены оптимальные параметры: температура - 65 - 75 °С, pH - 4,8 - 5, содержание сухих веществ в субстрате - 19,4 % - 25 %, дозировка ферментного препарата - 0,02 % - 0,06 % от массы сухого вещества в субстрате.

2. Изучена кинетика получения гидролизата из картофельного сырья с помощью ферментного препарата AMG 1100 BG: константа скорости реакции - $0,0119 (\% \cdot \text{ч})^{-2}$, скорость реакции - 1,1 %/ч. Для дальнейшей эффективной переработки гидролизата картофельной массы в конечные продукты предложено разделить его на центрифугат и пасту.

3. Установлено, что для увеличения сроков хранения сахаросодержащий центрифугат из картофеля целесообразно уваривать до содержания сухих веществ $52,5 \pm 2,5$ %, пасту - высушивать до массовой доли влаги $14,0 \pm 0,5$ % с последующим измельчением до порошкообразного состояния. На основании анализа кинетики сушки пасты гидролизата картофельной массы обосновано применение ее предварительного смешивания с осушителями, такими, как высушенный порошок из пасты гидролизата картофельной массы, или пшеничная, или ржаная мука.

Установлено, что в результате применения осушителей скорость сушки увеличивается в 1,2 - 1,6 раз, продолжительность высушивания сокращается в 1,7 - 2 раза, по сравнению с высушиванием пасты гидролизата картофельной массы без осушителей.

4. Установлены показатели качества и безопасности, химический состав, медико-биологическая эффективность и технологические характеристики сахаросодержащих продуктов из картофеля. Установлено, что содержание редуцирующих сахаров в них составляет 27,0 % - 50 %, сырой клетчатки – 0,1 % - 0,5 %, гемицеллюлоз – 0,7 % - 2,1 %, титруемая кислотность – 6,0 - 22,0 град, водосвязывающая способность – 257 % - 321 %, водоудерживающая способность – 2,5 % - 4,1 %, способность к набуханию – 68 % - 95 %. Содержание радионуклидов и пестицидов не превышает допустимые уровни. Гигиеническая оценка безопасности показала, что сахаросодержащие порошки из картофеля имеют срок хранения 6 месяцев, сахаросодержащий сироп из картофеля – 3 месяца. Исследования влияния сахаросодержащих продуктов из картофеля *in vivo* показали, что они не оказывают отрицательного воздействия на физиологические функции живого организма, при этом происходит снижение уровня холестерина в сыворотке крови.

5. Доказана целесообразность применения сахаросодержащих порошков из картофеля взамен основного и дополнительного сырья при производстве ржано-пшеничных хлебобулочных изделий:

5.1 с применением методов математического планирования и обработки данных установлены оптимальные составы мучных смесей, которые позволяют произвести ржано-пшеничные хлебобулочные изделия ускоренным способом. Экспериментально установлено, что дозировка воды на замес теста из мучных смесей с сахаросодержащими порошками из картофеля должна быть увеличена на 0,7 % - 1 % на каждый процент сахаросодержащих порошков из картофеля в мучной смеси. При этом пористость, удельный объем, выход и органолептическая оценка готовых

изделий увеличивается на 7 % - 9 %, 22,2 % - 44,4 %, 4,4 % - 6,5 %, 25,1 - 27,75 баллов соответственно, а содержание клетчатки и минеральных веществ – в 1,8 - 2,4 и 2,1 - 2,7 раз, по сравнению с контрольным образцом.

5.2 показана эффективность использования сахаросодержащего порошка и сахаросодержащего сиропа из картофеля, взамен сахара и рафинадной патоки, в рецептурах хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки. При этом, при замене патоки - сахаросодержащим сиропом из картофеля - показатели качества опытного хлебобулочного изделия не уступают контрольному образцу, а при замене сахара - сахаросодержащим порошком из картофеля - удельный объем, пористость и выход увеличиваются на 13,1 %, 4 % и 3,4 %, чем у контрольного образца. Сроки сохранения свежести опытных образцов увеличиваются на 8 - 12 часов.

6. Разработана и утверждена техническая документация ТУ 9166-293-02069036-2012 и ТИ ТУ 9166-293-02069036-2012 «Порошок сахаросодержащий из картофеля», ТУ 9290-277-02069036-2013 и ТИ ТУ 9290-277-02069036-2013 «Мука «Орловский богатырь», ТУ 9113-311-02069036-2014 и ТИ ТУ 9113-311-02069036-2014 «Хлеб ржано-пшеничный «Орловский богатырь», проведена промышленная апробация. Интегральный показатель конкурентоспособности, определенный на основе сводных индексов технических параметров выше на 2 % - 30 %, что подтверждает их конкурентоспособность.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. А. с. 1181609 СССР, МПК А 21, D 8/02. Способ производства хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки / Л. Н. Казанская, И. М. Логинова, В. А. Патт, Н. Д. Белянина, Е. Г. Разова, Д. Я. Беликова, Р. Я. Мазитова, А. Н. Кудинова. – № 3723194/28-13 ; заявл. 26.01.84 ; опубл. 30.09.85, Бюл. № 36.

2. А. с. 1629312 СССР, МПК С 12 С 7/06. Линия подготовки зернового сырья к сбраживанию при производстве этанола / Л. А. Лихтенберг, В. В. Фролов, Б. А. Устинников, В. З. Злобин ; патентообладатель Всесоюзный научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии Госагропрома СССР. - № 4639691 ; заявл. 18.01.89 ; опубл. 23.02.91.

3. А. с. 426640 СССР, МПК А 21 D 8/04. Способ приготовления пшеничного теста / Л. Я. Ауэрман, Р. Д. Поляндова, М. П. Попов. - № 1767770/28-13 ; заявл. 04.04.72, опубл. 05.05.74, Бюл. № 17.

4. Антипов, С. Т. Получение фруктово-ягодных порошков сушкой с предварительным увариванием и комбинированным энергоподводом / С. Т. Антипов, А. А. Жашков // Вестник ВГТУ. - 2009. - № 10. - С. 10-13.

5. Антипов, С. Т. Современные технологии при получении плодово-ягодных порошков / С. Т. Антипов, А. А. Жашков // Вестник 111 У. - 2010. – Т. 16, № 2. - С. 332-335.

6. Ауэрман, Л. Я. Использование картофеля в хлебопечении / Л. Я. Ауэрман, Ф. Н. Коровин, Г. Э. Нудельман. – Москва : Пищепромиздат, 1945. – 90 с.

7. Ауэрман, Л. Я. Технология хлебопекарного производства : учебное пособие / Л. Я. Ауэрман ; под общ. ред. Л. И. Пучковой. – Санкт-Петербург : Профессия, 2002. - 416 с.

8. Бахитов, Т. А. Технология переработки некондиционного зерна ржи на пищевые и кормовые цели : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Бахитов Тарген Амандыкович. – Москва, 2011. – 185 с.

9. Березина, Н. А. Анализ однородности мучных смесей с сахаросодержащим порошком из картофеля / Н. А. Березина, А. М. Орлова // Потребительский рынок: качество и безопасность продовольственных товаров. - Орел, 2013. – С. 16-20.

10. Березина, Н. А. Влияние добавления сахаросодержащего порошка взамен сахара-песка и рафинадной патоки на качество ржано-пшеничного хлеба / Н. А. Березина, А. М. Орлова // IV Международная научно-техническая конференция «Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений». - Воронеж, 2014. – С. 93-96.

11. Березина, Н. А. Моделирование состава мучной смеси для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий / Н. А. Березина, С. Я. Корячкина, А. М. Орлова // Хлебопродукты. – 2013. – № 8. – С. 45-48.

12. Березина, Н. А. Мучная смесь для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с сахаросодержащим порошком из картофеля / Н. А. Березина, А. М. Орлова // Хлебопродукты. – 2015. - № 9. – С. 60-62.

13. Березина, Н. А. Оптимизация процесса сушки на качество гидролизата картофеля / Н. А. Березина, А. М. Орлова // 15-я Всероссийская научно-практическая конференция «Современное хлебопекарное производство: перспективы развития». - Екатеринбург, 2014. – С. 103-105.

14. Березина, Н. А. Оптимизация способа получения сахаросодержащего сырья из картофеля [Электронный ресурс] / Н. А. Березина, И. В. Матвеева, А. М. Орлова // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». - 2013. – № 3. – Режим доступа: http://openbooks.ifmo.ru/read_processes/7601/7601.pdf (дата обращения 01.09.2016).

15. Березина, Н. А. Применение сахаросодержащего сырья из картофеля при производстве хлебобулочных изделий / Н. А. Березина, С. Я. Корячкина, А. М. Орлова // Хлебопродукты. – 2013. – № 7. – С. 45-47.

16. Березина, Н. А. Химический состав и энергетическая ценность ржано-пшеничного хлеба с применением мучных смесей с сахаросодержащим порошком из картофеля / Н. А. Березина, А. М. Орлова // VIII Международная научно-практическая конференция «Технология и продукты здорового питания». - Саратов, 2014. – С. 36-38.
17. Варфоломеев, С. Д. Химическая энзимология / С. Д. Варфоломеев. – Москва : Академия, 2005. - 480 с.
18. Витол, И. С. Ферменты и их применение в пищевой промышленности / И. С. Витол, И. Б. Кобелева, С. Е. Траубенберг. – Москва : ИК МГУГШ, 2000. - 80 с.
19. Вольпер, И. М. Картофель. История, применение, употребление / И. М. Вольпер, Я. И. Магидов. – Москва : Пищевая промышленность, 1978. – 144 с.
20. Герман, Л. С. Комплексная технология переработки некондиционного зерна как исходная стадия биотехнологических производств : дис. ... канд. техн. наук : 03.01.06 / Герман Людмила Сергеевна. - Москва, 2012. – 235 с.
21. ГОСТ Р 52673–2006. Спирт этиловый из пищевого сырья. Термины и определения. – Москва : Стандартинформ, 2007. – 11 с.
22. Дорофейчук, В. Г. Значение кишечного дисбактериоза в формировании аллергического компонента и их коррекция при гастроэнтерологических заболеваниях у детей / В. Г. Дорофейчук // Новое в диагностике и лечении заболеваний органов пищеварения : тезисы научно-практической конференции. – Винница, 1993. – С. 74–75.
23. Дудкин, М. С. Пищевые волокна / М. С. Дудкин, Н. К. Черно. – Москва : Урожай, 2012. – 152 с.
24. Дэвид, Г. Метод парных сравнений / Г. Дэвид. – Москва : Статистика, 1978. - 144 с.

25. Елисеева, С. И. Контроль качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции на хлебозаводах / С. И. Елисеева. – Москва : Агропромиздат, 1987. – 192 с.
26. Жеребцов, Н. А. Ферменты: их роль в технологии пищевых продуктов / Н. А. Жеребцов, О. С. Корнеева, Е. Д. Фараджева. — Воронеж : Изд-во ВГУ, 1999. — 120 с.
27. Жигунов, Д. А. Мучные смеси из зерновых культур / Д. А. Жигунов, О. С. Волошенко. – Киев : ОНАХТ, 2013. – 156 с.
28. Жидко, В. И. Зерносушение и зерносушилки / В. И. Жидко, В. А. Резчиков, В. С. Уколов. – Москва : Колос, 1982. – 239 с.
29. Зерно пшеницы и ржи: применение и полезные свойства [Электронный ресурс] // Здоровый образ жизни (ЗОЖ). – Режим доступа: <http://stgetman.narod.ru>.
30. Златкина, А. Р. Лечение хронических болезней органов пищеварения / А. Р. Златкина. – Москва : Медицина, 1994. – 336 с.
31. Иммунобиологические закономерности снижения жизнеспособности потомства человека и плацентарных животных в ранние периоды постнатального онтогенеза / Г. М. Ахмадиев, М. Г. Ахмадиева, Л. В. Зевакина, С. А. Иванов // Ветеринарная медицина. Современные проблемы и перспективы развития : материалы международной научно-практической конференции / под ред. А. А. Волковой. – Саратов : ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2010. - С. 26-30.
32. Исакова, Э. А. Применение солодовых ростков в хлебопекарной и дрожжевой промышленности / Э. А. Исакова, Г. И. Фертман. – Москва : ЦИНТИпищепром, 1967. – 31 с.
33. Картофель – использование для теста [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://hleborochka.ru/index.php?option=com_smf&Itemid=126&topic=71959.0 (дата обращения 02.09.2016).
34. Кац, З. А. Производство сушеных овощей, картофеля и фруктов / З. А. Кац. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 216 с.

35. Кейлер, В. А. Экономика предприятия / В. А. Кейлер. – Москва : Инфра-М, 1999. - 132 с.
36. Киселева, Т. Ф. Технология сушки / Т. Ф. Киселева. – Кемерово : КемТИПП, 2007. — 117 с.
37. Кислухина, О. В. Биотехнологические свойства переработки растительного сырья / О. В. Кислухина, И. Е. Кюдулас. – Каунас : Технология, 1997. - 183 с.
38. Кислухина, О. В. Ферменты в производстве пищи и кормов / О. В. Кислухина. – Москва : ДеЛи принт, 2002. — 336 с.
39. Климовский, Д. Н. Технология спирта / Д. Н. Климовский, В. А. Смирнов, В. Н. Стабников. – Москва : Пищевая промышленность, 1967. – 452 с.
40. Колб, В. Г. Клиническая биохимия / В. Г. Колб, В. С. Камышников. – Минск : Беларусь, 1976. – 368 с.
41. Колупаева, Т. Амилолитические ферменты в производстве пшеничного хлеба / Т. Колупаева, М. Клевец // Хлебопродукты. – 2010. - № 5. – С. 39-41.
42. Контроль хлебопекарного производства : учебное пособие для вузов / С. Я. Корячкина, Н. В. Лабутина, Н. А. Березина, Е. В. Хмелева. – Орел : ОрелГТУ, 2010. – 705 с.
43. Копаладзе, Р. А. Методы эвтаназии экспериментальных животных: этика, эстетика, безопасность персонала / Р. А. Копаладзе // Успехи физиол. наук. – 2000. – Т. 31, № 3. – С. 79–90.
44. Копаладзе, Р. А. Регламентация экспериментов на животных — этика, законодательства, альтернативы : обзор / Р. А. Копаладзе ; под ред. Н. А. Горбуновой. – Москва : [б.и.], 1998. – 18 с.
45. Корячкина, С. Я. Методы исследования качества хлебобулочных изделий : учебно-методическое пособие для вузов / С. Я. Корячкина, Н. А. Березина, Е. В. Хмелева. – Орел : ОрелГТУ, 2010. – 166 с.

46. Краус, С. В. Современное состояние хлебопечения в России / С. В. Краус // Хлебопродукты.-2016. - № 1. - С. 12-13.

47. Крахмал и крахмалопродукты / Н. Г. Гулюк, А. И. Жушман, Т. А. Ладур, Е. А. Штыркова. — Москва : Агропромиздат, 1985. - 240 с.

