



На правах рукописи

БАКАЕВА Ирина Александровна

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБА ПОВЫШЕННОЙ
ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ НА ГУСТОЙ ЗАКВАСКЕ ИЗ
БИОАКТИВИРОВАННОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ**

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

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Воронеж – 2015

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

- Научный руководитель:** доктор технических наук, доцент
Пономарева Елена Ивановна
(ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»)
- Официальные оппоненты:** **Дерканосова Наталья Митрофановна**
доктор технических наук, профессор
(ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», заведующий кафедрой);
Черепнина Людмила Васильевна
кандидат технических наук
(ФГБОУ ВПО «Государственный университет - учебно-научно-производственный комплекс», доцент)
- Ведущая организация:** **ФГБНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности», г. Москва**

Защита состоится «1» июля 2015 года в 13.30 часов на заседании совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Д 212.035.04 при ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» («ВГУИТ») по адресу: 394036, г. Воронеж, проспект Революции, 19, конференц-зал.

Отзывы на автореферат (в двух экземплярах), заверенные гербовой печатью учреждения, просим присылать ученому секретарю совета Д 212.035.04.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВПО «ВГУИТ». Полный текст диссертации размещен в сети «Интернет» на официальном сайте ФГБОУ ВПО «ВГУИТ» www.vsuet.ru «16» марта 2015 г. Автореферат размещен в сети Интернет на официальном сайте Министерства образования и науки РФ по адресу: vak2.ed.gov.ru и на официальном сайте ФГБОУ ВПО ВГУИТ www.vsuet.ru «27» апреля 2015 года.

Автореферат разослан «18» мая 2015 года.

Ученый секретарь совета
по защите диссертаций на соискание ученой
степени кандидата наук, на соискание
ученой степени доктора наук



М. Е. Успенская

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы

Согласно Доктрине продовольственной безопасности РФ одним из основных направлений государственной политики в области здорового питания является производство продуктов повышенной пищевой ценности, предназначенных для укрепления защитных функций организма с целью предупреждения заболеваний. С учетом требований данного документа Правительством РФ утверждены «Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания на период до 2020 г.», в которых поставлены задачи увеличения производства продуктов, обогащенных незаменимыми компонентами диетического и функционального назначения.

Наиболее перспективный путь решения проблемы обогащения хлеба – рациональное использование цельных злаков. В связи с этим особое внимание привлекают технологии хлеба из биоактивированного (проросшего) зерна, который обладает рядом преимуществ: проросшие зерна злаков и их экстракты обладают бактерицидными свойствами, высокой биологической активностью, способствуют улучшению пищеварения, стимулируют эвакуаторную функцию кишечника, оптимизируют обмен веществ, стабилизируют нервную систему, повышают физическую работоспособность, являются мощнейшим природным биостимулятором и эффективным средством при гипертонии.

Большой вклад в разработку теории и практики производства зернового хлеба внесли В. М. Антонов, С. Я. Корячкина, Е. А. Кузнецова, Г. О. Магомедов, Р. Д. Поландова, Е. И. Пономарева, Т. В. Санина, В. Я. Черных, Е. И. Шкапов, В. В. Щербатенко и др.

Среди прочих способов приготовления зернового хлеба интерес представляет использование заквасок, в том числе спонтанного брожения. Такой подход не предусматривает использование чистых культур молочнокислых бактерий и дрожжей, что позволяет снизить затраты на производство, активность амилолитических и протеолитических ферментов при получении полуфабрикатов и за счет этого повысить качество теста и изделий.

Однако, несмотря на имеющиеся обширные материалы по применению заквасок, в настоящее время отсутствуют сведения о густых заквасках из биоактивированного зерна пшеницы. Вместе с тем актуальность такого направления очевидна. Поэтому необходимо разрабатывать технологию хлеба на основе густой закваски из биоактивированного зерна пшеницы. К тому же существует угроза утраты традиционных отечественных технологий производства высококачественного хлеба за счет за-

мены зарубежными ускоренными технологиями с обильным использованием улучшителей, заменителей, ароматизаторов и других добавок.

Диссертационная работа является составной частью НИР кафедры технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств Воронежского государственного университета инженерных технологий по теме «Разработка энерго-, ресурсосберегающих и экологически чистых технологий переработки сельхозсырья в конкурентоспособные хлебобулочные, кондитерские и макаронные функциональные продукты на основе медико-биологических воззрений» (№ г. р. 01970008815, на 2011-2015 гг.).

Цель исследований – изучить влияние параметров приготовления закваски из биоактивированного зерна пшеницы на особенности ее состава, микрофлоры и обосновать условия производства ассортиментной линейки хлеба повышенной пищевой ценности на основе предлагаемой закваски. Исходя из цели работы, были поставлены следующие **задачи**:

- исследование влияния внешних факторов на состав, микрофлору, свойства густой закваски из биоактивированного зерна пшеницы и выбор параметров ее приготовления;

- разработка рациональных рецептурно-компонентных решений приготовления густой закваски из биоактивированного зерна пшеницы;

- обоснование выбора, установление оптимальных дозировок обогатителей (хмелевой композиции, муки из жмыха пшеничных зародышей) и изучение их влияния на показатели качества и биотехнологический потенциал хлеба на основе предлагаемой закваски;

- определение пищевой ценности хлебобулочных изделий и степени удовлетворения суточной потребности в нутриентах;

- проведение промышленной апробации результатов исследований, разработка и утверждение технической документации на новые виды закваски и хлебобулочные изделия, расчет экономической эффективности.

Предмет исследования – густая закваска из биоактивированного зерна пшеницы в технологии хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности.

Научные положения, выносимые на защиту:

- новые технологические решения, обеспечивающие целесообразность получения густой закваски из биоактивированного зерна пшеницы с заданными свойствами, доказывающие возможность ее использования в производстве зернового хлеба;

- практические аспекты по созданию зернового хлеба повышенной пищевой ценности на густой закваске из биоактивированного зерна пшеницы;

- результаты экспериментальных исследований биотехнологического потенциала и функциональных свойств зернового хлеба.

Научная новизна работы: установлены и проанализированы особенности приготовления густой закваски из биоактивированного зерна пшеницы, выявлена зависимость ее состава и показателей качества от температуры, влажности, активной кислотности, составлена номограмма кислотонакопления закваски, позволяющая прогнозировать ее качество. Обоснован выбор и дозировка обогатителей (хмелевой композиции и муки из жмыха пшеничных зародышей), обеспечивающих стабилизацию качества, микробиологическую чистоту, улучшение усвояемости, снижение гликемического индекса, повышение антиоксидантной активности и пищевой ценности, увеличение срока свежести хлебобулочных изделий.

Практическая значимость исследования: промышленная апробация способов производства хлебобулочных изделий, проведенная в условиях ОАО «Хлебозавод № 7», ООО «Эко-Хлеб» (г. Воронеж) (акты производственных испытаний), доказала ряд существенных преимуществ реализуемых технологий: снижение себестоимости продукции за счет исключения чистых заквасочных культур, повышения функционально-технологических свойств изделий, увеличение продолжительности сохранения их свежести.

Новизна технических решений защищена патентами РФ «Способ производства зернового хлеба» № 2516598, «Способ производства зернового хлеба» № 2524827.