48. Кретович, В. Л. Ферментные препараты в пищевой промышленности / В. Л. Кретович, В. Л. Яровенко. – Москва : Пищевая промышленность, 1975. - 535 с.

49. Критерии и способы оценки качества смешивания сыпучих материалов [Электронный ресурс] / В. В. Воронин, К. А. Адигамов, С. С. Петренко, Р. А. Сизякин // Инженерный вестник Дона. - 2012. - № 4. - Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1400> (дата обращения 01.12.2016).

50. Лабораторный практикум по общей технологии пищевых производств / А. А. Виноградова [и др.] ; под ред. Л. П. Ковальской. — Москва : Агропромиздат, 1991. - 335 с.

51. Ладур, Т. А. Исследование процесса ферментативного гидролиза крахмала с применением новых ферментных препаратов при получении глюкозных и высокомальтозных сиропов / Т. А. Ладур, Э. М. Бородина. – Москва : АгориНИИТЭИПП, 1991. – 70 с.

52. Ладур, Т. А. Производство сахаристых продуктов из крахмалсодержащего сырья с применением ферментов / Т. А. Ладур. – Москва : ЦНИИТЭИпищепром, 1978. - 35 с.

53. Ламберова, М. Э. Ферментативная кинетика : учебное пособие. В 2 ч. Ч. 1 / М. Э. Ламберова. – Бийск : Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2013. – 76 с.

54. Лебедев, П. Д. Расчёт и проектирование сушильных установок / П. Д. Лебедев. – Москва : Госэнергоиздат, 1962. – 320 с.

55. Лебедев, П. Д. Теплообменные, сушильные и холодильные установки : учебник для студентов технических вузов / П. Д. Лебедев. - Изд. 2-е, перераб. – Москва : Энергия, 1972. - 319 с.

56. Лебедева, В. А. Картофель XXI века / В. А. Лебедева, Н. М. Гаджиев. - Белогорка : Лига, 2010. - 25 с.

57. Лобачев, Д. А. Актуальные проблемы современной индустрии производства картофеля / Д. А. Лобачев, В. Г. Авдиенко // Материалы научно-практической конференции «Картофель-2010», г. Чебоксары, 18-19 февраля 2010 г. – Чебоксары, 2010. – С. 128-131.

58. Логинова, М. В. Разработка технологии и применение новых продуктов из ржи при производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Логинова Марина Васильевна. — Москва, 1996. — 232 с.

59. Лукин, Н. Д. Переработка некондиционного картофеля / Н. Д. Лукин, А. А. Плотников, Л. В. Кривцун // Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции : материалы Международной научно-практической конференции (06-26 апреля 2015 г., г. Краснодар). — Краснодар : ВНИИТТИ, 2015. – С. 253-255.

60. Лыков, А. В. Теория сушки / А. В. Лыков. – Москва : Энергия, 1968. – 470 с.

61. Манжесов, В. И. Технология хранения растениеводческой продукции / В. И. Манжесов, И. А. Попов, Д. С. Щедрин. – Воронеж : Изд-во ВГАУ имени К.Д. Глинки, 2009. — 249 с.

62. Матвеева, И. В. Биотехнологические основы приготовления хлеба / И. В. Матвеева, И. Г. Белявская. – Москва : ДеЛи принт, 2001. – 150 с.

63. Матвеева, И. В. Биотехнологические решения / И. В. Матвеева // Хлеб + выпечка. – 2010. - № 2. – С. 28-30.

64. Матвеева, И. В. Ферментные препараты для хлебопекарной отрасли: новые технологии и перспективы применения / И. В. Матвеева. // Хлебопечение России. — 2003. - № 4. — С. 24-27.

65. Мельник, И. И. Динамика липидного обмена и состояния интенсивного кровотока у больных с хроническими заболеваниями желудочно-кишечного тракта при включении в комплексную терапию микрокристаллической целлюлозы / И. И. Мельник, Ю. А. Цаль, В. Е. Яковлев // Республиканская научная конференция «Химия, медико-биологическая оценка и использование пищевых волокон», 3-6 окт. 1988 г., г. Одесса : тезисы докладов. – Одесса, 1988. – С. 18–19.

66. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков, В. В. Арасимович, Н. П. Ярош [и др.]. – Ленинград : Агропромиздат, Ленингр. отд-ние, 1987. – 430 с.

67. Мука «Орловский богатырь» : технические условия 9293-277-02069036-2013 / разработ. Н. А. Березина, А. М. Орлова. – Орел, 2013. – 19 с.

68. Нечаев, А. П. Пищевая химия : учебник для вузов / А. П. Нечаев. - 2-е изд., перераб. и испр. – Санкт-Петербург : ГИОРД, 2003. – 640 с.

69. Оноприйко, А. В. Пищевой спирт: получение, очистка и использование : учебное пособие / А. В. Оноприйко, В. А. Оноприйко. – Ставрополь : СевКавГТУ, 2001. — 68 с.

70. Орещенко, А. В. Пищевые добавки и гигиеническая безопасность пищи / А. В. Орещенко // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1998. – № 12. – С. 12–15.

71. Орлова, А. М. Исследование влияния сушки на качество гидролизата картофеля / А. М. Орлова, Н. А. Березина // Приоритеты и научное обеспечение реализации государственной политики здорового питания в России : материалы III Международной научно-практической интернет-конференции 15 нояб. – 15 дек. 2013 г., г. Орел. - Орел, 2013. – С. 55-57.

72. Орлова, А. М. Обогащенный сахаросодержащий порошок из картофеля / А. М. Орлова, Н. А. Березина // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. - 2015 - № 2 (31). – С. 12-15.

73. Орлова, А. М. Оптимизация ферментативного гидролиза крахмалсодержащего сырья с целью получения сахаросодержащего продукта / А. М. Орлова, Н. А. Березина // Фундаментальные и прикладные аспекты создания биосферосовместимых систем : материалы международной научно-технической интернет-конференции, дек. 2012 г., г. Орел. – Орел : Госуниверситет – УНПК, 2012. - С. 201-203.

74. Орлова, А. М. Сахаросодержащий порошок из картофеля обогащенный белком и клетчаткой / А. М. Орлова, Н. А. Березина // Приоритеты и научное обеспечение реализации государственной политики здорового питания в России : материалы IV Международной научно-практической интернет-конференции 15 нояб. – 15 дек. 2015 г., г. Орел. - Орел, 2015. – С. 272-275.

75. Осипова, Г. А. Методы контроля качества сырья, полуфабрикатов и макаронных изделий : учебное пособие. Ч. 1. / Г. А. Осипова, С. Я. Корячкина, Н. А. Березина. – Орел : Госуниверситет – УНПК, 2013. - 130 с.

76. Основное технологическое оборудование химической промышленности США / Г. Л. Кореньков, С. В. Реутов, Н. И. Патрикеева, Т. Н. Смирнова. – Москва : НИИ ТЭИ, 1970. – 235 с.

77. Оценка качества готовых мучных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий повышенной биологической ценности / Н. А. Березина, А. М. Орлова, О. В. Жданова, Н. В. Мазалова, И. Е. Чуев // Материалы II-ой Международной научно-практической конференции «Направления развития технологии, организации и гигиены питания в современных условиях». – Орел : ОрелГИЭТ, 2012. – С. 201-205.

78. Панин, И. Г. Методика оценки однородности комбикормовой продукции / И. Г. Панин, Ю. М. Колпаков // Аграрная наука. – 2004. - № 8. – С. 21-22.

79. Пат. 2013449 Российская Федерация. МПК⁷ С 13 К 1/06, С 12 Р 19/14. Способ получения сахаросодержащего продукта из ржаной

муки / Попадич И. А., Шуб И. С., Базина И. В., Потяйкина М. В. ; патентообладатель Попадич Инесса Александровна. - № 5036488/13 ; заявл. 08.04.1992, опубл. 30.05.1994.

80. Пат. 2077210 Российская Федерация, МПК⁷ А 23 В 7/028. Устройство для сушки картофельного пюре / Волончук С. К. ; патентообладатель Сибирский научно-исследовательский и проектно-технологический институт переработки сельскохозяйственной продукции. - № 93035793/13 ; заявл. 09.07.1993, опубл. 20.04.1997.

81. Пат. 2085590 Российская Федерация, МПК⁷ С 13 К 1/06. Способ получения сахаристых продуктов из ржи / Ладур Т. А., Андреев Н. Р., Лукин Н. Д., Бородина З. М., Лapidус Т. В. ; патентообладатель Всероссийский научно-исследовательский институт крахмалопродуктов. - № 95107920/13 ; заявл. 16.05.1995 ; опубл. 27.07.1997.

82. Пат. 2102902 Российская Федерация, МПК⁶ А 23 L 1/2165. Линия для производства сухого картофельного пюре / Маршев Г. В., Пенто В. Б., Квасенков О. И., Кретов В. Н. ; патентообладатель Пенто Владимир Борисович. – № 96117931 ; заявл. 06.09.1996 ; опубл. 27.01.1998.

83. Пат. 2221429 Российская Федерация, МПК⁷ А 21 D 8/02. Способ производства хлебобулочных изделий из пшеничной муки / Корячкина С. Я., Кладько О. Ю. ; патентообладатель Орловский государственный технический университет. - № 2002115212/13 ; заявл. 06.06.2002 ; опубл. 20.01.2004.

84. Пат. 2224025 Российская Федерация, МПК⁷ С 12 Р 7/06. Линия подготовки крахмалосодержащего сырья к сбраживанию / Котельников М. В., Сотников В. А., Петровчук А. С., Кесель Б. А., Котельникова Н. И., Федоров А. Д. ; патентообладатель Закрытое акционерное общество «Промышленные технологии». - № 2001101718/13 ; заявл. 22.01.2001 ; опубл. 10.07.2003.

85. Пат. 2451080 Российская Федерация, МПК⁷ С 12 Р 7/06 (2006.01). Способ подготовки картофеля к переработке на спирт / Гельфанд Е. Д., Емельянова М. В. ; патентообладатель Федеральное государственное

автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северный (Арктический) федеральный университет» (С(А)ФУ). - № 2010144588/10 ; заявл. 29.10.2010 ; опубл. 20.05.2012.

86. Пат. 2456804 Российская Федерация, МПК А 21 D 8/02. Способ производства хлебобулочных изделий из пшеничной муки / Косован А. П., Костюченко М. Н., Невская Е. В., Шлеленко Л. А., Кузнецова Л. И. ; заявитель и патентообладатель Государственное научное учреждение Государственный научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности Россельхозакадемии (ГНУ ГОСНИИХП Россельхозакадемии). - № 2011115468/13 ; заявл. 20.04.2011 ; опубл. 27.07.2012.

87. Пат. 2467573 Российская Федерация, МПК⁸ А 21 D 8/02, А 21 D 2/00. Способ производства хлеба из смеси муки ржаной и пшеничной / Березина Н.А. ; патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Государственный университет - учебно-научно-производственный комплекс» (ФГБОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК». – № 2011108778/13 ; заявл. 09.03.2011 ; опубл. 27.11.2012.

88. Пат. 2580137 Российская Федерация, МПК⁷ А 21 D 8/02. Способ производства хлеба с добавлением сахаросодержащего порошка из картофеля / Березина Н.А., Орлова А.М. ; патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Государственный университет - учебно-научно-производственный комплекс» (ФГБОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК». – № 2014150144 ; заявл. 10.12.2014 ; опубл. 10.04.2016.

89. Пат. 94040136 Российская Федерация, МПК⁷ А 23 L 1/2165, А 23 Р 1/02, F 26 В 7/00. Сухой продукт, восстанавливаемый водными жидкостями, и способ его производства / Клюковски Х., Штуте Р., Шпет Г. ; патентообладатель БЕСТФУДС. - № 2000111439/13 ; заявл. 10.05.2000 ; опубл. 27.12.2004.

90. Пащенко, Л. П. Рациональное использование растительного белоксодержащего сырья в технологии хлеба / Л. П. Пащенко, И. М. Жаркова. – Воронеж : ФГУП ИПФ «Воронеж», 2006. - 312 с.

91. Петрова, Г. В. Регуляторы роста и биогумус / Г. В. Петрова, А. В. Матвеев // Картофель и овощи. - 2002. - № 3. - С. 12-13.

92. Петровский, К. С. Гигиена питания : учебник / К. С. Петровский. – 2-е изд. – Москва : Медицина, 1975. – 412 с.

93. Петрушевский, В. В. Производство сахаристых веществ / В. В. Петрушевский, Е. Г. Бондарь, Е. В. Винокурова. – Киев : Урожай, 1989. – 168 с.

94. Пирогов, А. Н. Инженерная реология : учебное пособие / А. Н. Пирогов, Д. В. Доня. - Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2004. – 110 с.

95. Письменный, В. Хлебобулочные изделия повышенной пищевой ценности на основе пектиновых смесей / В. Письменный, А. Черкашин, Л. Скибина // Хлебопродукты. - 2006. - № 10. - С. 42-43.

96. Порошок сахаросодержащий из картофеля : технические условия 9166-293-02069036-2012 / разработ. Н. А. Березина, А. М. Орлова. – Орел, 2012. – 21 с.

97. Постников, А. Н. Картофель / А. Н. Постников, Д. А. Постников. – Москва : МСХА, 2006. – 160 с.

98. Рабинович, М. Л. Прогресс в изучении целлюлолитических ферментов и механизм биodeградации высокоупорядоченных форм целлюлозы / М. Л. Рабинович, М. С. Мельник // Успехи биологической химии. — 2000. – Т. 40. – С. 205-266.

99. Рабинович, О. М. Сборник задач по технической термодинамике / О. М. Рабинович. – Москва : Машиностроение, 1973. - 344 с.

100. Разработка комплексной технологии переработки ржи на крахмал и сахаристые продукты / Н. Р. Андреев, Н. Д. Лукин, Т. В. Лапидус,

З. М. Бородина, Н. К. Лаптева, Л. И. Кедрова // Достижения науки и техники АПК. – 2012. - № 6. – С. 79-81.

101. Раменский, Н. П. Получение новых подслащивающих веществ и продуктов на их основе : обзорная информация. Сер. 23. Вып. 1 / Н. П. Раменский, Л. В. Хорунжая. – Москва : АгроНИИТЭИПП, 1993. – 143 с.

102. Регламент производства спирта из крахмалистого сырья : утв. Упрспирта МПП СССР 31 июля 1979 г. / ВНИИТБ. - Москва : [б. и.], 1979. - 78 с.

103. Ройтер, И. М. Новое в технологии приготовления теста на хлебозаводах / И. М. Ройтер. – Киев : Гостехиздат УССР, 1962. – 346 с.

104. Рябова, Т. Ф. Влияние качества хлебопродуктов на жизнедеятельность человека / Т. Ф. Рябова, Е. И. Маргулис // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1997. - № 11. – С. 51-54.

105. Сажин, Б. С. Основы техники сушки / Б. С. Сажин. – Москва : Химия, 1984. – 320 с.

106. Сапронов, А. Р. Технология сахара / А. Р. Сапронов. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1983. - 232 с.

107. Сахаросодержащая добавка для улучшения биотехнологических свойств полуфабрикатов и качества хлебобулочных изделий / Н. А. Березина, А. М. Орлова, О. В. Жданова, Н. В. Мазалова // Материалы Международной виртуальной Интернет-конференции «Биотехнология. Взгляд в будущее». - Казань, 2012. – С. 46-48.

108. Сборник рецептур и технологических инструкций по приготовлению хлебобулочных изделий для профилактического и лечебного питания / ГОСНИИХП ; сост. А. П. Косован [и др.]. – Москва : Пищепромиздат, 2004. – 252 с.

109. Сборник технологических инструкций для производства хлеба и хлебобулочных изделий / ВНИИХП. – Москва : Прейскурантиздат, 1989. – 494 с.

110. Семёнов, Г. В. Сушка сырья: мясо, рыба, овощи, фрукты, молоко / Г. В. Семенов, Г. И. Касьянов. – Ростов-на-Дону : МарТ, 2002. - 112 с.

111. Снежкин, Ю. Ф. Особенности тепло- и массообмена при сушке растительного сырья [Электронный ресурс] / Ю. Ф. Снежкин, Л. Л. Борjak, Р. А. Шапарь. – Режим доступа: http://www.itmo.by/ru/conferences/mif_5/abstract/7-42.pdf (дата обращения 02.02.2017).

112. Справочник по производству спирта. Сырье, технология и теххимконтроль / В. Л. Яровенко, Б. А. Устинников, Ю.П. Богданов, С. И. Громов. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 336 с.

113. Сушка пищевых растительных материалов / Г. К. Филоненко, М. А. Гришин, Я. М. Гольденберг, В. К. Коссек. – Москва : Пищевая промышленность, 1971. – 435 с.

114. Технологии и товароведение продовольственных товаров [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа: <http://www.comodity.ru>.

115. Технологическое вспомогательное средство - ферментный препарат «АМГ 1100 ВG» («AMG 1100 BG») [Электронный ресурс] : свидетельство 77.99.26.9.У.2081.3.09 / изготовитель «Novozymes A/S» Дания ; получатель Представительство компании «Новозаймс А/С» Российская Федерация. – Режим доступа: <https://e-ecolog.ru/reestr/gosregfr/77.99.26.9.У.2081.3.09> (дата обращения 23.01.2017).

116. Технология крахмала и крахмалопродуктов / Н. Н. Трегубов [и др.]. – Москва : Пищевая промышленность, 1970. - 571 с.

117. Технология спирта / В. А. Маринченко [и др.] : под ред. В. А. Смирнова. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 416 с.

118. Технология спирта / В. А. Яровенко [и др.]. – Москва : Колос-Пресс, 2002. – 465 с.

119. Технология хлебопечения ООО «Russian bread» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.russbread.ru>.

120. Типовой технологический регламент производства спирта из крахмалистого сырья / Министерство сельского хозяйства и продовольствия РФ. – Москва : [б. и.], 1998. – 78 с.

121. Федорова, Р. А. Применение функциональных добавок и нетрадиционных видов сырья в хлебопекарной промышленности / Р. А. Федорова, В. М. Пономаренко // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». - 2011. – № 1. - С. 217-219.

122. Халаим, А. Ф. Технология спирта / А. Ф. Халаим. – Москва : Пищевая промышленность, 1972. — 192 с.

123. Химическая кинетика : учебное пособие к практическим занятиям по физической химии / В. И. Глазов, Г. П. Духанин, Г. Д. Бахтина, Е. Н. Савельев. – Волгоград : ВолгГТУ, 2001. - 49 с.

124. Хлеб ржано-пшеничный «Орловский богатырь» : технические условия 9113-311-02069036-2014 / разработ. Н. А. Березина, А. М. Орлова. – Орел, 2014. – 17 с.

125. Цыганова, Т. Б. Технология хлебопекарного производства / Т. Б. Цыганова. – Москва : Профобриздат, 2002. - 432 с.

126. Четвертаков, И. М. Экономика, организация и управление сельскохозяйственным производством : учебное пособие / И. М. Четвертаков. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2013. – 191 с.

127. Экспертиза хлеба и хлебобулочных изделий, качество и безопасность / А. С. Романов, Н. И. Давыденко, Л. Н. Шатнюк и др. – Новосибирск : Сиб. унив. из-во, 2005. – 278 с.

128. Ashly, P. C. Preparation and characterization of Rhizopus amyloglucosidase immobilized on poly(o-toluidine) / P. C. Ashly, P. V. Mohanan // Process Biochemistry. – 2010. – Vol. 45. – P. 1422–1426.

129. Assessment of amyloglucosidase activity during production and storage of laminated pie dough. Impact on raw dough properties and sweetness after baking / Guenaelle Diler, Sylvie Chevallier, Inga Pohlmann, Claire Guyon,

Marion Guilloux, Alain Le-Bail // *Journal of Cereal Science*. - 2014. – Vol. 61. - P. 63-70.

130. Glucoamylases: types, microbial sources and potential applications e a review / K. Siddhartha, L. Chandana, M. V. V. Sridevi, V. Manasa // *Int. J. Sci. Innov.* - 2012. – № 2 (3). - P. 74-83.

131. *Industrial Alcohol Technology Handbook* / NPCS Board of Consultants & Engineers. - New Delhi : Asia Pacific Business Press, 2012. – 552 p.

132. Jaspreet Singh. *Advances in potato chemistry and technology* / Jaspreet Singh, Lovedeep Kaur. – 2nd ed. – [S. l.] : Academic Press, 2016. – 752 p.

133. *John Reader Potato: A history of the propitious esculent*. – Yale University Press, 2008. – 336 p.

134. Kapish Gupta *Solid state fermentation with recovery of Amyloglucosidase from extract by direct immobilization in cross linked enzyme aggregate for starch hydrolysis* / Kapish Gupta, Asim Kumar Jana, Sandeep Kumar, Mithu Maiti Jana. - *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 2015. – P. 486-492.

135. Kearsley, M.W. *Handbook of starch hydrolysis products and their derivatives* / M.W. Kearsley, S.Z. Driedzic. – Springer science and business media, 1995. – 275 p.

136. Marin-Navarro, J. *Glucoamylases: structural and biotechnological aspects* / J. Marin-Navarro, J. Polaina // *Appl. Microbiol. Biotechnol.* - 2011. – Vol. 89. – P. 1267-1273.

137. Pandey, A. *Advances in microbial amylases* / A. Pandey, P. Nigam, C. R. Soccol, V. T. Soccol, D. Singh, R. Mohan // *Biotechnol. Appl. Biochem.* – 2000. - Vol. 31. – P. 135-152.

138. Pat. EP0277934 USA, A 23 L 1/09, C 12 P 19/14, C 12 P 19/20, A 23 L 1/09, C 12 P 19/00. *Process for preparing sugar syrups by a direct enzymatic saccharification of raw starch-containing materials, especially from fresh or dried cassava roots* / Sarhaddar Schahroch Dipl Ing, Berghofer Emmerich Dipl Ing Dr. ;

applicant and patentee Vogelbusch GMBH. - № EP19880890011 ; filing date 25.01.1988; publication date 10.08.1988.

139. Pomeranz, Y. Use of amyloglucosidase in bread-making / Y. Pomeranz, K. F. Finney, Gl. Rubentha // Food Technol. - 1964. - № 18. – P. 1642-1644.

140. Rani, A. S. Preparation and characterization of amyloglucosidase adsorbed on activated charcoal / A. S. Rani, M. L. M. Das, S. Satyanarayana // Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic. - 2000. – Vol. 10, № 5. – P. 471-476.

141. Technical data on functional sugar ingredients // Confectionary production. - 1991. – Vol. 57, № 10. - P. 774.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Характеристика ферментного препарата AMG 1100 BG

Product Data Sheet



novozymes
Rethink Tomorrow

1 of 2
Valid from 2015-09-21

AMG® 1100 BG

In this product the key enzyme activity is provided by
glucoamylase that hydrolyzes (1,4)- and (1,6)-alpha-D-glucosidic linkages at the non-reducing ends of polysaccharides

PRODUCT CHARACTERISTICS/PROPERTIES

Component name	Glucoamylase (glucan 1,4-alpha-glucosidase)
Activity	1100 AGU/g
Color	Yellow to brown
Physical form	Granulate
Particle size	Approx. 50-212 microns

This product is standardized by Documented Addition in a process controlled by Novozymes ISO 9001 quality system. See Documented Addition Info Sheet for further information.

Solubility Active component is readily soluble in water at all concentrations that occur in normal usage. Standardisation components can cause turbidity in solution.

Color can vary from batch to batch. Color intensity is not an indication of enzyme activity.

ALLERGEN

Allergen	Substance contained ¹	Allergen	Substance contained
Celery	no	Molluscs	no
Cereals containing gluten ²	yes	Mustard	no
Crustaceans	no	Nuts ³	no
Egg	no	Peanuts	no
Fish	no	Sesame	no
Lupin	no	Soy	no
Milk (including lactose)	no	Sulphur dioxide/sulphites, more than 10 mg per kg or l	no

¹Definition of substances according to EU Regulation 1169/2011, as amended. List covers allergens mentioned in 21 USC 301 (US) and GB 7718-2011 (China).

²i.e. wheat, rye, barley, oats, spelt, kamut

³i.e. almond, hazelnut, walnut, cashew, pecan nut, Brazil nut, pistachio nut, macadamia nut and Queensland nut

PRODUCT SPECIFICATION

	Lower Limit	Upper Limit	Unit
Amyloglucosidase unit AGU	1100		/g
Total viable count	-	50000	/g
Coliform bacteria	-	30	/g
E.coli	Not Detected		/25 g
Salmonella	Not Detected		/25 g
Heavy metals		Max 30	mg/kg
Lead		Max 5	mg/kg
Arsenic		Max 3	mg/kg
Cadmium		Max 0.5	mg/kg
Mercury		Max 0.5	mg/kg

The enzyme analytical method is available from the Customer Center or sales representative.

COMPOSITION

Ingredients	Appr. % (ww)
Glucoamylase (glucan 1,4-alpha-glucosidase), CAS no. 9032-08-0*	95
Water, CAS no. 7732-18-5	4
Wheat flour, CAS no. 130498-22-5	1

*Defined as enzyme conc. (dry matter basis)

NUTRITIONAL VALUES

The product has a typical nutritional value of approximately 1631 kJ/100 g enzyme product.

• Protein	95 g/100 g
• Fat	0 g/100 g
• Carbohydrate	1 g/100 g
- Fiber	(0 g/100 g)
• Moisture	4 g/100 g

GMO STATUS

This product is not a GMO.
Production organism *Aspergillus niger*

The enzyme product is manufactured by fermentation of a microorganism that is not present in the final product. The production organism is not modified using modern biotechnology.

AMG® 100 BG

STORAGE CONDITION

Recommended storage: 0-25 °C (32-77 °F)

Packaging must be kept intact, dry, and away from sunlight. Please follow the recommendations and use the product before the best before date to avoid the need for a higher dosage.

Best before: You will find the best before date in the certificate of analysis or on the product label.

The product gives optimal performance when stored as recommended and used within 24 months of the production date.

Novozymes guarantees delivery at least 12 months prior to the best-before date.

The product can be transported at ambient temperature. Following delivery, the product should be stored as recommended.

SAFETY AND HANDLING PRECAUTIONS

Enzymes are proteins. Inhalation of dust or aerosols may induce sensitization and may cause allergic reactions in sensitized individuals. Some enzymes may irritate the skin, eyes, and mucous membranes upon prolonged contact. See the MSDS or Safety Manual for further information regarding safe handling of the product and spills.

COMPLIANCE

The product complies with the recommended purity specifications for food-grade enzymes given by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) and the Food Chemical Codex (FCC).

Kosher and Halal certificates are available from the Customer Center or sales representative.

CERTIFICATIONS

Novozymes is a signatory to United Nations Global Compact, United Nations Convention on Biological Diversity and report on our sustainability performance through Global Reporting Initiative (GRI). See all our commitments under sustainability on www.novozymes.com.



FOOD SAFETY

Novozymes has carried out a hazard analysis and prepared an HACCP plan describing the critical control points (CCPs). The HACCP plan is supported by a comprehensive prerequisite program implemented in Novozymes' GMP practices.

The product is produced according to Novozymes' HACCP plan, GMP practices, and additional requirements controlled by Novozymes' Quality Management System.

The product complies with FAO/WHO JECFA- and FCC-recommended purity requirements regarding mycotoxins. The product complies with EU legislation regarding pesticides.

The product is produced under FSSC 22000 certification.



PACKAGING

The product is available in different types of packaging. Please contact the sales representative for more information.