По результатам апробации составлены и утверждены пакеты технической документации на два вида закваски из биоактивированного зерна пшеницы «Злаковая» (ТУ, ТИ, РЦ 9100-158-02068108-2012), «Хмелевая злаковая» (ТУ, ТИ, РЦ 9100-243-02068108-2014) и на хлебобулочные изделия: «Лучик» (ТУ, ТИ, РЦ 9110-159-02068108-2012); «Экохмель» (ТУ, ТИ, РЦ 9110-243-02068108-2014); «Элит» (ТУ, ТИ, РЦ 9110-257-02068108-2014).

Расчет экономической эффективности показал целесообразность применения густых заквасок из биоактивированного зерна пшеницы в технологии зернового хлеба. Ожидаемый экономический эффект от реализации 1 т изделий в среднем составил 4,17 тыс. р. (в ценах на сентябрь 2014 г.).

Соответствие диссертации паспортам научных специальностей.

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

Апробация результатов исследования. Основные положения диссертационной работы были доложены и обсуждены:

- на международных научно-практических, научно-технических конференциях, симпозиумах и форумах: «Перспективы и проблемы развития социально-экономических систем» (Воронеж, 2012), «Становление современной науки» (Прага, 2012), «Инновационные технологии в пищевой и

перерабатывающей промышленности» (Воронеж, 2012, 2013), «Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности» (Воронеж, 2012), «Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI в.» (Краснодар, 2013), «Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений» (Воронеж, 2013), «Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков» (Новосибирск, 2013, 2014), «Актуальные проблемы биохимии и бионанотехнологий» (Казань, 2013), «Перспективное развитие науки, техники и технологий» (Курск, 2013), «Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства» (Йошкар-Ола, 2014), «Современные научные достижения – 2014» (Прага, 2014), «Наука и образование: проблемы и перспективы» (Бийск, 2014), «Биотехнология. Взгляд в будущее» (Казань, 2014), «Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия культурных растений» (Махачкала, 2014);

- всероссийских научно-практических конференциях: «Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности» (Бийск, 2013), «Современное хлебопекарное производство: перспективы развития» (Екатеринбург, 2014);

- отчетной научной конференции ВГУИТ за 2012, 2013, 2014 гг.

Разработки экспонировались на III и VI Воронежских агропромышленных форумах (2011, 2014), специализированной выставке «Пищевая индустрия» (Воронеж, 2012), III Межрегиональной выставке «Инновационные технологии в производстве кондитерских, хлебобулочных, макаронных изделий и зернопродуктов», 37-й Межрегиональной специализированной выставке здравоохранения, 6-й Межрегиональной специализированной выставке «Ваше здоровье» в рамках 4-го социального форума «Здоровый мир – курс на долголетие» (г. Воронеж, 2014), 20-й Юбилейной международной специализированной выставке для хлебопекарного и кондитерского рынка «Modern Bakery Moscow» (г. Москва, 2014), выставке «Территория вкуса» (г. Воронеж, 2014) (получена золотая медаль за хлеб «Экохмель»).

Публикации. По результатам исследований опубликовано 48 научных работ, в том числе 11 статей в реферируемых журналах, 37 статей в сборниках конференций. Получено 2 патента РФ, утверждена техническая документация на 2 вида закваски из биоактивированного зерна пшеницы и 3 вида зернового хлеба.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, четырех глав, выводов, списка использованных источников, 5 приложений и представлена на 191 странице машинописного текста, в 40 таблицах и 49 рисунках. Библиография включает 163 наименования, в том числе 12 зарубежных.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, охарактеризована научная и практическая ценность диссертации.

Глава 1. Анализ современного состояния проблемы

Проведен патентно-информационный поиск и обобщены сведения об основных направлениях повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий и существующих технологиях хлеба с применением зерновых культур. Освещены различные способы повышения микробиологической чистоты полуфабрикатов и готовых изделий. Описаны способы применения заквасок в производстве хлебобулочных изделий, в том числе спонтанного брожения.

На основе проведенного анализа сформулированы цель и задачи диссертационного исследования.

Глава 2. Организация работы. Объекты и методы исследований

Исследования проводили согласно структурной схеме (рисунок 1). В соответствии с целью и задачами объектами исследований были: пшеница 3-го класса (ГОСТ Р 52554-2006), дрожжи хлебопекарные прессованные (ГОСТ Р 54731-2011), соль поваренная пищевая (ГОСТ Р 51574-2000), вода питьевая (СанПиН 2.1.4.1074-01), хмелевая композиция «Ингредиент КХ» (ТУ 9199-001-47418712-02), мука из жмыха пшеничных зародышей (ТУ 9293-010-05079029-00), кислота аскорбиновая (ФС 42-2668-95), масло подсолнечное (ГОСТ Р 52465-2005), сыворотка молочная натуральная (ТУ 9229-110-0461-0209-2002).

Экспериментальные исследования проводились на кафедрах технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, в условиях филиала кафедры на ОАО «Хлебозавод № 7» (г. Воронеж), органической химии, микробиологии и биохимии, ООО «Сенсорика-Новые Технологии», в аналитическом центре «Центр стратегического развития научных исследований» ФГБОУ ВПО «Воронежского государственного университета инженерных технологий», в научно-исследовательской лаборатории Всероссийского научно-исследовательского института комбикормовой промышленности (г. Воронеж), ОП «СИБУР Инновации» (г. Воронеж), ООО «Зеленые технологии», (г. Красногорск), ООО «Биоактуаль» (с. Новая Усмань, Воронежская область), в центре коллективного пользования научным оборудованием Воронежского государственного университета.

В работе применяли органолептические, химические, микробиологические, физико-химические, биохимические методы анализа сырья, полуфабрикатов и изделий.

Микробиологические показатели закваски определяли прямым подсчетом колоний с применением дифференциально-диагностических

сред - по ГОСТ 10444.12-88. Для идентификации и видового типирования микрофлоры проводили исследования с помощью масс-спектрометра Microflex с системой MALDI-TOF («Bruker Daltonics», Германия). Органические кислоты в заквасках определяли в условиях обращеннофазной высокоэффективной жидкостной хроматографии (ОФ ВЭЖХ). «Визуальные образы» ароматобразующих веществ в полуфабрикатах и изделиях получали на анализаторе запахов «МАГ-8» с методологией «Электронный нос».

Аминокислотный состав муки из жмыха пшеничных зародышей и биоактивированного зерна пшеницы определяли методом ионообменной хроматографии на автоматическом аминокислотном анализаторе ААА Т-339 (триптофан - по методу Лоренцо-Андрю и Франдзена), белок - по ГОСТ 10846-91, водорастворимые углеводы - по ГОСТ Р 51636-2000, пищевые волокна - по ГОСТ 13496.2-91, витаминный состав - по ГОСТ 29138-91, 29139-91, минеральный состав - по ГОСТ 30502-97, 26657-97, 26929-94, 26570-85.

Микрофотографии теста и мякиша хлеба получали с помощью электронного сканирующего микроскопа JSM-6380 LV (Япония, Jeol). Суммарную антиоксидантную активность хлебобулочных изделий определяли на приборе «ЦветЯуза-01-АА», переваримость белков хлеба - методом *in vitro*, уровень глюкозы в крови определяли при помощи глюкометра системы «Акку-Чек Гоу» (Швейцария, Roche Diagnostics GmbH) по методологии, описанной организацией ООН по вопросам продовольствия и сельского хозяйства «Углеводы в питании человека».