Novozymes A/S
Krogshøjvej 36
2880 Bagvaerd
Denmark

Tel. +45 4446 0000
Fax +45 4446 9999

For more information, or for more office addresses, visit www.novozymes.com

Laws, regulations and/or third party rights may prevent customers from importing, using, processing and/or reselling the products described herein in a given manner. Without separate, written agreement between the customer and Novozymes to such effect, this document does not constitute a representation or warranty of any kind and is subject to change without further notice.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Данные амилографического исследования свойств углеводного комплекса картофеля на приборе «Амилотест»

Изменение свойств углеводного комплекса крахмала картофеля при гидротермической обработке

В начале гидротермической обработки		Через 10 мин гидротермической обработки		Через 20 мин гидротермической обработки		Через 30 мин гидротермической обработки		Через 40 мин гидротермической обработки	
Температура, °С	Усилие перемешивания, Н	Температура, °С	Усилие перемешивания, Н	Температура, °С	Усилие перемешивания, Н	Температура, °С	Усилие перемешивания, Н	Температура, °С	Усилие перемешивания, Н
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
39	0	39	0	39	0	39	0,22	39	0
40	0	40	0	40	0	39	0,18	40	0
41	0	41	0	41	0	39	0,14	41	0
42	0	42	0	42	0	40	0,12	42	0
43	0,08	43	0	43	0,13	40	0,14	43	0
43	0,06	43	0	43	0,14	41	0,12	44	0
44	0,08	44	0	43	0,12	41	0,16	44,5	0
44	0,1	44	0	43	0,14	42	0,14	45	0
44	0,12	44	0	43	0,18	42	0,08	46	0
44,5	0,06	44,5	0	44	0,14	42	0,12	47	0
44,5	0,04	44,5	0	45	0,1	42	0,1	48	0
45	0,06	45	0	45	0,06	43	0,04	49	0
45	0,04	45	0	45	0,12	43	0,08	49,5	0
46	0,1	46	0	46	0,08	44	0,06	50	0,06
46	0,08	46	0	46	0,1	44	0,08	50	0,04
46	0,46	46	0	47	0,1	45	0,08	51	0,12
46	0,28	46	0	47	0,06	45	0,1	51	0,08
47	0,06	47	0	48	0,1	45	0,06	51	0,02
47	0,26	47	0	48	0,06	45	0,12	51	0,06
47	0,22	47	0	49	0,08	46	0,1	51,5	0,06
48	0,04	48	0	49	0,12	46	0,04	51,5	0,04
48	0,1	48	0	49	0,14	46	0,06	51,5	0,16
48	0,08	48	0	50	0,08	47	0,04	52	0,06
49	0,04	49	0,78	50	0,1	48	0,1	52	0,08
49	0,08	49	0,78	51	0,06	48	0,06	52	0,02
49	0,1	49	0,36	51	0,08	49	0,02	53	0,06

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
50	0,01	50	0,28	51	0,12	49	0,04	53	0,08
50	0,06	50	0,26	51,5	0,06	50	0,02	53	0,04
50	0,02	50	0,26	51,5	0,08	50	0,04	54	0,04
50	0,04	50	0,26	51,5	0,12	51	0,02	55	0,04
51	0,04	51	0,3	52	0,06	51	0,04	55	0,02
51	0,02	51	0,3	52	0,08	51,5	0,02	56	0,04
51	0,08	51	0,3	53	0,06	51,5	0,04	56	0,04
51	0,06	51	0,3	53	0,04	52	0,02	56	0,06
52	0,06	52	0,24	53	0,1	52	0,04	57	0,04
52	0,1	52	0,26	54	0,08	53	0,02	57	0,02
52	0,08	52	0,26	54	0,04	53	0,03	57	0,06
53	0,1	53	0,24	55	0,04	54	0,02	58	0,02
53	0,06	53	0,26	55	0,06	54	0,04	58	0,04
53	0,04	53	0,26	55	0,1	54	0,1	59	0,06
54	0,06	54	0,24	56	0,1	55	0,04	59	0,08
54	0,08	54	0,24	56	0,04	55	0,18	60	0,04
54	0,1	54	0,24	57	0,08	55	0,06	60	0,02
55	0,06	55	0,24	57	0,06	56	0,04	61	0,06
55	0,08	55	0,24	58	0,08	56	0,02	61	0,02
55	0,04	55	0,24	58	0,06	57	0,02	62	0,04
56	0,06	56	0,22	59	0,02	58	0,06	62	0,06
56	0,04	56	0,24	59	0,06	58	0,08	63	0,04
56	0,02	56	0,24	60	0,02	59	0,08	63	0,02
57	0,02	57	0,24	61	0,02	59	0,1	64	0,04
57	0,04	57	0,26	61	0,04	59	0,06	64	0,02
57	0,08	57	0,26	61	0,06	60	0,12	65	0,04
58	0,06	58	0,22	62	0,02	60	0,06	65	0,02
58	0,04	58	0,22	62	0,08	60	0,1	66	0,02
59	0,06	59	0,22	62	0,04	61	0,14	66	0,04
59	0,02	59	0,24	63	0,04	61	0,08	67	0,02
59	0,12	59	0,24	63	0,02	61	0,1	68	0,02
60	0,06	60	0,2	63	0,06	61	0,12	69	0,02
60	0,04	60	0,2	64	0,02	62	0,06	70	0,02
60	0,02	60	0,2	64	0,04	62	0,08	71	0,02
61	0,02	61	0,2	65	0,04	63	0,12	72	0,02
61	0,04	61	0,18	66	0,04	63	0,08	73	0,02
61	0,06	61	0,18	66	0,02	63	0,04	74	0,02
62	0,02	62	0,18	67	0,02	64	0,08	75	0,02
62	0,04	62	0,18	68	0,02	64	0,06	76	0,02
62	0,06	62	0,18	69	0,02	64	0,04	77	0,02
63	0,02	63	0,2	70	0,02	65	0,06	78	0,02
63	0,04	63	0,2	71	0,02	65	0,04	79	0,02
63	0,06	63	0,2	72	0,04	66	0,04	80	0,02
64	0,02	64	0,2	72	0,02	67	0,06	81	0,02
64	0,04	64	0,2	72	0,06	67	0,12	82	0,02
65	0,06	65	0,2	73	0,04	68	0,06	83	0,02
65	0,04	65	0,2	73	0,02	68	0,12	84	0,02
65	0,02	65	0,2	74	0,02	69	0,06	85	0,02
66	0,02	66	0,18	74	0,04	69	0,08	86	0,02

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
67	0,02	67	0,18	75	0,02	70	0,02	87	0,02
68	0,02	68	0,18	76	0,02	70	0,06	88	0,02
68	0,04	68	0,18	77	0,02	70	0,04	89	0,02
68	0,08	68	0,18	78	0,06	71	0,04	90	0,02
68	0,06	68	0,18	78	0,02	72	0,06	91	0,02
68	0,02	68	0,18	79	0,02	72	0,04	92	0,02
68	0,04	68	0,18	79	0,04	72	0,02	93	0,02
68	0,06	68	0,18	80	0,04	73	0,02	94	0,02
69	0,02	69	0,18	80	0,02	73	0,06	95	0,02
69	0,04	69	0,18	80	0,06	74	0,04	96	0,02
69	0,06	69	0,18	81	0,02	74	0,02	97	0,02
70	0,02	70	0,18	82	0,02	75	0,02	98	0,02
71	0,02	71	0,2	82	0,04	76	0,02	99	0,02
71	0,06	71	0,18	83	0,02	77	0,02	100	0,02
72	0,06	72	0,18	83	0,04	78	0,02		
72	0,04	72	0,16	84	0,02	79	0		
72	0,02	72	0,18	84	0,04	80	0,02		
73	0,02	73	0,16	85	0,02	81	0,02		
73	0,08	73	0,18	85	0,04	82	0,04		
74	0,04	74	0,18	86	0,02	82	0,02		
74	0,02	74	0,18	86	0,04	83	0,02		
75	0,02	75	0,16	87	0,02	83	0,06		
75	0,04	75	0,16	87	0,04	84	0,02		
75	0,06	75	0,16	88	0,02	85	0,02		
76	0,08	76	0,16	89	0,02	86	0,02		
76	0,1	76	0,18	90	0,02	87	0,02		
77	0,08	77	0,16	90	0,04	87	0,04		
77	0,1	77	0,14	91	0,02	88	0,02		
78	0,08	78	0,16	91	0,04	89	0,04		
78	0,1	78	0,14	92	0,02	89	0,02		
79	0,16	79	0,14	92	0,04	90	0,04		
79	0,14	79	0,14	93	0,02	90	0,02		
80	0,16	80	0,14	94	0,02	91	0,04		
80	0,4	80	0,14	94	0,04	91	0,02		
81	0,3	81	0,12	95	0,02	92	0,04		
81	0,32	81	0,12	95	0,04	92	0,02		
81	0,34	81	0,12	96	0,04	93	0,04		
81	0,4	81	0,12	96	0,02	93	0,02		
82	0,42	82	0,14	96,5	0,04	94	0,04		
82	0,44	82	0,16	96,5	0,02	94	0,02		
83	0,46	83	0,14	97	0,04	95	0,04		
83	0,48	83	0,16	97	0,02	95	0,02		
84	0,5	84	0,12	98	0,04	96	0,04		
84	0,48	84	0,12	98	0,02	96	0,02		
85	0,52	85	0,16	99	0,02	97	0,04		
85	0,54	85	0,14	100	0,02	98	0,02		
86	0,5	86	0,16	100	0,04	98	0,04		
86	0,52	86	0,16			99	0,02		
87	0,52	87	0,14			99	0,04		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
87	0,54	87	0,16			100	0,02		
88	0,48	88	0,14			100	0,04		
88	0,5	88	0,12						
89	0,52	89	0,14						
89	0,54	89	0,16						
90	0,56	90	0,16						
90	0,58	90	0,16						
91	0,6	91	0,16						
91	0,62	91	0,16						
91	0,64	91	0,16						
92	0,62	92	0,14						
92	0,6	92	0,16						
93	0,62	93	0,14						
93	0,66	93	0,16						
94	0,62	94	0,14						
94	0,6	94	0,12						
95	0,64	95	0,14						
96	0,62	96	0,14						
96	0,66	96	0,14						
96,5	0,76	96,5	0,14						
97	0,64	97	0,16						
97	0,78	97	0,14						
97	0,7	97	0,14						
98	0,64	98	0,16						
98	0,78	98	0,16						
98	0,7	98	0,16						
99	0,64	99	0,16						
99	0,78	99	0,14						
99	0,7	99	0,14						
100	0,64	100	0,16						
100	0,78	100	0,14						
100	0,7	100	0,14						

Изменение свойств углеводного комплекса крахмала картофеля при ферментативной обработке сырой картофельной кашки

В начале гидротермической обработки		Через 10 мин гидротермической обработки		Через 20 мин гидротермической обработки		Через 30 мин гидротермической обработки		Через 40 мин гидротермической обработки	
Температура, °С	Усилие перемешивания, Н	Температура, °С	Усилие перемешивания, Н	Температура, °С	Усилие перемешивания, Н	Температура, °С	Усилие перемешивания, Н	Температура, °С	Усилие перемешивания, Н
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
39	0,32	39	0	39	0	39	0	39	0
39	0,3	40	0	40	0	40	0	40	0
40	0,3	41	0	41	0	41	0	41	0
40	0,32	42	0	42	0,16	42	0	42	0
41	0,34	44	0	42	0,18	43	0,1	43	0
41	0,28	44,5	0	42	0,2	43	0,12	44	0
42	0,32	46	0	43	0,18	44	0,16	44,5	0
42	0,34	47	0,24	43	0,2	44,5	0,1	45	0,14
42	0,3	47	0,26	44	0,2	44,5	0,15	46	0,1
43	0,34	48	0,28	44	0,22	45	0,1	46	0,18
43	0,28	48	0,26	44,5	0,18	45	0,12	47	0,06
44	0,32	49	0,26	44,5	0,2	46	0,1	47	0,08
44	0,3	49	0,28	45	0,2	46	0,12	48	0,08
45	0,32	50	0,3	45	0,22	47	0,08	48	0,06
45	0,28	51	0,28	46	0,18	47	0,12	48	0,1
46	0,32	51,5	0,28	46	0,16	47	0,12	49	0,08
47	0,37	52	0,28	46	0,2	48	0,08	49	0,06
48	0,26	53	0,26	47	0,18	49	0,08	49,5	0,12
48	0,34	54	0,28	47	0,22	49,5	0,08	49,5	0,08
48	0,28	55	0,28	48	0,16	49,5	0,1	50	0,06
49	0,28	56	0,28	48	0,14	50	0,1	51	0,06
49	0,24	56	0,26	48	0,22	50	0,12	51,5	0,06
49	0,34	57	0,24	49	0,14	50	0,08	52	0,06
50	0,24	57	0,26	49	0,26	51	0,08	53	0,04
50	0,26	58	0,28	49	0,2	52	0,08	53	0,1
50	0,32	58	0,22	50	0,2	52	0,1	54	0,04
51	0,26	59	0,24	50	0,18	52	0,12	55	0,04
51	0,28	59	0,26	50	0,16	53	0,08	55	0,1
51	0,32	60	0,2	51	0,2	53	0,1	56	0,04
52	0,26	60	0,24	51	0,18	54	0,06	56	0,06
52	0,24	60	0,18	51	0,16	54	0,08	57	0,04
53	0,26	62	0,22	52	0,2	55	0,06	58	0,04

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
53	0,24	62	0,24	52	0,16	55	0,12	58	0,06
54	0,26	63	0,26	52	0,18	56	0,06	59	0,04
54	0,3	63	0,24	54	0,14	56	0,08	60	0,06
55	0,26	64	0,24	54	0,18	57	0,08	61	0,04
55	0,24	65	0,26	55	0,12	57	0,06	62	0,06
55	0,28	65	0,22	55	0,14	58	0,06	63	0,04
56	0,24	66	0,18	56	0,12	58	0,08	64	0,06
56	0,3	66	0,22	56	0,1	59	0,08	65	0,04
56	0,26	67	0,22	56	0,14	59	0,08	66	0,04
57	0,32	67	0,26	57	0,14	59	0,1	66	0,02
57	0,24	68	0,22	57	0,12	60	0,05	67	0,06
57	0,26	68	0,26	57	0,2	60	0,06	67	0,04
58	0,22	69	0,24	58	0,12	60	0,08	67	0,04
58	0,28	70	0,2	59	0,14	61	0,06	67	0,08
58	0,24	70	0,22	59	0,26	61	0,04	68	0,06
59	0,26	71	0,26	59	0,2	62	0,06	68	0,04
59	0,3	71	0,24	60	0,14	63	0,06	69	0,06
59	0,24	72	0,22	60	0,08	64	0,06	70	0,04
60	0,24	72	0,24	60	0,12	64	0,04	71	0,06
60	0,25	73	0,24	61	0,14	65	0,04	71	0,04
61	0,24	73	0,28	61	0,16	65	0,04	72	0,06
61	0,22	74	0,22	61	0,12	65	0,06	73	0,04
62	0,24	74	0,26	62	0,08	66	0,04	74	0,06
62	0,26	75	0,2	62	0,1	67	0,04	74	0,04
63	0,28	75	0,24	62	0,12	68	0,04	75	0,06
63	0,24	75	0,26	63	0,1	68	0,06	75	0,04
63	0,22	76	0,26	63	0,08	69	0,06	76	0,06
64	0,24	76	0,18	64	0,12	69	0,04	76	0,06
64	0,22	77	0,2	64	0,14	70	0,06	77	0,04
65	0,24	77	0,24	65	0,16	70	0,04	77	0,04
65	0,22	77	0,22	65	0,14	71	0,06	78	0,06
66	0,24	78	0,24	66	0,16	71	0,04	78	0,08
66	0,22	78	0,28	66	0,14	72	0,04	79	0,08
67	0,24	79	0,28	67	0,1	73	0,04	79	0,06
67	0,26	80	0,28	67	0,18	74	0,04	79	0,04
68	0,24	81	0,22	67	0,12	75	0,12	80	0,06
68	0,26	81	0,18	68	0,08	75	0,06	80	0,04
69	0,2	81	0,2	68	0,14	76	0,06	81	0,06
69	0,22	82	0,24	68	0,12	76	0,04	81	0,08
69	0,26	82	0,26	69	0,12	77	0,04	82	0,08
70	0,24	82	0,22	69	0,1	77	0,1	82	0,1
70	0,26	83	0,24	69	0,14	77	0,08	83	0,06
70	0,3	83	0,2	70	0,12	78	0,08	83	0,08
71	0,2	83	0,22	70	0,14	78	0,1	84	0,08
71	0,22	84	0,24	70	0,08	79	0,1	84	0,1
72	0,22	84	0,22	71	0,12	79	0,12	85	0,06
73	0,24	85	0,24	71	0,14	79	0,08	85	0,08
73	0,22	86	0,26	72	0,12	80	0,1	86	0,06
74	0,22	87	0,28	72	0,14	80	0,08	86	0,06

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
74	0,24	88	0,28	73	0,12	81	0,12	87	0,1
75	0,2	89	0,26	73	0,1	81	0,1	87	0,08
75	0,22	89	0,28	73	0,14	81	0,08	88	0,08
75	0,24	90	0,24	74	0,12	81	0,06	88	0,06
76	0,26	90	0,22	74	0,14	82	0,08	89	0,08
76	0,24	91	0,22	74	0,16	82	0,1	89	0,1
76	0,22	91	0,28	75	0,14	83	0,1	90	0,1
77	0,22	92	0,22	75	0,12	83	0,12	90	0,08
77	0,26	92	0,26	75	0,1	83	0,14	91	0,08
77	0,24	92	0,2	76	0,16	84	0,1	91	0,1
78	0,24	93	0,26	76	0,12	84	0,08	92	0,08
78	0,22	93	0,24	76	0,14	84	0,12	92	0,1
78	0,3	93	0,28	77	0,16	85	0,1	93	0,1
79	0,3	94	0,24	77	0,14	85	0,12	93	0,12
79	0,24	94	0,26	77	0,18	86	0,1	94	0,1
80	0,26	95	0,26	77	0,12	86	0,12	94	0,12
80	0,3	95	0,24	78	0,16	87	0,1	95	0,1
80	0,22	96	0,26	78	0,12	87	0,12	95	0,12
81	0,28	96	0,28	78	0,14	88	0,12	96	0,12
81	0,3	97	0,22	79	0,16	88	0,14	96	0,14
81	0,26	97	0,28	79	0,2	88	0,1	97	0,18
82	0,24	99	0,24	79	0,24	89	0,12	97	0,16
82	0,3	99	0,22	80	0,16	89	0,14	98	0,16
82	0,28	100	0,24	80	0,18	89	0,1	98	0,18
83	0,26	100	0,22	80	0,14	90	0,12	99	0,16
83	0,24			81	0,2	90	0,14	99	0,18
84	0,26			81	0,16	90	0,1	100	0,16
84	0,24			81	0,22	91	0,14	100	0,18
85	0,3			82	0,24	91	0,16	100	0,14
85	0,32			82	0,2	91	0,18		
85	0,34			82	0,18	92	0,14		
86	0,24			83	0,2	92	0,16		
86	0,3			83	0,18	93	0,16		
86	0,22			83	0,16	93	0,14		
87	0,26			84	0,18	94	0,16		
88	0,26			85	0,18	94	0,14		
89	0,26			85	0,14	95	0,18		
89	0,3			85	0,16	96	0,2		
89	0,22			86	0,16	96	0,18		
90	0,28			86	0,18	97	0,18		
90	0,26			86	0,2	97	0,2		
91	0,26			86	0,14	98	0,2		
91	0,24			87	0,18	99	0,2		
91	0,28			87	0,16	99	0,22		
92	0,24			87	0,2	100	0,2		
92	0,26			88	0,18	100	0,22		
92	0,3			88	0,16				
93	0,3			88	0,2				
93	0,32			89	0,18				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
93	0,26			89	0,14				
94	0,28			89	0,16				
94	0,32			90	0,2				
95	0,28			90	0,16				
95	0,26			91	0,2				
95	0,3			91	0,22				
96	0,3			91	0,24				
96	0,32			91	0,18				
96	0,28			92	0,18				
97	0,3			92	0,2				
97	0,28			92	0,16				
97	0,26			92	0,22				
98	0,3			93	0,2				
98	0,28			93	0,18				
98	0,26			93	0,22				
99	0,3			94	0,18				
99	0,28			94	0,2				
99	0,26			94	0,22				
100	0,28			95	0,18				
100	0,26			95	0,16				
				95	0,2				
				96	0,2				
				96	0,18				
				97	0,18				
				97	0,2				
				98	0,2				
				98	0,18				
				98	0,16				
				99	0,2				
				99	0,18				
				100	0,2				
				100	0,18				
				100	0,16				

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Приготовление ацетатного буферного раствора с заданным рН

Для приготовления ацетатного буферного раствора используют 0,2 М растворы уксусной кислоты и ацетата натрия. Для приготовления 0,2 М раствора уксусной кислоты 4,8 г ледяной уксусной кислоты растворяют в 400 см³ дистиллированной воды. Для приготовления 0,2 М раствора уксуснокислого натрия 21,76 г уксуснокислого натрия растворяют в 800 см³ дистиллированной воды.

Для приготовления ацетатного буферного раствора с необходимой рН смешивают растворы уксусной кислоты и уксуснокислого натрия в объемах, указанных в таблице. Для корректировки значения рН используют избыточные объемы растворов.

Ацетатный буферный раствор с рН 2,8 – 6,0

рН	0,2 М раствор уксусной кислоты, см ³	0,2 М раствор уксуснокислого натрия, см ³	рН	0,2 М раствор уксусной кислоты, см ³	0,2 М раствор уксуснокислого натрия, см ³
2,8	100,0	-	4,6	51,0	49,0
3,0	98,0	2,0	4,8	40,0	60,0
3,2	97,0	3,0	5,0	29,5	70,5
3,4	94,5	5,5	5,2	21,0	79,0
3,6	92,5	7,5	5,4	14,5	85,5
3,8	88,0	12,0	5,6	9,5	90,5
4,0	82,0	18,0	5,8	7,0	93,0
4,2	73,5	26,5	6,0	5,0	95,0
4,4	63,0	37,0			

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Регрессионный анализ зависимости содержания редуцирующих веществ в гидролизате картофельной массы от режима обработки

с учетом межфакторного взаимодействия (X_1 – дозировка ферментного препарата, X_2 – содержание сухих веществ субстрата, X_3 – pH, X_4 – температура, $n=26$, критерий Стьюдента теоретический – 2,06)

Кодированные переменные	Регрессионные коэффициенты	Стандартная ошибка	Критерий Стьюдента фактический	Значимость расчетного критерия Стьюдента
Сред/Св.член	23,50000	1,177504	19,95747	0,000000
X_1	0,69167	0,339916	2,03482	0,066696
X_1^2	0,09375	0,398587	2,23521	0,018370
X_2	0,04167*	0,339916	0,12258	0,904651*
X_2^2	-0,93125*	0,398587	-0,33638	0,939423*
X_3	0,59167*	0,339916	1,74063	0,109609*
X_3^2	-1,00625	0,398587	-2,52454	0,028246
X_4	0,50833*	0,339916	1,49547	0,162919*
X_4^2	-0,38125	0,398587	-2,95650	0,059367
X_1X_2	-0,18750*	0,416310	-0,45039	0,661180*
X_1X_3	0,21250*	0,416310	0,51044	0,619833*
X_1X_4	-0,43750*	0,416310	-1,05090	0,315845*
X_2X_3	0,26250*	0,416310	0,63054	0,541220*
X_2X_4	0,11250*	0,416310	0,27023	0,791985*
X_3X_4	1,01250	0,416310	2,43208	0,033287

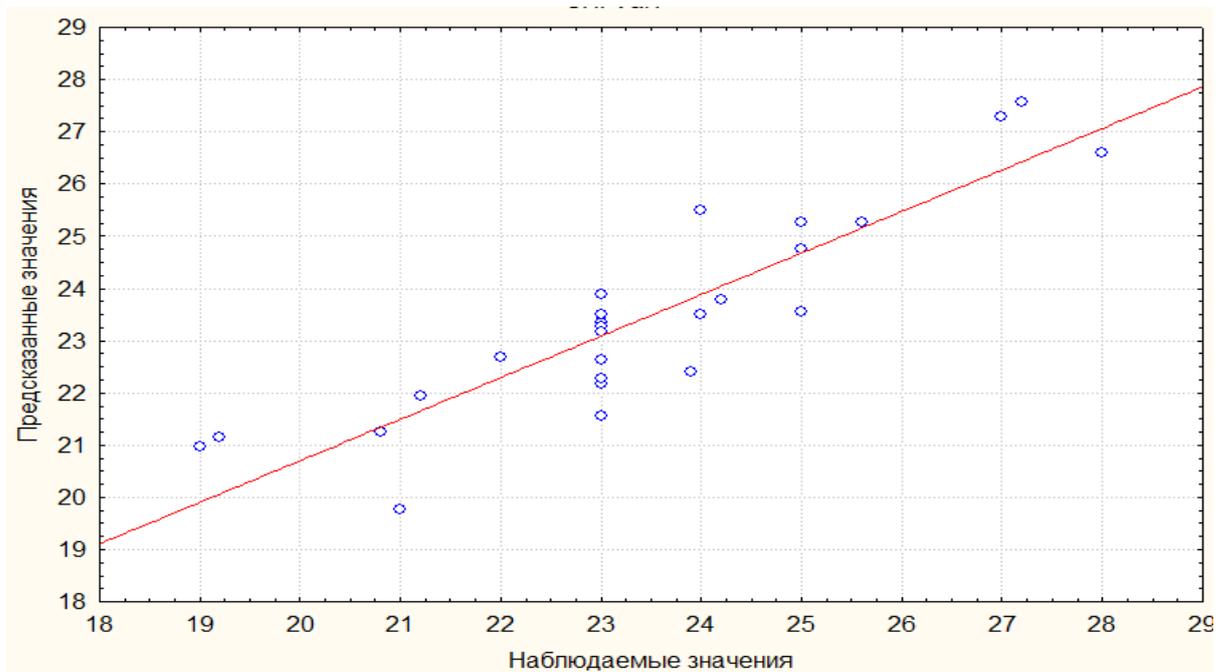
Примечание: *Величина коэффициента или критерия соответствует незначительному значению

Расчет по модели: наблюдаемые значения, предсказанные значения и остатки

№ опыта	Наблюдаемые значения	Предсказанные значения	Остатки
1	2	3	4
1	18,40000	20,41667	-2,01667
2	21,60000	20,05833	1,54167
3	20,00000	18,62500	1,37500
4	22,00000	22,31667	-0,31667
5	21,60000	20,12500	1,47500
6	20,00000	20,21667	-0,21667
7	18,00000	19,38333	-1,38333
8	23,00000	23,52500	-0,52500
9	23,00000	22,62500	0,37500
10	21,00000	20,51667	0,48333
11	21,00000	21,68333	-0,68333
12	22,00000	23,62500	-1,62500
13	21,00000	21,58333	-0,58333
14	18,40000	19,92500	-1,52500
15	20,00000	21,69167	-1,69167

1	2	3	4
16	25,20000	24,08333	1,11667
17	22,00000	22,49167	-0,49167
18	26,80000	25,25833	1,54167
19	19,60000	19,69167	-0,09167
20	21,00000	19,85833	1,14167
21	18,00000	18,29167	-0,29167
22	22,00000	20,65833	1,34167
23	22,00000	20,95833	1,04167
24	23,00000	22,99167	0,00833
25	24,00000	23,50000	0,50000
26	23,00000	23,50000	-0,50000

**Наблюдаемые и предсказанные значения по регрессионной модели
зависимости содержания редуцирующих веществ в гидролизате
картофельной массы от режима их обработки**

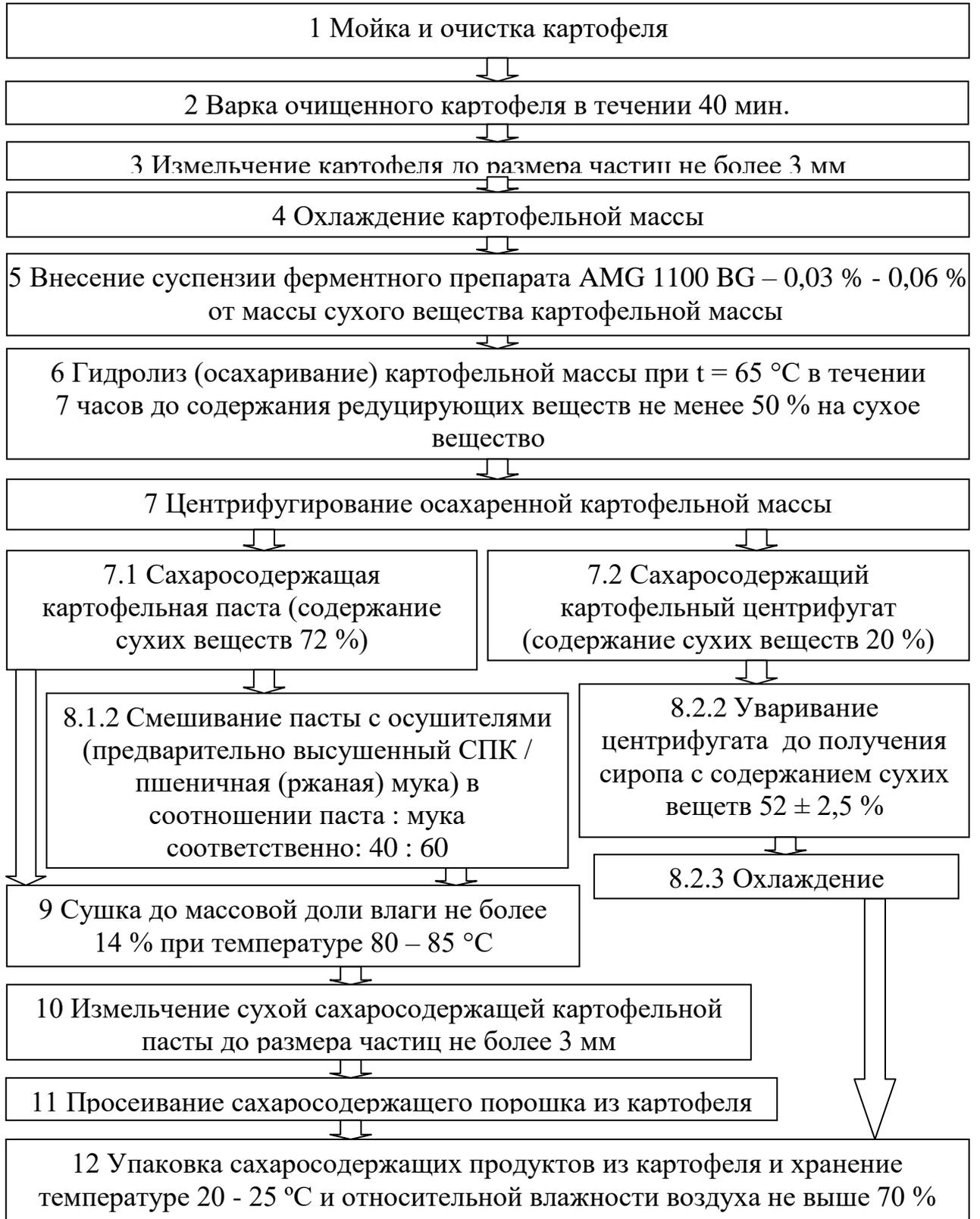


Результаты множественной регрессии зависимости содержания редуцирующих веществ в гидролизате картофельной массы от режима их обработки

Уравнение регрессии с учетом значимых коэффициентов	Коэффициент корреляции, R	Коэффициент детерминации, R ²	Критерий Фишера		Стандартная ошибка
			расч.	факт.	
$Y = 23,5 + 0,69X_1 - 0,93X_2^2 + X_3^2 - 0,38X_4^2 + X_3X_4$	0,8544	0,73	5,45	2,98	2,77303

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Принципиальная схема получения сахаросодержащих продуктов из картофеля



ПРИЛОЖЕНИЕ 6**Разработанная техническая документация на сахаросодержащие продукты из картофеля**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс»
(ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК»)

ОКП 91 6600

Группа Н 51
(ОКС 67.080.20)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
«Госуниверситет - УНПК»

С.Ю. Радченко

2012 г.