Численные характеристики окраски исследуемых образцов определяли сканерометрическим методом с использованием планшетного сканера HPScanJet 3570C и компьютерной обработкой изображений в цветовом режиме RGB. Микрофлору хлеба анализировали через 24 ч после выпечки по количеству мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов – по ГОСТ 10444. 15-94, наличию БГКП (коли-формы), плесени, дрожжей, картофельной болезни. Исследование закономерностей теплового воздействия на хлебобулочные изделия осуществляли методом неизотермического анализа на комплексном термоанализаторе TGA/SDTA 851e фирмы Mettler Toledo в атмосфере воздуха.

Статистическую обработку и оценку достоверности результатов исследований проводили методами регрессионного анализа с помощью программ Maple, MSeXcel.

Технико-экономические показатели рассчитывали по методикам определения экономической эффективности в хлебопекарной отрасли.

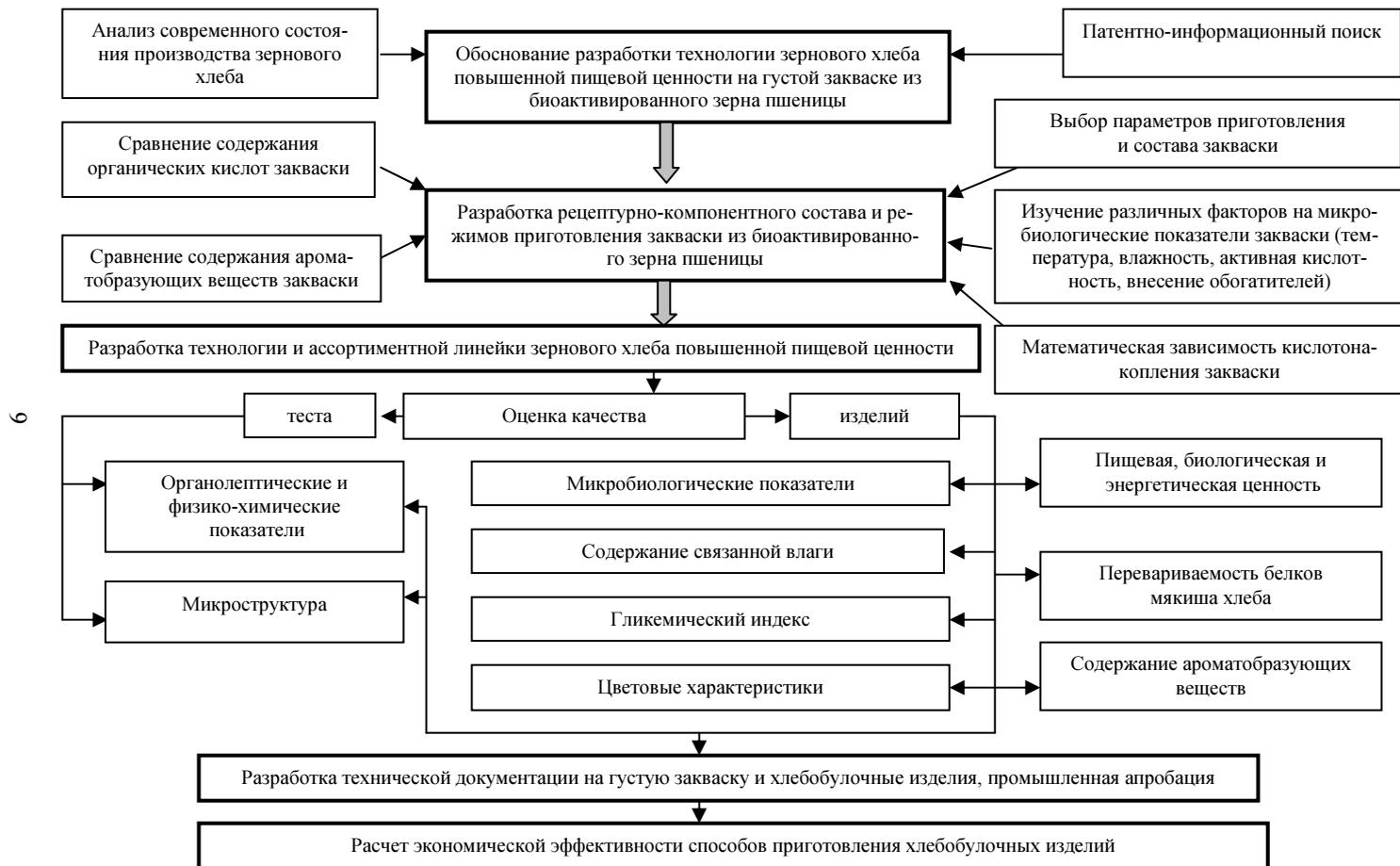


Рисунок 1 - Структурная схема экспериментальных исследований

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Глава 3. Разработка технологии густой закваски из биоактивированного зерна пшеницы

В последние годы наблюдается расширение объема производства зерновых хлебобулочных изделий, что объясняется содержанием в них крупнодисперсных частиц зерен, отличающихся повышенным содержанием витаминов, микроэлементов и пищевых волокон.

Однако активация ферментативного комплекса биоактивированного зерна (амилолитических и протеолитических ферментов) приводит к получению хлеба с низкими физико-химическими показателями. В связи с этим для снижения активности ферментов и повышения качества изделий применяют подкислители и закваски, в том числе спонтанного брожения, использование которых позволяет экономить дрожжи и чистые культуры молочнокислых бактерий.

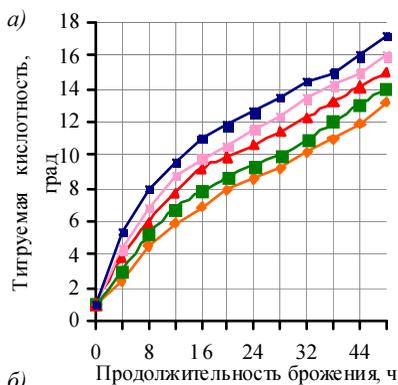
Приготовление закваски спонтанного брожения связано с рядом сложных физических, биохимических и микробиологических процессов. Скорость и характер их протекания зависит от различных параметров ее приготовления: продолжительности и температуры брожения, кислотности полуфабриката. В связи с поставленной задачей были исследованы способы приготовления густой закваски из биоактивированного зерна пшеницы при различных параметрах.

Закваску готовили из измельченной зерновой массы, к которой добавляли воду и замешивали полуфабрикаты влажностью 50 и 60 %. При проведении органолептической оценки установлено, что закваска влажностью 50 и 60 %, выброженная при температурах 25, 30, 35, 40 и 45 °С до кислотности меньше 8,0 град, обладала посторонним неприятным запахом, поэтому в дальнейших исследованиях ее выбраживали до 8,0-10,0 град. Выявлено, что при повышении температуры брожения закваски вкус и запах изменялся от слабо до резко выраженного кисломолочного.

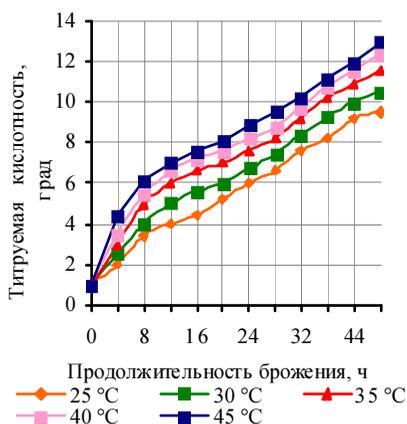
Определено, что наибольшее кислотонакопление наблюдалось в закваске влажностью 50 %, брожение которой осуществлялось при температуре 45 °С, значение кислотности 10,0 град было выявлено через 13 ч брожения, в закваске влажностью 60 % при той же температуре брожения данная кислотность достигалась за 32 ч (рисунок 2 а, б).

Снижение интенсивности кислотонакопления с увеличением влажности полуфабриката обусловлено уменьшением питательных веществ для молочнокислых бактерий.

Установлено, что повышение температуры выбраживания закваски от 25 до 45 °С приводило к увеличению ее кислотности, что связано с созданием благоприятных условий для развития молочнокислых бактерий.



б)



Влажность закваски, %: а – 50, б – 60
 Рисунок 2 - Изменение титруемой кислотности закваски из биоактивированного зерна пшеницы в процессе брожения при разных температурах

При изучении влияния температуры брожения закваски на качество готовых изделий, приготовленных на ее основе, установлено, что наибольший объем теста за 90 мин брожения наблюдался в полуфабрикате, приготовленном на закваске влажностью 50 % выброженной при 30 °C (125 см³). Наименьшим объемом за тот же период брожения обладало тесто, приготовленное на закваске влажностью 60 %, брожение которой осуществлялось при температуре 45 °C (92 см³). Установлено, что при температуре выбраживания закваски 30-35 °C увеличивалась газодерживаю-

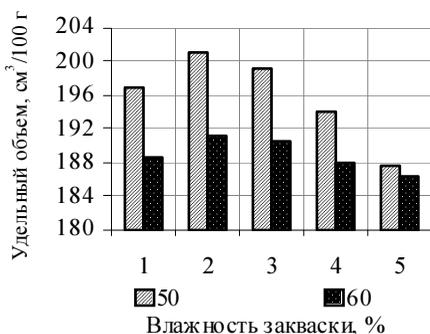
Это подтверждается результатами микробиологического анализа по определению содержания дрожжей и молочнокислых бактерий в закваске, приготовленной при разных температурах.

Доказано, что с увеличением температуры закваски количество молочнокислых бактерий увеличивалось, максимальное их количество было обнаружено в закваске влажностью 50 % при температуре выбраживания 45 °C ($1,5 \cdot 10^9$ КОЕ/г), минимальное ($1 \cdot 10^6$ КОЕ/г) – при температуре 25 °C. В закваске влажностью 60 % максимальное количество молочнокислых бактерий было также обнаружено при 45 °C – $1,5 \cdot 10^7$ КОЕ/г. При повышении температуры выбраживания закваски до 30-35 °C увеличивалось количество дрожжей.

Максимальное количество дрожжевых клеток наблюдалось в закваске влажностью 50 % при температуре выбраживания 30 °C ($5,0 \cdot 10^3$ КОЕ/г), минимальное – при температуре 45 °C – менее $1 \cdot 10^2$ КОЕ/г. В закваске влажностью 60 % максимальное их количество также наблюдалось при 30 °C – $3,0 \cdot 10^3$ КОЕ/г.

щая способность теста. Это связано с тем, что данная температура является наиболее благоприятной для размножения дрожжевых клеток. В результате чего увеличивается количество выделившегося диоксида углерода, которое способствует повышению объема теста. Увеличение температуры брожения закваски влажностью 50 и 60 % приводило к повышению титруемой и уменьшению активной кислотности теста.

Результаты оценки качества хлеба выявили, что наилучшими показателями обладали образцы, приготовленные на густой закваске из биоактивированного зерна пшеницы влажностью 50 %, брожение которой осуществляли при 30 и 35 °С. Изделия отличались наибольшим объемом (201,0 и 199,0 см³/100 г) и пористостью (57,0 и 55,0 %) (рисунок 3).



Температура брожения закваски, °С: 1 – 25; 2 – 30; 3 – 35; 4 – 40; 5 – 45

Рисунок 3 – Удельный объем изделий, приготовленных на густой закваске из биоактивированного зерна пшеницы влажностью 50 и 60 %

На основе выполненных исследований рекомендовано для получения хлеба наилучшего качества приготовление теста на густой закваске из биоактивированного зерна пшеницы влажностью 50 %, выброженной до 8,0-10,0 град при 30 и 35 °С.

Проведенный регрессионный анализ и построенная на его основе номограмма доказала, что оптимальной являлась область при параметрах приготовления закваски – продолжительности и температуры брожения в интервалах $22 \leq \tau_{бр} \leq 24,5$ ч и

$30 \leq t_{бр} \leq 32,7$ °С, значение кислотности при этом составило 9,0-10,0 град.

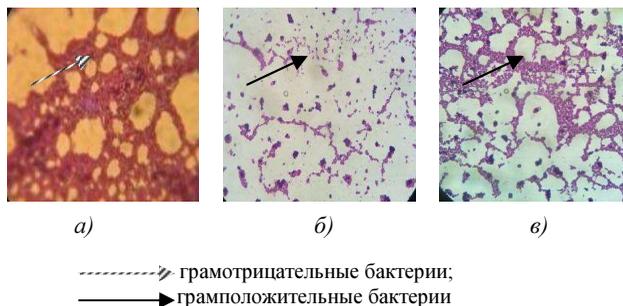
В ходе экспериментальных исследований влияния физических факторов на микробиологические показатели густой закваски из биоактивированного зерна пшеницы установлено, что при окрашивании по Граму в закваске, выброженной при 35 °С, были обнаружены грамотрицательные бактерии, по внешнему виду напоминающие энтеробактерии. Известно, что данный вид бактерий является условно-патогенным и размножается на простых мясопептонных средах при 35-37 °С, рН = 7-7,4, т. е. температура 35 °С является благоприятной для их развития.

В связи с полученными данными были предприняты меры по устранению условно-патогенной микрофлоры посредством увеличения температуры брожения закваски или применения анолитной фракции

электроактивированного водного раствора (ЭВР) (рН 2,5), обладающего бактериостатическими свойствами, и использования продуктов переработки хмеля (хмелевого отвара на стадии набухания зерна и внесение хмелевой композиции при замешивании полуфабриката).

При температуре выбраживания закваски 40-45 °С или использовании ЭВР на стадии набухания зерна, наличие рода *Enterobacter* в полуфабрикатах не было установлено.

Изучение влияния продуктов переработки хмеля на наличие условно-патогенных микроорганизмов в закваске из биоактивированного зерна пшеницы показало, что в исследуемых пробах были обнаружены только грамположительные бактерии (к которым в том числе относятся молочнокислые) в основном кокки и диплококки. При этом в закваске, приготовленной из зерна, выдержанного в хмелевом отваре, содержание грамположительных бактерий было меньше на 77,3 %, чем в закваске с хмелевой композицией (рисунок 4).

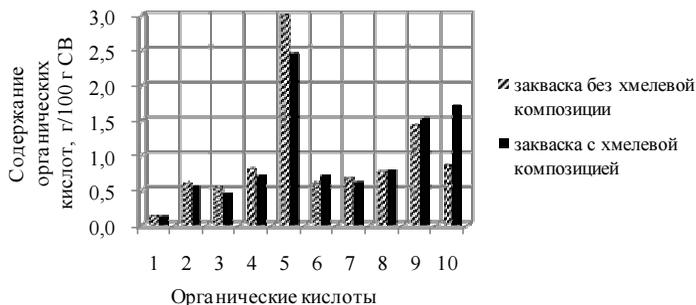


Закваска: *a* - без внесения отвара и композиции (контроль); *б* - из зерна предварительно набухавшего в хмелевом отваре; *в* - с добавлением хмелевой композиции
Рисунок 4 – Микрофлора закваски (под микроскопом $\times 1600$)

Таким образом, при приготовлении закваски из биоактивированного зерна пшеницы было рекомендовано повышение температуры ее брожения до 40-45 °С, применение ЭВР (рН 2,5) и продуктов переработки хмеля, которые способствовали повышению микробиологической безопасности полуфабриката.