ПОРОШОК САХАРОСОДЕРЖАЩИЙ ИЗ КАРТОФЕЛЯ

Технические условия

ТУ 9166-293-02069036-2012

Введены впервые

Дата введения в действие – 01.05.2012 г.

РАЗРАБОТАНО

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК»

Доцент кафедры «Технология хлебо-
пекарного, кондитерского и макарон-
ного производства», канд. техн. наук

Н.А. Березина

Аспирант кафедры «Технология хлебо-
пекарного, кондитерского и макарон-
ного производства»

А.М. Орлова

Начальник НИТК

Л.А. Краюшкина

г. Орел
2012

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего профессионального образования
 «Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс»
 (ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК»)



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
 «Госуниверситет - УНПК»

С.Ю. Радченко

2012 г.

ПОРОШОК САХАРОСОДЕРЖАЩИЙ ИЗ КАРТОФЕЛЯ

Технологическая инструкция

ТИ ТУ 9166-293-02069036

Разработана впервые

Дата введения в действие – 01.05.2012 г.

РАЗРАБОТАНО

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК»

Доцент кафедры «Технология хлебо-
 пекарного, кондитерского и макарон-
 ного производства», канд. техн. наук

Н.А. Березина

Аспирант кафедры «Технология хлебо-
 пекарного, кондитерского и макарон-
 ного производства»

А.М. Орлова

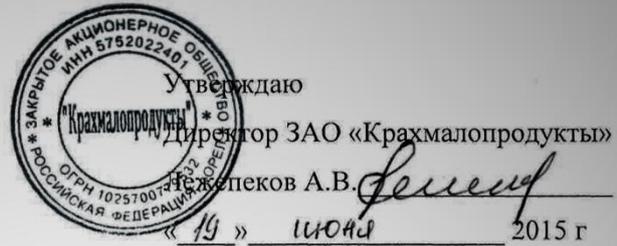
Начальник НИТК

Л.А. Краюшкина

г. Орел
 2012

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Акты производственных испытаний



АКТ

производственных испытаний получения
 сахаросодержащего порошка из картофеля

Комиссия в составе главного инженера Гончаровского А.В., зав. лабораторией Карпенковой Н.Е., доцента кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производства» Госуниверситета-УНПК Березиной Н.А., аспиранта кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производства» Госуниверситета-УНПК Орловой А.М. провели проверочные производственные испытания получения сахаросодержащего порошка из картофеля на ЗАО «Крахмалопродукты» (согласно ТУ и ТИ 9166-293-02069036-2012).

Для проведения испытаний использовали картофель цельный по ГОСТ Р 51808, ГОСТ 26832, ферментный препарат амилаолитического действия AMG (амилоглюкозидаза) 1100 BG компании «Novozymes» по документу, позволяющему идентифицировать продукт, согласованном и утвержденном в установленном порядке, воду питьевую, соответствующую СанПиН 2.1.4.1074, ГОСТ 51232, муку ржаную хлебопекарную обдирную по ГОСТ Р 52809, муку пшеничную хлебопекарную I сорта по ГОСТ Р 52189.

Технологический процесс получения сахаросодержащего порошка из картофеля осуществляли следующим образом. Мойку картофеля осуществляли в специальных моечно-очистительных машинах, очищенный картофель варили на паровой плите А9-КВД в течение 40 минут, измельчали на протирочной машине типа МПО-1-01 до размера частиц не более 3 мм. Измельченную картофельную массу охлаждали и вносили водяную суспензию ферментного препарата. Гидролиз (осахаривание) картофельной массы осуществляли на вакуум-аппарате типа МЗС-320, имеющем водяную рубашку, с температурой 65 °С в течении 6 часов до содержания редуцирующих веществ не менее 50 %. Осахаренную картофельную массу центрифугировали и получали сахаросодержащую картофельную пасту и центрифугат, который уваривали в сироповарочном котле до сиропа с содержанием сухих веществ 50 %. В тоже время сахаросодержащую картофельную пасту в промежуточной емкости смешивали с сахаросодержащим порошком из картофеля, либо с ржаной обдирной мукой, либо с пшеничной мукой I сорта в соотношении паста : мука 40:60

соответственно. Сушку сахаросодержащей пасты из картофеля осуществляли на конвейерной одноленточной сушилке СК-70 при температуре 85 °С в до влажности продукта не более 14%. Измельчение сухой сахаросодержащей картофельной пасты осуществляли на молотковой дробилке НВ-1 до размера частиц 0,3 мм. Сахаросодержащий порошок из картофеля просеивали на просеивателе П2-П.

В результате проведенных испытаний были получены сахаросодержащие продукты из картофеля с показателями качества, приведенными в таблице 1.

Таблица 1

Показатели качества	Значения показателей качества				Сахаросодержащий сироп из картофеля
	СПК*	СПКспк**	СПКрж***	СПКпш****	
Внешний вид	Порошкообразная, сыпучая, однородная масса.				Вязкая жидкость
Вкус	Сладковатый, свойственный сахаросодержащему порошку из картофеля, без посторонних привкусов, не прогорклый, не подгорелый.				Сладкий, с привкусом картофеля
Запах	Свойственный сахаросодержащему порошку из картофеля, не затхлый, не плесневый.				Нейтральный, без постороннего запаха
Цвет	От светло-кремового до светло-коричневого.				Желтоватый или коричневый
Массовая доля влаги, %	13,5±0,5	13,5±0,5	13,5±0,5	13,5±0,5	52,5±2,5
Титруемая кислотность, град	22,0±0,2	22,0±0,2	6,0±0,4	6,0±0,2	11,5±0,2
Массовая доля редуцирующих сахаров, % на с.в.	50,0±0,5	50,0±0,5	27,0±0,5	27,0±0,5	49,5±0,5

*сахаросодержащий порошок из картофеля;

** сахаросодержащий порошок из картофеля с сахаросодержащим порошком из картофеля;

*** сахаросодержащий порошок из картофеля с ржаной обдирной мукой;

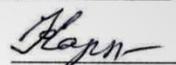
**** сахаросодержащий порошок из картофеля с пшеничной мукой I сорта.

Комиссией установлено, что в результате производственных испытаний выработки сахаросодержащих продуктов из картофеля получены продукты соответствующие требованиям ТУ 9166-293-02069036-2012.

Главный инженер

 А.В. Гончаровский

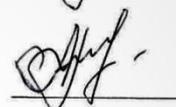
Зав. лабораторией

 Н.Е. Карпенкова

Доцент кафедры «Технология
хлебопекарного, кондитерского и
макаронного производства»

 Н.А. Березина

Аспирант кафедры «Технология
хлебопекарного, кондитерского и
макаронного производства»
Государственного университета-УНПК

 А.М. Орлова

Утверждаю

Директор мини-пекарни ООО «Юность»

Старых А.Н.

« 09 » июля 2015 г.



АКТ

производственных испытаний получения муки «Орловский богатырь»

Комиссия в составе технолога-лаборанта Леоновой С.А., доцента кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производства» Госуниверситета-УНПК Березиной Н.А., аспиранта кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производства» Госуниверситета-УНПК Орловой А.М. провели проверочные производственные испытания получения муки «Орловский богатырь» на мини-пекарне ООО «Юность» (согласно ТУ и ТИ 9293-277-02069036-2013).

Для проведения испытаний использовали муку ржаную хлебопекарную обдирную по ГОСТ Р 52809; муку пшеничную хлебопекарную общего назначения по ГОСТ Р 52189; порошок сахаросодержащий из картофеля по ТУ 9166-293-02069036; солод сухой ржаной ферментированный размолотый по ГОСТ Р 52061.

Технологический процесс получения муки «Орловский богатырь» осуществляли следующим образом. Подготовленное сырье дозировали, используя дозаторы объемного типа Brabender, в соответствии с рецептурами, приведенными в ТИ ТУ 9293-277-02069036-2013. Смешивали с помощью планетарно-шнековых и V-образных смесителей (смеситель турбула СПД/2, V-образные С2К) в течение 15-20 минут. Затем полученная мучная смесь просеивалась через просеиватель «Пионер».

В результате проведенных испытаний была получена мука «Орловский богатырь» с показателями качества, приведенными в таблице 1.

Таблица 1

Наименование показателя	Содержание характеристики
Цвет	Светло-кремовый.
Запах	Соответствующий продукту, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый.
Вкус	Соответствующий продукту, без посторонних привкусов, не кислый, не горький. У муки «Орловский богатырь-1» и «Орловский богатырь-3» - сладковатый, свойственный готовым мучным смесям с порошком сахаросодержащим из картофеля; у муки «Орловский богатырь-2» - кисло-сладкий, напоминающий вкус ржаного хлеба.
Массовая доля влаги, %, не более	14,0
Титруемая кислотность, град, не более	16,0

Комиссией установлено, что в результате производственных испытаний выработки муки «Орловский богатырь» получен продукт соответствующий требованиям ТУ 9293-277-02069036-2013.

Технолог-лаборант



С.А. Леонова

Доцент кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производства»



Н.А. Березина

Аспирант кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производства»
Государственного университета-УНПК



А.М. Орлова

Таблица 1

Наименование показателей	Характеристика		
	Орловский богатырь-1	Орловский богатырь-2	Орловский богатырь-3
Внешний вид: форма поверхность цвет	Соответствующая форме, в которой проводилась выпечка, без боковых выплывов Гладкая, без крупных трещин и подрывов. Допускается наличие шва от делителя-укладчика От коричневого до темно-коричневого		
Состояние мякиша: пропеченность промес пористость	Пропеченный, не липкий, не влажный на ощупь, эластичный. После легкого надавливания пальцами мякиш должен принимать первоначальную форму Без комочков и следов непромеса Равномерная, без пустот и уплотнений. Не допускается отслоение корки от мякиша		
Вкус	Свойственный данному виду изделий, без постороннего привкуса		
Запах	Свойственный данному виду изделий, без постороннего запаха		
Массовая доля влаги, %	51,5±0,5	51,0±0,5	51,0±0,5
Титруемая кислотность, град.	8,2±0,3	8,2±0,3	8,2±0,3
Пористость, %	60±0,5	62±0,5	60±0,5
Удельный объем, см ³ /100 г	2,2±0,5	2,6±0,5	2,3±0,5
Выход, %	153,2±1,5	150,4±1,5	150,1±1,5

Комиссией установлено, что в результате производственных испытаний выработки хлеба ржано-пшеничного «Орловский богатырь» получен продукт соответствующий требованиям ТУ 9113-311-02069036-2014.

Технолог-лаборант



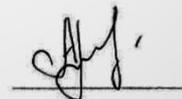
С.А. Леонова

Доцент кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производства»



Н.А. Березина

Аспирант кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производства»
Государственного университета-УНПК



А.М. Орлова

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Протокол испытаний аминокислотного состава сахаросодержащих порошков из картофеля

Страница 1 из 2

Испытательный лабораторный центр АНО "НЦ" Комбикорм"

Адрес: 394036 г. Воронеж,
 пр. Гурьян, 91
 тел/факс (473) 246-34-06
 e-mail: ano_nic@mail.ru

Аттестат аккредитации
 № РОСС RU.0001.21ПФ037
 до 20 апреля 2016 г.

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ

№ 0614

«10» 04 2015 г.

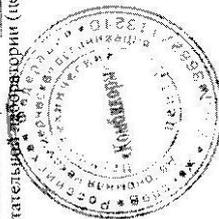
- № 1 – порохка сахаросодержащего из картофеля ТУ 9166-293-02069036-2012,
 № 2 – порохка сахаросодержащего из картофеля с добавлением пшеничной муки ТУ 9166-293-02069036-2012,
 № 3 – порохка сахаросодержащего из картофеля с добавлением ржаной муки ТУ 9166-293-02069036-2012,
 № 4 – порохка пищевого свежловинного «Сахарные волокна» экструдированного ТУ 9723-304-02069036-2014
 № 5 – порохка пищевого свежловинного «Сахарные волокна» ТУ 9723-304-02069036-2014

1. Заявитель _____ Березина Наталья Александровна
2. Изготовитель: _____
3. Акт отбора проб (№, дата, размер партии, дата выработки) _____ 30.03.15 г., 10.04.15 г.
4. Дата получения проб и окончания испытаний _____
5. Описание пробы для испытаний пробы, поступили в оценочном виде (5 образцов по 1,0кг) _____
6. Результаты испытаний: _____

Наименование показателей, единицы измерения	НД, на соответствие которому проводятся испытания					ИД на методы испытания
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	
Аминокислоты, %						ГОСТ 32195
аргинин	1,16	1,14	0,52	0,23	3,49	
лизин	0,27	0,21	0,22	0,19	0,20	
тирозин	0,29	0,25	0,21	0,18	0,18	
фенилаланин	0,38	0,50	0,39	0,15	0,19	
гистидин	0,14	0,13	0,13	0,25	0,15	
лейцин	0,43	0,67	0,48	0,14	0,26	
изолейцин	0,27	0,28	0,22	0,10	0,15	

Наименование показателей, единицы измерения	НД, на соответствие которому проводятся испытания	Значение показателей					НД на методы испытания
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	
метнонн		0,20	0,15	0,15	0,21	0,09	
валин		0,40	0,39	0,34	0,17	0,21	
пролин		0,31	1,18	0,84	0,26	0,26	
треонин		0,44	0,41	0,40	0,28	0,25	
серин		0,31	0,56	0,44	0,34	0,30	
аланин		0,32	0,34	0,38	0,27	0,25	
глицин		0,27	0,38	0,34	0,20	0,20	
цистин		0,09	0,12	0,09	0,04	0,05	
глутаминовая кислота		1,74	4,22	2,57	0,42	0,43	
аспарагиновая кислота		1,96	1,17	1,17	0,34	0,35	

Протокол касается только образцов, подвергнутых испытанию
Руководитель ИЛЦ *Н.Ю. Михайлова*
 Перепечатка без разрешения испытательной лаборатории (центра) запрещен



ПРИЛОЖЕНИЕ 9

Протоколы лабораторных исследований показателей безопасности сахаросодержащих продуктов из картофеля

Орловский Государственный Аграрный Университет
 Инновационный научно-исследовательский испытательный центр
 302019, г. Орел, ул. Ген. Родина, 69
 Аттестат аккредитации
 № РОСС.RU.0001.21ПЦ26 от 6 июня 2011 г.