Анализ сравнения содержания органических кислот в густой закваске из биоактивированного зерна пшеницы с хмелевой композицией и без нее (контроль) показал, что в контрольном и опытном образцах содержался широкий спектр органических кислот, образующихся в процессе брожения (рисунок 5).

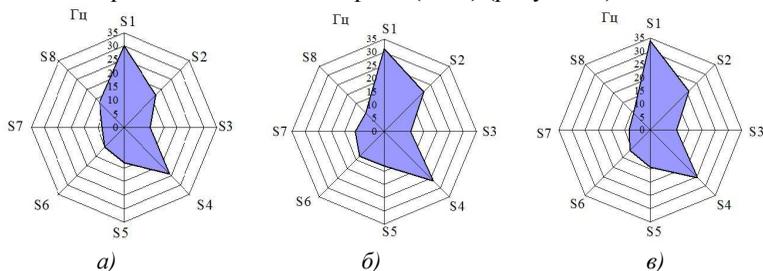
Установлено, что меньше всего в пробах содержалось щавелевой кислоты (0,11 и 0,10 г/100 г).



1 – щавелевая, 2 – винная, 3 – муравьиная, 4 – яблочная, 5 – молочная, 6 – уксусная, 7 – лимонная, 8 – янтарная, 9 – пропионовая, 10 – масляная
Рисунок 5 - Содержание органических кислот в густых заквасках из биоактивированного зерна пшеницы

Преобладающими кислотами являлись молочная (2,60 и 2,10 г/100 г), пропионовая (1,22 и 1,30 г/100 г) и масляная, в опытной пробе ее было больше на 12,6 %, содержание янтарной кислоты было одинаковым (0,66 г/100 г).

При определении количественного и качественного состава ароматобразующих веществ в густых заквасках из биоактивированного зерна пшеницы, №: 1 - выброженной при температуре 40-45 °С (контроль), 2 - приготовленной с использованием хмелевого отвара, 3 - с хмелевой композицией, было установлено различное содержание легколетучих органических соединений над пробами, при этом между собой все они имели близкий состав равновесной газовой фазы (РГФ) (рисунок 6).



Проба закваски: а – № 1 (контроль); б – № 2; в – № 3

Рисунок 6 - Полные «визуальные отпечатки» максимальных сигналов сенсоров в РГФ над пробами заквасок (по осям указаны номера сенсоров в матрице)

Доказано, что в заквасках содержались в основном гидрофильные соединения (полярные легколетучие) и вода, отмечалось наличие азотсодержащих соединений и кислот, большое количество эфиров, спиртов, специфических ароматических соединений и терпенов. Площадь «визуального отпечатка» максимальных сигналов сенсоров в РФФ над контрольной пробой была меньше на 3,6 %, чем у пробы № 2 и на 2,5 %, чем у пробы № 3.

Установлено, что добавление продуктов переработки хмеля приводило к усилению аромата и «облагораживанию» запаха полуфабрикатов.

В результате проведенных исследований были разработаны рецептуры и утверждена техническая документация на 2 вида густой закваски из биоактивированного зерна пшеницы «Злаковая» и «Хмелевая злаковая».

Глава 4. Повышение пищевой ценности зернового хлеба на основе густой закваски из биоактивированного зерна пшеницы и сравнительная оценка его качества

При изучении влияния массы закваски «Злаковая» на показатели качества зернового теста и хлеба установлено, что внесение 50 % зерна с закваской сокращало продолжительность брожения теста на 30 мин по сравнению с дозировкой 30 %.

С увеличением дозировки зерна, вносимого с закваской, газодерживающая способность теста уменьшалась. Наибольшим объемом за 90 мин брожения характеризовался полуфабрикат, приготовленный с 30 % зерна (125 см^3).

Возможно, это связано с тем, что с увеличением массы зерна, вносимого с закваской, кислотность теста повышалась более интенсивно, что способствовало расщеплению части белков клейковины. При этом клейковинный каркас в меньшей степени удерживал образующийся при брожении диоксид углерода, уменьшаясь в объеме.

Лучшими показателями качества характеризовался хлеб, приготовленный с внесением с закваской в тесто 30 % зерна. Он обладал наибольшим удельным объемом ($195,0 \text{ см}^3/100 \text{ г}$) и пористостью (55,0 %). Наименьший удельный объем изделия ($190,5 \text{ см}^3/100 \text{ г}$) и пористость (53,0 %) наблюдались в хлебе с дозировкой 50 % зерна.

На основе полученных данных разработана рецептура хлеба «Лучик» на густой закваске «Злаковая» из биоактивированного зерна пшеницы.

С целью выбора оптимальной дозировки хмелевой композиции, вносимой на стадии приготовления закваски «Хмелевая злаковая», и разработки рецептуры зернового хлеба на ее основе, применяли композиционное рототабельное планирование. Интервал дозировки композиции был выбран в соответствии с ТУ 9199-001-47418712-02 (0,02-0,04 кг на 100 кг муки). Установлено, что при меньшем ее количестве не достигалась дос-

таточная микробиологическая чистота густой закваски из биоактивированного зерна пшеницы, при большем внесении в изделия появлялся характерный привкус горечи.

В результате статистической обработки экспериментальных данных получены математические и графические зависимости исследуемых характеристик от изучаемых факторов (X_1 – влажность теста, %; X_2 – дозировка хмелевой композиции, %). Критериями оценки влияния условий приняты объем выброженного теста в течение 120 мин (y_1 , см³), удельный объем (y_2 , см³/100 г) и пористость хлеба (y_3 , %):

$$y_1 = 117,58 + 1,25b_1X_1 + 6,16b_2X_2 + 2,87b_{12}X_1X_2 + 3,26b_{11}X_1X_1 - 3,53b_{22}X_2X_2; \quad (1)$$

$$y_2 = 195,86 - 2,65b_1X_1 - 0,59b_2X_2 - 0,42b_{12}X_1X_2 - 1,0b_{11}X_1X_1 + 2,59b_{22}X_2X_2; \quad (2)$$

$$y_3 = 54,42 + 0,01b_1X_1 + 0,37b_2X_2 - 1,42b_{12}X_1X_2 - 0,44b_{11}X_1X_1 - 0,51b_{22}X_2X_2. \quad (3)$$

Воспроизводимость опытов, значимость регрессионных коэффициентов и адекватность уравнений была подтверждена статистическими критериями Кохрена, Стьюдента, Фишера (при доверительной вероятности 95 %).

На основе анализа коэффициентов поверхностной отклика, построенных на их основе, была выбрана оптимальная дозировка хмелевой композиции $X_2 = 0,055$ % при влажности теста $X_1 = 48,0$ % и разработана рецептура зернового хлеба «Экохмель».

Несмотря на преимущества хлеба из биоактивированного зерна пшеницы, отличающегося повышенным содержанием пищевых волокон, минеральных веществ и витаминов по сравнению с традиционными видами изделий, в нем наблюдается низкое содержание белка и дефицит лизина. В связи с этим для выбора обогатителя была проведена сравнительная оценка фактического химического и аминокислотного состава биоактивированного зерна пшеницы и муки из жмыха пшеничных зародышей.

Выявлено, что белка в муке из жмыха пшеничных зародышей содержалось больше в 2,8 раза, кальция – в 1,5 раза, магния – в 2,7 раза, фосфора – в 3,6 раза и пищевых волокон – в 1,4 раза, чем в биоактивированной пшенице. Определено, что биологическая ценность белка (77,4 %) и аминокислотный скор по лизину (100,3 %) в муке из жмыха пшеничных зародышей были выше на 12,0 и 40,5 %, по сравнению с данными показателями в биоактивированной пшенице. По содержанию лейцина, триптофана, фенилаланина и тирозина биоактивированная пшеница превосходила муку из жмыха пшеничных зародышей.

Проведенный анализ химического состава исследуемого сырья свидетельствовал о целесообразности использования муки из жмыха пшеничных зародышей в хлебопекарном производстве для повышения пищевой и биологической ценности изделий.

Для определения выбора оптимальной дозировки муки из жмыха пшеничных зародышей применяли композиционное рототабельное планирование. В результате были найдены оптимальные значения влажности

теста $X_1 = 48,0$ % и дозировки муки из жмыха пшеничных зародышей $X_2 = 6,5$ %, разработана рецептура зернового хлеба «Элит» повышенной пищевой ценности.

Для изучения влияния способа приготовления зернового теста на качество полуфабрикатов и готовых изделий установлено, что наибольший объем за 120 мин брожения наблюдался в полуфабрикатах, приготовленных ускоренным способом с применением молочной сыворотки вместо закваски, для хлеба «Колосок» (130 см³), взятым в качестве контроля, и для хлеба «Элит» (130 см³).

Установлено, что максимальным значением эффективной вязкости после 120 мин брожения отличалось тесто для хлеба «Элит», замешанное на закваске «Хмелевой злаковой» (3185 Па·с), минимальным – тесто для хлеба «Колосок» (2350 Па·с).

Наибольшее значение эффективной вязкости теста для хлеба «Элит» объясняется внесением муки из жмыха пшеничных зародышей, которая обладает большей водосвязывающей способностью благодаря содержанию в своем составе гидрофильных высокомолекулярных соединений, вследствие этого тесто было более крепким по консистенции по сравнению с другими образцами.

Оценка качества изделий показала, что наибольшим удельным объемом (198,0 см³) и пористостью (57,0 %) обладали контрольный образец и хлеб «Элит» (таблица 1).

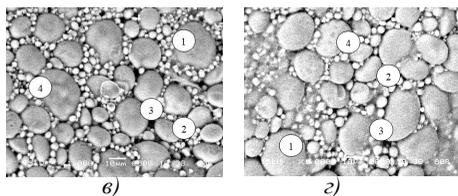
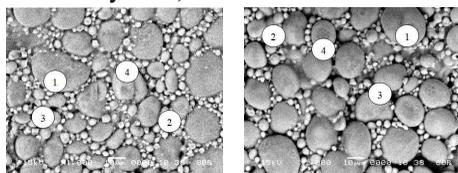
Таблица 1 – Показатели качества зернового хлеба

Наименование показателей	Значение показателей качества для хлеба							
	«Колосок»	«Лучик»	«Экохмель»	«Элит»				
Влажность, %	47,0	47,0	47,0	47,0				
Кислотность, град	4,0	4,6	4,8	5,0				
Удельный объем, см ³ /100 г	198,0	195,0	196,0	198,0				
Пористость, %	57,0	55,0	56,0	57,0				
Крошковатость, %	3,3	3,6	3,0	2,5				
Удельная набухаемость, см ³	238,4	235,0	240,2	262,3				
Внешний вид: форма	Правильная, соответствующая хлебной форме, в которой производилась выпечка							
поверхность					Слегка шероховатая, без подрывов и трещин			
цвет								
Состояние мякиша: пористость	Развитая, без уплотнений							
пропеченность					Пропеченный, слегка заминающийся	Пропеченный, не заминающийся		
Вкус и запах	Свойственный хлебу из биоактивированного зерна пшеницы, без постороннего привкуса и запаха							

Выявлено, что внесение муки из жмыха пшеничных зародышей способствовало улучшению физико-химических показателей качества полуфабриката, сокращало продолжительность его брожения на 25 мин до заданной кислотности (5,5 град).

При исследовании микрофотографий зернового теста у всех образцов наблюдалась разрыхленная структура с межпоровым пространством, образованная крахмальными зернами и белковыми глобулами.

Наиболее крупные зерна крахмала (25-38 мкм) и большая однородность распределения структурных элементов по всему объему были выявлены в полуфабрикатах, приготовленных на заквасках «Злаковая» и «Хмелевая злаковая». Более равномерным расположением воздушных полостей и большим их размером (5-10 мкм) отличалась микроструктура теста для хлеба «Лучик», «Экохмель» и «Элит» (рисунок 7). Во всех образцах наблюдали следы воздействия амилолитических ферментов в виде небольших углублений на поверхности крахмальных зерен.

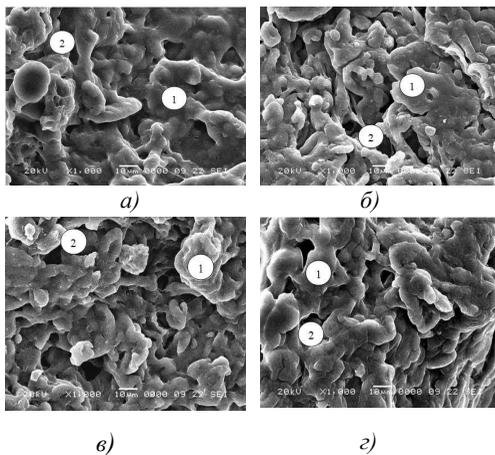


a – «Колосок» (контроль); *б* – «Лучик»; *в* – «Экохмель»; *г* – «Элит»; 1 – зерно крахмала; 2 – белковая матрица; 3 – воздушная полость; 4 – следы воздействия амилолитических ферментов
Рисунок 7 - Микроструктура выброженного теста для хлеба ($\times 1000$)

В полуфабрикатах, приготовленных на густой закваске из биоактивированного зерна пшеницы, их было несколько меньше, что, по-видимому, обусловлено содержанием в ней кислот в большей степени инактивирующих действие амилолитических ферментов по сравнению с контролем. Из микрофотографий мякиша хлеба видно, что его межпоровые стенки состоят из сплошной массы коагулированного при выпечке белка в виде пространственных вытянутых пленок, четко видны прослойки воздуха, при этом отсутствуют различные отдельные гранулы крахмала. Опытные образцы отличались более разветвленной пространственной тонкопластичной структурой (рисунок 8).

Полученные данные подтверждают положительное влияние закваски «Злаковая» и «Хмелевая злаковая» на свойства теста и качество зернового хлеба.