ПРОТОКОЛ ИССЛЕДОВАНИЙ

№ 2103 от 02 июня 2016 г.

1. Наименование образца – порошок сахаросодержащий из картофеля
2. Наименование и адрес заказчика: Орлова Анастасия Михайловна
3. Масса пробы: 1 кг от опытной партии.
4. Сведения о НД на соответствие которой испытывается продукция:
ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»
5. Результаты испытаний:

№	Наименование показателей, ед. измерения	НД на метод испытания	Значение показателей	
			фактически	по НД, не более
ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»				
	Токсичные элементы, мг/кг			
	- свинец	МУ к прибору iCap 6300	0,02	0,42
	- мышьяк		0,009	0,17
	- кадмий		0,001	0,025
	- ртуть	ГОСТ 26927-86	0,001	0,017
	Нитраты		67	250
	Пестициды			
	- гексахлорциклогексан (α , β , γ - изомеры)		0,003	0,085
	- ДДТ и его метаболиты		0,003	0,085
	Радионуклиды			
	- цезий-137		73	600
	- стронций-90		51	200

Погрешности измерений не превышают указанных в НД на методы испытаний.

Условия проведения испытаний: испытания проведены при температуре 24°C и относительной влажности 46 %.

Протокол распространяется только на образцы подвергнутые испытаниям. Полная или частичная перепечатка протокола без разрешения центра не разрешается. Общее количество страниц 1.

Директор ИНИИЦ

Ответственные исполнители



Ковалева О.А.

Яркина М.В.

Комарова Ю.В.

Поповичева Н.Н.

Орловский Государственный Аграрный Университет
 Инновационный научно-исследовательский испытательный центр
 302019, г. Орел, ул. Ген. Родина, 69
 Аттестат аккредитации
 № РОСС.RU. 0001.21ПЦ26 от 6 июня 2011 г.

ПРОТОКОЛ ИССЛЕДОВАНИЙ

№ 2104 от 02 июня 2016 г.

1. Наименование образца – порошок сахаросодержащий из картофеля, с ржаной мукой
2. Наименование и адрес заказчика: Орлова Анастасия Михайловна
3. Масса пробы: 1 кг от опытной партии.
4. Сведения о НД на соответствие которой испытывается продукция:
ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»
5. Результаты испытаний:

№	Наименование показателей, ед. измерения	НД на метод испытания	Значение показателей	
			фактически	по НД, не более
ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»				
	Токсичные элементы, мг/кг			
	- свинец	МУ к прибору iCar 6300	0,023	0,47
	- мышьяк		0,008	0,19
	- кадмий	ГОСТ 26927-86	0,0035	0,07
	- ртуть		0,001	0,025
	Нитраты		65	250
	Пестициды			
	- гексахлорциклогексан (α , β , γ - изомеры)		0,001	0,034
	- ДДТ и его метаболиты		0,001	0,046
	Радионуклиды			
	- цезий-137		61	276
	- стронций-90		32	80

Погрешности измерений не превышают указанных в НД на методы испытаний.

Условия проведения испытаний: испытания проведены при температуре 24°C и относительной влажности 46 %.

Протокол распространяется только на образцы подвергнутые испытаниям. Полная или частичная перепечатка протокола без разрешения центра не разрешается. Общее количество страниц 1.

Директор ИНИИЦ

Ответственные исполнители



Ковалева О.А.

Яркина М.В.

Комарова Ю.В.

Поповичева Н.Н.

Орловский Государственный Аграрный Университет
 Инновационный научно-исследовательский испытательный центр
 302019, г. Орел, ул. Ген. Родина, 69
 Аттестат аккредитации
 № РОСС.RU. 0001.21ПЦ26 от 6 июня 2011 г.

ПРОТОКОЛ ИССЛЕДОВАНИЙ

№ 2105 от 02 июня 2016 г.

1. Наименование образца – порошок сахаросодержащий из картофеля с пшеничной мукой
2. Наименование и адрес заказчика: Орлова Анастасия Михайловна
3. Масса пробы: 1 кг от опытной партии.
4. Сведения о НД на соответствие которой испытывается продукция: ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»
5. Результаты испытаний:

№	Наименование показателей, ед. измерения	НД на метод испытания	Значение показателей	
			фактически	по НД, не более
ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»				
	Токсичные элементы, мг/кг			
	- свинец	МУ к прибору	0,02	0,47
	- мышьяк	iCap 6300	0,007	0,19
	- кадмий		0,003	0,07
	- ртуть	ГОСТ 26927-86	0,001	0,025
	Нитраты		65	250
	Пестициды			
	- гексахлорциклогексан (α, β, γ- изомеры)		0,001	0,034
	- ДДТ и его метаболиты		0,001	0,046
	Радионуклиды			
	- цезий-137		61	276
	- стронций-90		32	80

Погрешности измерений не превышают указанных в НД на методы испытаний.

Условия проведения испытаний: испытания проведены при температуре 24°C и относительной влажности 46 %.

Протокол распространяется только на образцы подвергнутые испытаниям. Полная или частичная перепечатка протокола без разрешения центра не разрешается. Общее количество страниц 1.

Директор ИНИИЦ
 Ответственные исполнители



Ковалева О.А.
 Яркина М.В.
 Комарова Ю.В.
 Половичева Н.Н.

Орловский Государственный Аграрный Университет
 Инновационный научно-исследовательский испытательный центр
 302019, г. Орел, ул. Ген. Родина, 69
 Аттестат аккредитации
 № РОСС.RU. 0001.21ПЦ26 от 6 июня 2011 г.

ПРОТОКОЛ ИССЛЕДОВАНИЙ

№ 2106 от 02 июня 2016 г.

1. Наименование образца – **сироп сахаросодержащий из картофеля**
2. Наименование и адрес заказчика: Орлова Анастасия Михайловна
3. Масса пробы: 1 кг от опытной партии.
4. Сведения о НД на соответствие которой испытывается продукция:
ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»
5. Результаты испытаний:

№	Наименование показателей, ед. измерения	НД на метод испытания	Значение показателей	
			фактически	по НД, не более
ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»				
	Токсичные элементы, мг/кг			
	- свинец	МУ к прибору	0,025	0,5
	- мышьяк	iCar 6300	0,01	0,2
	- кадмий		0,001	0,03
	- ртуть	ГОСТ 26927-86	0,001	0,02
	Нитраты		63	200
	Пестициды			
	- гексахлорциклогексан (α , β , γ - изомеры)		0,009	0,1
	- ДДТ и его метаболиты		0,008	0,1
	Радионуклиды			
	- цезий-137		57	200
	- стронций-90		79	600

Погрешности измерений не превышают указанных в НД на методы испытаний.

Условия проведения испытаний: испытания проведены при температуре 24°C, и относительной влажности 46 %.

Протокол распространяется только на образцы подвергнутые испытаниям. Полная или частичная перепечатка протокола без разрешения центра не разрешается. Общее количество страниц 1.

Директор ИНИИЦ
 Ответственные исполнители



Ковалева О.А.
 Яркина М.В.
 Комарова Ю.В.
 Поповичева Н.Н.

Орловский Государственный Аграрный Университет
 Инновационный научно-исследовательский испытательный центр
 302019, г. Орел, ул. Ген. Родина, 69
 Аттестат аккредитации
 № РОСС.RU. 0001.21ПЦ26 от 6 июня 2011 г.

ПРОТОКОЛ ИССЛЕДОВАНИЙ

№ 2107 от 02 июня 2016 г.

1. Наименование образца – порошок сахаросодержащий из картофеля
2. Наименование и адрес заказчика: Орлова Анастасия Михайловна
3. Масса пробы: 1 кг от опытной партии.
4. Сведения о НД на соответствие которой испытывается продукция:
ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»
5. Результаты испытаний:

№	Наименование показателей, ед. измерения	НД на метод испытания	Значение показателей	
			фактически	по НД, не более
ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»				
	КМАФАнМ, КОЕ/г	ГОСТ Р 56145- 2014	$2,9 \cdot 10^1$	$5 \cdot 10^1$
	БГКП (колиформы) в 0,1 г		не обнаружено	не допускаются
	Патогенные, в т.ч. сальмонеллы в 25 г		не обнаружено	не допускаются
	Плесени, КОЕ/г		$0,8 \cdot 10^1$	$5 \cdot 10^2$

Погрешности измерений не превышают указанных в НД на методы испытаний.

Условия проведения испытаний: испытания проведены при температуре 24°C и относительной влажности 46 %.

Протокол распространяется только на образцы подвергнутые испытаниям. Полная или частичная перепечатка протокола без разрешения центра не разрешается. Общее количество страниц 1.

Директор ИНИИЦ
 Ответственные исполнители



Ковалева О.А.
 Яркина М.В.
 Комарова Ю.В.
 Поповичева Н.Н.

Орловский Государственный Аграрный Университет
 Инновационный научно-исследовательский испытательный центр
 302019, г. Орел, ул. Ген. Родина, 69
 Аттестат аккредитации
 № РОСС.RU.0001.21ПЦ26 от 6 июня 2011 г.

ПРОТОКОЛ ИССЛЕДОВАНИЙ

№ 2108 от 02 июня 2016 г.

М

1. Наименование образца – порошок сахаросодержащий из картофеля с ржаной мукой
2. Наименование и адрес заказчика: Орлова Анастасия Михайловна
3. Масса пробы: 1 кг от опытной партии.
4. Сведения о НД на соответствие которой испытывается продукция:
ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»
5. Результаты испытаний:

№	Наименование показателей, ед. измерения	НД на метод испытания	Значение показателей	
			фактически	по НД, не более
ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»				
	КМАФАнМ, КОЕ/г	ГОСТ Р 56145-2014	$3,1 \cdot 10^1$	$5 \cdot 10^1$
	БГКП (колиформы) в 0,1 г		не обнаружено	не допускаются
	Патогенные, в т.ч. сальмонеллы в 25 г		не обнаружено	не допускаются
	Плесени, КОЕ/г		$0,7 \cdot 10^1$	$5 \cdot 10^2$

Погрешности измерений не превышают указанных в НД на методы испытаний.

Условия проведения испытаний: испытания проведены при температуре 24°C и относительной влажности 46 %.

Протокол распространяется только на образцы подвергнутые испытаниям. Полная или частичная перепечатка протокола без разрешения центра не разрешается. Общее количество страниц 1.

Директор ИНИИЦ

Ответственные исполнители



Ковалева О.А.

Яркина М.В.

Комарова Ю.В.

Поповичева Н.Н.

Орловский Государственный Аграрный Университет
 Инновационный научно-исследовательский испытательный центр
 302019, г. Орел, ул. Ген. Родина, 69
 Аттестат аккредитации
 № РОСС.RU. 0001.21ПЦ26 от 6 июня 2011 г.

ПРОТОКОЛ ИССЛЕДОВАНИЙ

№ 2109 от 02 июня 2016 г.

1. Наименование образца – порошок сахаросодержащий из картофеля с пшеничной мукой
2. Наименование и адрес заказчика: Орлова Анастасия Михайловна
3. Масса пробы: 1 кг от опытной партии.
4. Сведения о НД на соответствие которой испытывается продукция:
ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»
5. Результаты испытаний:

№	Наименование показателей, ед. измерения	НД на метод испытания	Значение показателей	
			фактически	по НД, не более
ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»				
	КМАФАнМ, КОЕ/г	ГОСТ Р 56145-2014	2,9*10 ¹	5*10 ⁴
	БГКП (колиформы) в 0,1 г		не обнаружено	не допускаются
	Патогенные, в т.ч. сальмонеллы в 25 г		не обнаружено	не допускаются
	Плесени, КОЕ/г		0,5*10 ¹	5*10 ²

Погрешности измерений не превышают указанных в НД на методы испытаний.

Условия проведения испытаний: испытания проведены при температуре 24°C и относительной влажности 46 %.

Протокол распространяется только на образцы подвергнутые испытаниям. Полная или частичная перепечатка протокола без разрешения центра не разрешается. Общее количество страниц 1.

Директор ИНИИЦ
 Ответственные исполнители



Ковалева О.А.
 Яркина М.В.
 Комарова Ю.В.
 Поповичева Н.Н.

Орловский Государственный Аграрный Университет
 Инновационный научно-исследовательский испытательный центр
 302019, г. Орел, ул. Ген. Родина, 69
 Аттестат аккредитации
 № РОСС.RU. 0001.21ПЦ26 от 6 июня 2011 г.

ПРОТОКОЛ ИССЛЕДОВАНИЙ

№ 2110 от 02 июня 2016 г.

1. Наименование образца – сироп сахаросодержащий из картофеля
2. Наименование и адрес заказчика: Орлова Анастасия Михайловна
3. Масса пробы: 1 кг от опытной партии.
4. Сведения о НД на соответствие которой испытывается продукция:
ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»
5. Результаты испытаний:

№	Наименование показателей, ед. измерения	НД на метод испытания	Значение показателей	
			фактически	по НД, не более
ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»				
	КМАФАнМ, КОЕ/г	ГОСТ Р 56145- 2014	$3,6 \cdot 10^4$	$5 \cdot 10^4$
	БГКП (колиформы) в 0,1 г		не допускаются	не допускаются
	Патогенные, в т.ч.		не допускаются	не допускаются
	сальмонеллы в 25 г		$0,9 \cdot 10^2$	$1 \cdot 10^2$
	Плесени, КОЕ/г		$0,9 \cdot 10^2$	$1 \cdot 10^2$
	Дрожжи, КОЕ/г			

Погрешности измерений не превышают указанных в НД на методы испытаний.

Условия проведения испытаний: испытания проведены при температуре 24°C и относительной влажности 46 %.

Протокол распространяется только на образцы подвергнутые испытаниям. Полная или частичная перепечатка протокола без разрешения центра не разрешается. Общее количество страниц 1.

Директор ИНИИЦ
 Ответственные исполнители



Ковалева О.А.
 Яркина М.В.
 Комарова Ю.В.
 Поповичева Н.Н.

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

Протокол медико-биологических испытаний сахаросодержащих продуктов из картофеля на лабораторных животных

Орловский Государственный Аграрный Университет
Инновационный научно-исследовательский испытательный центр
302019, г. Орел, ул. Ген. Родина, 69.
Аттестат аккредитации
№ РОСС.RU. 0001.21ПЦ26 от 6 июня 2011 г.

Протокол исследований
№ 196 от 29 мая 2015 г.