Доказано, что применение густой закваски из биоактивированного зерна пшеницы способствовало повышению антиоксидантной активности изделий за счет содержания в своем составе органических кислот, в том числе молочной.



a – «Колосок» (контроль); *б* – «Лучик»; *в* – «Экохмель»; *г* – «Элит»; 1 – белковая матрица; 2 – воздушная полость
Рисунок 8 - Микроструктура мякиша хлеба при хранении в течение 4 ч ($\times 1000$)

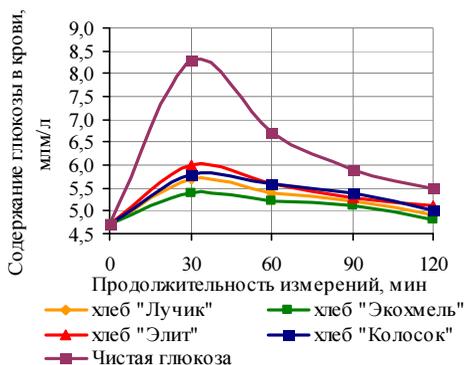


Рисунок 9 - Кривые гликемической реакции организма после употребления продукта

Выявлено, что более высоким содержанием антиоксидантов отличался хлеб «Элит» (18,3 мг/100 г), в хлебобулочных изделиях «Экохмель» их было меньше на 7,1 %, «Лучик» – на 9,3 %, «Колосок» – на 31,7 %.

Самое высокое суммарное содержание антиоксидантов в хлебе «Элит» объясняется наличием витамина Е и селена в муке из жмыха пшеничных зародышей, входящей в его рецептуру.

Установлено, что уровень глюкозы в крови организма человека после употребления тестируемых хлебобулочных изделий через 30, 60, 90 и 120 мин повышался в меньшей степени, чем при употреблении чистой глюкозы, создающей стандартную углеводную нагрузку (рисунок 9).

При этом наблюдалась менее выраженная постпрандиальная гликемическая реакция, чем в случае употребления чистой глюкозы. Выявлено, что самое высокое значение гликемического индекса было у хлеба «Элит» (41,6 %), у «Колоска» оно составило

39,6 %, «Лучика» – 32,0 %, «Экохмель» – 23,0 %. Полученные значения являются низкими по классификации Всемирной организации здравоохранения (≤ 55), что доказывает возможность рекомендовать их для употребления людям, страдающим сахарным диабетом. Это связано с высоким содержанием пищевых волокон в изделиях, которые существенно ограничивают доступность углеводов для расщепления их ферментами желудочно-кишечного тракта.

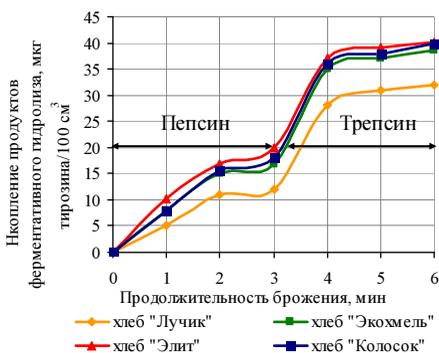


Рисунок 10 - Перевариваемость белков зернового хлеба системой пепсин-трипсин

Результаты анализа *in vitro* свидетельствуют о меньшей перевариваемости хлеба «Лучик».

После 6 ч гидролиза белковых веществ мякиша хлеба «Экохмель», «Элит» и «Колосок» (контроль) под действием пищеварительных ферментов *in vitro* конечная концентрация аминокислоты тирозина была выше на 20,3, 25,6 и 24,6 %, по сравнению с данным образцом (рисунок 10).

Увеличение степени гидролиза белков мякиша хлеба «Экохмель» и «Элит» под действием пищеварительных ферментов обусловлено внесением хмелевой композиции на стадии приготовления закваски, способствующей усилению выделения желудочного сока благодаря содержащейся в ней хмелевой горечи. Наилучшая перевариваемость мякиша у хлеба «Элит» объясняется внесением в рецептуру муки из жмыха пшеничных зародышей взамен части биоактивированного зерна пшеницы. Несмотря на высокое содержание белков и минеральных веществ она характеризуется меньшим размером частиц и содержит больше моно- и дисахаридов. Помимо этого на стадии ее получения при разрушении клеточных органелл биополимеры становятся более реагентоспособными, что также повышает их атакуемость пищеварительными ферментами. Увеличение степени гидролиза белков мякиша под действием пищеварительных ферментов для хлеба «Колосок» обусловлено его хорошей разрыхленностью и более равномерной структурой пористости.

При определении цветовых характеристик разработанных изделий установлено, что по процентному содержанию цветовых компонентов образцы отличались незначительно (в пределах погрешности метода). При этом наблюдались некоторые отличия в интенсивности окраски. Наиболее

темноокрашенными являлись хлебобулочные изделия «Колосок», «Экохмель» и «Элит».

При исследовании микробиологических показателей установлено, что в хлебе «Элит» общая обсемененность была ниже на 95,7 % по сравнению с контрольным образцом, в хлебе «Экохмель» – на 92,8 %, в хлебе «Лучик» – на 85,7 %. Картофельная болезнь в процессе хранения изделий ни в одном образце не была обнаружена.

Анализ ароматограмм показал, что общее содержание легколетучих соединений (аминов, альдегидов, легколетучих кислот и кислых газов) в равновесной газовой фазе в хлебе «Лучик» было меньше на 4,1 %, а в хлебе «Экохмель» и «Элит» на 25,4 и 6,3 % больше, чем в хлебе «Колосок». Наибольшее влияние на изменение аромата опытных проб по сравнению с контролем оказывает введение эфирных масел хмеля, которые существенно обогащают запах.

При определении изменения содержания свободной влаги в изделиях после 36 ч их хранения установлено, что в контрольной пробе массовая доля свободной влаги преобладала по сравнению с опытными образцами. Доказано, что введение муки из жмыха пшеничных зародышей, характеризующейся хорошей влагосвязывающей способностью, при приготовлении хлеба «Элит» приводило к ее уменьшению на 20,4 %. Содержание ее в хлебе «Лучик» и «Экохмель» отличалось незначительно и было меньше на 10,3 и 16,0 % по сравнению с контролем. Это связано с тем, что пищевые волокна зернового хлеба связывали свободную влагу, и при выпечке в изделиях оставалось большее ее количество, что позволяет увеличить срок сохранения их свежести.

Таким образом, предлагаемая технология зернового хлеба на густой закваске из биоактивированного зерна пшеницы способствует полному и гармоничному вкусу и аромату хлеба, обеспечению повышения микробиологической безопасности изделий, снижению гликемической нагрузки в организме, увеличению функциональности, повышению пищевой ценности за счет применения обогатителей, содержащих естественные биологически активные вещества.

Следовательно, все это позволяет рекомендовать разработанные зерновые виды хлеба на густой закваске из биоактивированного зерна пшеницы для расширения ассортимента хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности, а также, как для массового потребления, для укрепления защитных функций организма, так и для профилактики болезней, связанных с нарушением обмена веществ, сердечно-сосудистой системы и желудочно-кишечного тракта.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Выбраны параметры получения густой закваски из биоактивированного зерна пшеницы: влажность 50 %, кислотность 8,0-10,0 град, температура брожения 40-45 °С, применение ЭВР (рН 2,5), обеспечивающие ее микробиологическую чистоту; выявлен широкий спектр ароматообразующих веществ и органических кислот (преобладающими являлись молочная и пропионовая).

2. Разработаны рецептуры закваски «Злаковая», «Хмелевая злаковая», рекомендован рациональный диапазон дозировки биоактивированного зерна пшеницы, вносимого с закваской на замес теста – 30-50 %, способствующий повышению качества полуфабрикатов и изделий.

3. Обоснованы и установлены оптимальные дозировки обогатителей и доказано их положительное влияние на показатели качества зернового хлеба: увеличивается в среднем доля ароматообразующих веществ в 1,3 раза, перевариваемость белков мякиша на 24 %, антиоксидантная активность в 1,5 раза, уменьшается гликемический индекс на 20-42 %, общая обсемененность в 7,0-23,0 раза, содержание свободной влаги на 10,2-20,4 %, что позволяет продлить срок сохранения свежести хлеба от 10 до 24 ч.

4. Установлено, что при употреблении 100 г предлагаемых видов зернового хлеба степень удовлетворения суточной потребности в среднем составляет, %: в белке – 10,5, жире – 1,6, углеводах – 10,0, пищевых волокнах – 20,0, минеральных веществах – 4,5-25,0, витаминах – 31,0-93,0, аминокислотах – 0,9-2,0.

5. Проведены производственные испытания, рассчитаны экономические показатели производства хлебобулочных изделий, установлена цена зернового хлеба массой 0,3 кг (6,2-7,7 р.). Разработан и утвержден пакет технической документации на новые виды полуфабрикатов и изделий.

Основные публикации по диссертационной работе

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Пономарева, Е.И. Влияние параметров приготовления закваски спонтанного брожения на качество зернового хлеба [Текст] / Е.И. Пономарева, Н.Н. Алехина, И.А. Журавлева // Хлебопродукты. – 2013. – № 3. – С. 42-43. – 0,25 п.л. (лично автором 0,08 п.л.).

2. Пономарева, Е.И. Выбор параметров приготовления закваски спонтанного брожения из биоактивированного зерна пшеницы / Е.И. Пономарева, Н.Н. Алехина, И.А. Журавлева // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2013. – № 3 (57). – С. 111-113. – 0,37 п.л. (лично автором 0,09 п.л.).

3. Журавлева, И.А. Влияние закваски спонтанного брожения из биоактивированного зерна пшеницы на качество зернового хлеба [Текст] /

И.А. Журавлева // Хлебопродукты. – 2013. – № 5. – С. 52-53. – 0,25 п.л. (лично автором 0,25 п.л.).

4. Пономарева, Е.И. Разработка способа получения закваски спонтанного брожения из биоактивированного зерна пшеницы [Текст] / Е.И. Пономарева, Н.Н. Алехина, И.А. Журавлева // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2013. – № 2. – С. 21-25. – 0,62 п.л. (лично автором 0,2 п.л.).

5. Пономарева, Е.И. Гликемический индекс хлебобулочных изделий из биоактивированного зерна пшеницы [Текст] / Е.И. Пономарева, Н.Н. Алехина, И.А. Журавлева // Хлебопечение России. – 2014. – № 3. – С. 8-9. – 0,24 п.л. (лично автором 0,08 п.л.).

6. Пономарева, Е.И. Исследование изменения кислотности в закваске спонтанного брожения [Текст] / Е.И. Пономарева, Н.Н. Алехина, А.А. Журавлев, И.А. Журавлева // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2013. – № 3 (57). – С. 82-84. – 0,37 п.л. (лично автором 0,09 п.л.).

7. Пономарева, Е.И. Влияние продуктов переработки зародышей пшеницы на показатели качества зернового хлеба [Текст] / Е.И. Пономарева, Н.Н. Алехина, И.А. Бакаева // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2014. – № 3 (61). – С. 106-109. – 0,37 п.л. (лично автором 0,12 п.л.).

8. Пономарева, Е.И. Разработка способа приготовления зернового хлеба повышенной безопасности [Текст] / Е.И. Пономарева, Н.Н. Алехина, И.А. Бакаева // Хлебопродукты. – 2014. – № 12. – С. 52-54. – 0,26 п.л. (лично автором 0,09 п.л.).

9. Рекомендации по упаковке хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности [Текст] / Н.Н. Алехина, Е.И. Пономарева, Л.В. Логунова, И.А. Бакаева // Хлебопродукты. – 2013. – № 1. – С. 50-51. – 0,25 п.л. (лично автором 0,06 п.л.).

10. Цветовые характеристики зерна ржи [Текст] / Е.И. Пономарева, Н.Н. Алехина, И.А. Бакаева, П.Н. Саввин // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2013. – № 4 (58). – С. 115-117. – 0,37 п.л. (лично автором 0,09 п.л.).

11. Влияние способа подготовки ржи на его микроструктуру [Текст] / Н.Н. Алехина, Е.И. Пономарева, И.А. Бакаева, Л.В. Логунова // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2014. – № 1 (59). – С. 109-111. – 0,5 п.л. (лично автором 0,12 п.л.).

Статьи и материалы конференций

12. Пономарева, Е.И. Сравнительная оценка качества полуфабрикатов и изделий из биоактивированного зерна пшеницы [Текст] / Е.И. Пономарева, Н.Н. Алехина, И.А. Журавлева // Материалы Международной науч-

но-практической конференции «Становление современной науки». – Прага, 2012. – С. 76-80. – 0,31 п.л. (лично автором 0,10 п.л.).

13. Пономарева, Е.И. Технология зернового хлеба повышенной безопасности [Текст] / Е.И. Пономарева, Н.Н. Алехина, И.А. Журавлева, В.А. Маслихова // III Международная научно-практическая конференция «Хлебобучные, кондитерские и макаронные изделия XXI века». – Краснодар, 2013. – С. 257. – 0,06 п.л. (лично автором 0,02 п.л.).

14. Пономарева, Е.И. Исследование микрофлоры закваски спонтанного брожения из биоактивированного зерна пшеницы [Текст] / Е.И. Пономарева, Н.Н. Алехина, И.А. Бакаева // Материалы III Международной научно-практической конференции «Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков». – Новосибирск, ЦРНС, 2013. – С. – 49-52. – 0,25 п.л. (лично автором 0,08 п.л.).

15. Исследование свойств теста и качества хлеба из биоактивированного зерна пшеницы [Текст] / Е.И. Пономарева, Н.Н. Алехина, И.А. Бакаева, А.С. Филошкина // XVI Международная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства» – Йошкар-Ола, 2014. – С. 342-344. – 0,19 п.л. (лично автором 0,05 п.л.).

16. Пономарева, Е.И. Исследование интенсивности расщепления углеводов и изменения уровня сахара в крови после употребления зернового хлеба [Текст] / Е.И. Пономарева, Н.Н. Алехина, И.А. Бакаева // Ежегодный Международный Форум «Питание и здоровье». – Москва, 2014. – С. 48. – 0,12 п.л. (лично автором 0,04 п.л.).

Изобретения

17. Патент РФ № 2516598. Способ производства зернового хлеба [Текст] / Е.И. Пономарева, Н.Н. Алехина, С.В. Саврасова, И.А. Журавлева; Заявл. 21.11.2012; Оpubл. 20.05.14, Бюл. № 14.

18. Патент РФ № 2524827. Способ производства зернового хлеба [Текст] / Е.И. Пономарева, Н.Н. Алехина, И.А. Журавлева; Заявл. 20.02.2013; Оpubл. 10.08.14, Бюл. № 22.

Всего по теме диссертации опубликовано 48 научных трудов, в том числе 11 статей в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ к защите диссертаций, 37 статей и тезисов в сборниках международных и все-российских конференций (2012 – 2014), получено 2 патента РФ.

Подписано в печать 24.04.2015. Формат 60×84 1/16.
Усл. печ. л. 1.0. Тираж 100 экз. Заказ № 45

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»
Отдел полиграфии ФГБОУ ВПО «ВГУИТ»
Адрес университета и отдела полиграфии ФГБОУ ВПО «ВГУИТ»:
394036, Воронеж, пр. Революции, 19