1. Наименование заказчика: Березина Н.А.
2. Сведения по акту отбора: пробы отобраны и доставлены заказчиком 27.04.2015 г.
3. Масса пробы: по 2 кг.
4. Объекты исследований: аутбредные мыши чистопородного скрещивания (Линия/сток CD – 1) 10 особей, длительность кормления – 15 суток
 - 1-ая группа – контрольная;
 - 2-ая группа – опытная животным в рацион включали порошок пищевой свекловичный «Сахарные волокна» экструдированный;
 - 3-я группа – опытная животным в рацион включали порошок пищевой свекловичный «Сахарные волокна»;
 - 4-я группа – опытная животным в рацион включали «Порошок сахаросодержащий из картофеля. ТУ 9166-293-02069036-2012»;
 - 5-я группа – опытная животным в рацион включали «Порошок сахаросодержащий из картофеля. ТУ 9166-293-02069036-2012» с добавлением пшеничной муки;
 - 6-я группа – опытная животным в рацион включали «Порошок сахаросодержащий из картофеля. ТУ 9166-293-02069036-2012» с добавлением ржаной муки.

Опытным группам животных в рацион включали пробы отобранные заказчиком в количестве $32 \cdot 10^{-3}$ г на 1 г живого веса мыши.

Данные биохимического анализа крови подопытных животных:

№ п/п	Значение показателя					
	Общий белок, г/л	Глюкоза, ммоль/л	Холестерин, ммоль/л	Щелочная фосфатаза, Е/л	АЛТ, Е/л	АСТ, Е/л
1-ая группа	52	4,7	4,0	5,8	51	125
2-ая группа	54	5,2	3,2	5,4	52	120
3-я группа	50	5,0	3,5	5,5	53	122
4-я группа	49	5,6	3,7	6,0	50	120
5-я группа	54	5,5	3,8	5,9	51	121
6-я группа	51	5,0	3,4	5,6	49	123

Погрешности измерений не превышают указанных в НД на методы испытаний.

Протокол распространяется только на образцы подвергнутые испытаниям. Полная или частичная перепечатка протокола без разрешения центра не разрешается. Общее количество страниц 1.

Заключение.

Данные биохимических показателей крови животных всех групп соответствуют физиологическим нормам

Дата получения образца: 27.04.2015 г.

Дата проведения испытаний: 5 мая – 29 мая 2015 г.

Директор ИНИИЦ

Ответственные исполнители



Ковалева О.А.

Яркина М.В.

ПРИЛОЖЕНИЕ 11

Статистический анализ уравнений регрессии

Проверку адекватности осуществляли по критерию Стьюдента. Для этого использовали в качестве контрольной точку 7 ($X_1=X_2=X_3=1/3$). В контрольной точке поставлены дополнительные опыты в трех повторностях.

Расчет производили по формуле:

$$t_p = \Delta Y_n \sqrt{e} / S_{\hat{Y}} \sqrt{1 + \xi}, \quad (1)$$

где $\Delta Y_n = |\bar{Y}_{эсп} - Y_p|$ – разность между экспериментальными и теоретическими (рассчитанными по уравнению) значениями исходной переменной;

e – число параллельных опытов в точке симплекса;

$S_{\hat{Y}} = \sqrt{S_{\bar{Y}}^2}$ – среднеквадратичное отклонение (погрешность) экспериментальных данных;

ξ – ошибка предсказания выходной переменной в зависимости от расположения контрольной точки на симплексе (по контурным картам изолиний для симплекс-решетчатых планов второго порядка равняется $\approx 0,7$).

Статистический анализ полученных уравнений регрессии

Обозначение отклика	Опыты в контрольной точке			$\bar{Y}_{Эср}$	Y_p	ΔY_n	$S_{\bar{Y}}$	ξ	Критерий Стьюдента расчетный t_p	Критерий Стьюдента табличный $t_{(0,05;10)}$
	1	2	3							
У ₁	84	83	83	83,33	81,27	0,06	0,58	0,7	0,15	2,23
У ₂	86	85	83	84,67	84,37	1,30	1,53	0,7	1,13	2,23
У ₃	82	83	82	82,3	83,27	0,94	0,58	0,7	2,16	2,23
У ₄	198	200	202	200,0	202,2	2,22	2,00	0,7	1,48	2,23
У ₅	206	207	204	205,6	204,3	1,35	1,53	0,7	1,17	2,23
У ₆	202	204	202	202,6	201,2	1,45	1,15	0,7	1,67	2,23
У ₇	1,7	2,1	2,2	2,00	1,92	0,08	0,26	0,7	0,40	2,23
У ₈	1,7	1,9	1,7	1,77	1,83	0,06	0,12	0,7	0,73	2,23
У ₉	1,6	1,7	1,5	1,60	1,52	0,08	0,10	0,7	1,06	2,23
У ₁₀	1,9	2,5	1,7	2,03	2,21	0,18	0,42	0,7	0,56	2,23
У ₁₁	2,7	2,3	2,7	2,57	2,31	0,26	0,23	0,7	1,48	2,23
У ₁₂	2,9	3,1	3,4	3,13	3,26	0,13	0,25	0,7	0,67	2,23

Для всех контрольных точек откликов значения t-критерия для уровня значимости $p=0,05$ меньше табличного, следовательно, полученные уравнения можно считать адекватными.

ПРИЛОЖЕНИЕ 12**Рецептуры мучных смесей и образцов теста**

Дозировку сухой закваски Лезизауэр рассчитывали, исходя из расчетной начальной кислотности ржано-пшеничного теста 7 град. по формуле :

$$G_c = \frac{G_m \cdot K_m - M_m \cdot K_{cm}}{K_{cm}} \quad (5)$$

где G_m – выход теста, кг;

K_m – кислотность теста начальная, град;

M_m – количество смеси, кг;

K_m – кислотность смеси, град;

K_{cm} – кислотность закваски Лезизауэр (500 град).

Для расчета количества закваски Лезизауэр на приготовление теста была определена титруемая кислотность смесей. Состав и кислотность смесей в соответствии с планом эксперимента, представлены в таблицах 1-3.

Рецептуры, для приготовления теста из 300 г мучных смесей ускоренным способом в соответствии с симплекс-планом эксперимента представлены в таблицах 4-6.

Таблица 1 – Состав 100 г мучной смеси с СПК и ржаным ферментированным солодом в соответствии с планом эксперимента и титруемая кислотность смесей

Кодированное обозначение	№ опыта	Мука ржаная обдирная, г	Мука пшеничная общего назначения М 55-23, г	СПК, г	Солод ржаной ферментированный, г			Титруемая кислотность смеси, град
					Z_1	Z_2	Z_3	
Y1	1	50	50	0	0	0	2,6	
Y2	2	45	45	10	0	0	3,6	
Y3	3	45	45	0	0	10	3,8	
Y112	4	48,35	48,35	3,3	0	0	2,8	
Y113	5	46,65	46,65	6,67	0	0	2,8	
Y122	6	48,35	48,35	0	0	3,3	3,0	
Y123	7	46,665	46,665	3,33	3,33	3,33	3,2	
Y133	8	46,65	46,65	0	6,67	6,67	3,8	
Y223	9	45	45	6,67	3,3	3,3	3,8	
Y233	10	45	45	3,33	6,67	6,67	3,2	

Таблица 2 – Состав мучной смеси с СПКпш и ржаным ферментированным солодом в соответствии с планом эксперимента и титруемая кислотность смесей

Кодированное обозначение	№ опыта	Мука ржаная обдирная, г	Мука пшеничная общего назначения М 55-23, г	СПКпш, г	Солод ржаной ферментированный, г	Титруемая кислотность смеси, град
Y1	1	50	50	0	0	2,6
Y2	2	50	30	20	0	4,2
Y3	3	30	50	0	20	4,6
Y112	4	43,4	50	0	6,6	3,8
Y113	5	50	43,4	6,6	0	2,6
Y122	6	36,6	50	0	13,4	3,8
Y123	7	43,3	43,3	6,7	6,7	3,2
Y133	8	50	36,6	13,4	0	3,8
Y223	9	43,4	36,6	13,4	6,6	3,8
Y233	10	36,6	43,4	6,6	13,4	3,2

Таблица 3 – Состав мучной смеси с СПКрж и ржаным ферментированным солодом в соответствии с планом эксперимента и титруемая кислотность смесей

Кодированное обозначение	№ опыта	Мука ржаная обдирная, г	Мука пшеничная общего назначения М 55-23, г	СПКрж, г	Солод ржаной ферментированный, г	Титруемая кислотность смеси, град
Y1	1	50	50	0	0	2,6
Y2	2	30	50	20	0	4,2
Y3	3	30	50	0	20	4,6
Y112	4	43,4	50	0	6,6	3,6
Y113	5	43,4	50	6,6	0	2,8
Y122	6	36,6	50	0	13,4	3,8
Y123	7	36,6	50	6,7	6,7	3,4
Y133	8	36,6	50	13,4	0	3,6
Y223	9	30	50	13,4	6,6	4,2
Y233	10	30	50	6,6	13,4	3,8

ПРИЛОЖЕНИЕ 13

Разработанная техническая документация «Мука «Орловский богатырь»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс»
(ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК»)

ОКП 92 9330

Группа Н31
(ОК 67.060)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
Государственный университет - УНПК
С.Ю. Радченко
2013 г.

Мука «Орловский богатырь»

Технические условия

ТУ 9293-277-02069036-2013

Введены впервые

Дата введения в действие – 01.07.2013 г.

РАЗРАБОТАНО

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК»

Доцент кафедры «Технология хлебо-
пекарного, кондитерского и макарон-
ного производства», канд. техн. наук Н.А. БерезинаАспирант кафедры «Технология хлебо-
пекарного, кондитерского и макарон-
ного производства» А.М. Орлова

Начальник НИТК

 Л.А. Краюшкинаг. Орел
2013

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего профессионального образования
 «Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс»
 (ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК»)



УТВЕРЖДАЮ
 Проректор по научной работе
 Госуниверситет - УНПК
 _____ С.Ю. Радченко
 _____ 2013 г.

Мука «Орловский богатырь»
Технологическая инструкция
ТИ ТУ 9293-277-02069036

Разработана впервые

Дата введения в действие – 01.07.2013 г.

РАЗРАБОТАНО

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК»

Доцент кафедры «Технология хлебо-
 пекарного, кондитерского и макарон-
 ного производства», канд. техн. наук

_____ Н.А. Березина

Аспирант кафедры «Технология хлебо-
 пекарного, кондитерского и макарон-
 ного производства»

_____ А.М. Орлова

Начальник НИТК

_____ Л.А. Краюшкина

г. Орел
 2013

ПРИЛОЖЕНИЕ 14

Шкала балловой оценки качества хлебобулочных изделий

Показатель качества изделия	Коэффициент	Уровень качества	Характеристика уровней качества в зависимости от вида изделия
1	2	3	4
Правильность формы	1,5	5	Форма правильная с выпуклостью, без трещин и рубцов.
		4	Форма правильная с выпуклостью едва заметные трещины.
		3	Заметно пузырчатая, крупные трещины, заметные рубцы, подрывы
		2	Сильно пузырчатая, сильные подрывы
		1	Разорванная корка с выплывом мякиша
Окраска корки	2,5	5	Окраска равномерная, коричневая или светло-коричневая
		4	Достаточно равномерная, интенсивно-коричневая
		3	Светло-золотистая или темно-коричневая
		2	Желтая
		1	Подгорелая
Цвет мякиша	2,0	5	Свойственный данному виду равномерный
		4	Свойственный данному виду, чуть темноватый.
		3	Желтоватый или сероватый
		2	Неравномерно окрашен
		1	Темный
Структура пористости	2,0	5	Пористость совершенно равномерная, хорошо развитая, тонкостенная
		4	Пористость равномерная, хорошо развитая, близкая к тонкостенной
		3	Пористость неравномерная, поры разной величины и толщины
		2	Поры очень мелкие, недоразвитые, толстостенные, с пустотами
		1	Значительное количество беспористых участков, значительные пустоты, кусочки непромеса
Структурно-механические свойства мякиша	3,5	5	Очень эластичный, слегка влажный на ощупь легко принимает первоначальную форму
		4	Эластичный
		3	Достаточно эластичный
		2	Малоэластичный
		1	Неэластичный, заминаемый

1	2	3	4
Аромат	3,5	5 4 3 2 1	Приятный аромат хлеба, ярко выраженный, свойственный данному виду, кисловатый Приятный аромат, менее выраженный, характерный хлебный Слабо выраженный, характерный хлебный Невыраженный, приемлемый Сильно кислый, посторонний, неприятный
Вкус	3,5	5 4 3 2 1	Свойственный, ярко выраженный Выраженный, характерный хлебный Слабо выраженный, характерный хлебный Пресноватый, слегка кислый, слегка тестовой Пресный, посторонний кислый, неприятный
Разжевываемость	1,5	5 4 3 2 1	Мякиш упругий хорошо разжевывается При разжевывании достаточно приятное ощущение во рту Комкуется, несколько грубый Заметно комкуется, грубый Сильно комкуется, очень грубый

ПРИЛОЖЕНИЕ 15

Разработанная техническая документация на «Хлеб ржано-пшеничный
«Орловский богатырь»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс»
(ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК»)

ОКП 91 1352

Группа Н 32
(ОКС 67.060)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
«Госуниверситет – УНПК»С.Ю. Радченко
2014 г.**ХЛЕБ РЖАНО-ПШЕНИЧНЫЙ «ОРЛОВСКИЙ БОГАТЫРЬ»**

Технические условия

ТУ 9113-311-02069036-2014

Введены впервые

Дата введения в действие – 01.12.2014 г.

РАЗРАБОТАНО

«Госуниверситет - УНПК»

Доцент каф. «Технология хлебопекарного,
кондитерского и макаронного произ-
водства», канд. техн. наук_____
Н.А. Березина
Аспирант каф. «Технология хлебопекар-
ного, кондитерского и макаронного
производства»_____
А.М. Орлова

Начальник нормативно-технического отдела

Л.А. Краюшкинаг. Орел
2014

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего профессионального образования
 «Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс»
 (ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК»)



УТВЕРЖДАЮ
 Проректор по научной работе
 «Госуниверситет – УНПК»
 С.Ю. Радченко
 2014 г.

ХЛЕБ РЖАНО-ПШЕНИЧНЫЙ «ОРЛОВСКИЙ БОГАТЫРЬ»

Технологическая инструкция

ТИ ТУ 9113-311-02069036

Разработана впервые

Дата введения в действие – 01.12.2014 г.

РАЗРАБОТАНО

«Госуниверситет - УНПК»

Доцент каф. «Технология хлебопекарного,
 кондитерского и макаронного произ-
 водства», канд. техн. наук

_____ Н.А. Берзина

Аспирант каф. «Технология хлебопекар-
 ного, кондитерского и макаронного
 производства»

_____ А.М. Орлова

Начальник нормативно-технического отдела

_____ Л.А. Краюшкина

г. Орел
 2014

ПРИЛОЖЕНИЕ 17

Диплом II степени «За внедрение в производство оригинальных рецептов функционального назначения (Хлеб ржано-пшеничный «Орловский богатырь»)

