

Учреждение образования  
«Могилевский государственный университет продовольствия»

УДК 664.642.2

**САМУЙЛЕНКО  
ТАТЬЯНА ДМИТРИЕВНА**

**ТЕХНОЛОГИЯ ЖИДКОЙ РЖАНОЙ ЗАКВАСКИ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОРЫ ДУБА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБА  
В ДИСКРЕТНОМ РЕЖИМЕ**

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

по специальности 05.18.01 – технология обработки, хранения  
и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов,  
плодоовощной продукции и виноградарства

Могилев, 2016

Научная работа выполнена в учреждении образования «Могилевский государственный университет продовольствия»

Научный  
руководитель: Гуринова Татьяна Александровна,  
кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры технологии хлебопродуктов  
учреждения образования «Могилевский  
государственный университет продовольствия»

Официальные  
оппоненты: Магомедов Газибег Омарович,  
доктор технических наук, профессор,  
заведующий кафедрой технологии хлебопекарного,  
кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего  
производств Федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения высшего  
образования «Воронежский государственный  
университет инженерных технологий»  
Евдохова Людмила Николаевна  
кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры уголовного процесса и криминалистики  
учреждения образования «Могилевский институт  
Министерства внутренних дел Республики Беларусь»

Оппонирующая  
организация: Учреждение образования «Белорусский  
государственный экономический университет»

Защита состоится 28 декабря 2016 г. в 13.00 часов на заседании Совета по защите диссертаций Д 02.17.01 в учреждении образования «Могилевский государственный университет продовольствия» по адресу: 212027, Республика Беларусь, г. Могилев, проспект Шмидта, 3, ауд. 206–2, e-mail: [mgup@mogilev.by](mailto:mgup@mogilev.by).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия».

Автореферат разослан 25 ноября 2016 г.

Ученый секретарь Совета  
по защите диссертаций,  
кандидат технических наук, доцент

\_\_\_\_\_ О.В. Мацикова

## ВВЕДЕНИЕ

В Республике Беларусь и ряде стран ближнего и дальнего зарубежья особое место занимает ассортимент и традиционная технология хлеба из ржаной муки и смеси ее с пшеничной. Этот выбор обусловлен в первую очередь его стабильно высокими потребительскими свойствами, более полноценным химическим составом и длительным периодом сохранения свежести по сравнению с изделиями из пшеничной муки.

Традиционная технология производства хлеба из ржаной муки и смеси ее с пшеничной связана с использованием преимущественно жидкой ржаной закваски. Приготовление этого полуфабриката представляет собой направленное культивирование дрожжевых клеток и молочнокислых бактерий на оптимальной по составу питательной смеси в непрерывном режиме при определенных технологических параметрах. Это обуславливает стабильные биотехнологические свойства жидкой ржаной закваски и приводит к формированию высоких потребительских свойств готовой продукции. Реализация традиционной технологии обеспечивается только при круглосуточном режиме работы хлебопекарных предприятий с постоянной производительностью.

В современных условиях хлебопекарные предприятия в большинстве своем работают в дискретном режиме (с технологическими перерывами различной продолжительности), обусловленном снижением потребления хлебных изделий и нестабильностью заявок торговых организаций на данный ассортимент. Традиционное приготовление жидкой ржаной закваски в этом режиме, а также существующие мероприятия по ее консервированию отрицательно влияют на сохраняемость культивируемых микроорганизмов в жизнеспособном состоянии и их активность. Это требует постоянного дополнительного воздействия на жидкую ржаную закваску, что не приводит к стабильности свойств как самого полуфабриката, так и потребительских свойств хлеба из ржаной муки и смеси ее с пшеничной.

Таким образом, на современном этапе развития хлебопекарной отрасли возникло противоречие между дискретным режимом производства этой продукции и необходимостью реализации непрерывного цикла приготовления жидкой ржаной закваски по традиционной технологии.

В связи с вышеизложенным, своевременным и актуальным является проведение комплексных исследований, направленных на сохранение потребительских свойств хлеба из ржаной муки и смеси ее с пшеничной в дискретном режиме его производства путем стабилизации биотехнологических свойств жидкой ржаной закваски как основного промежуточного полуфабриката за счет применения оптимальных технологических параметров приготовления и использования коры дуба.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Связь работы с научными программами (проектами), темами.** Диссертационные исследования были выполнены на кафедре технологии хлебопродуктов учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия» в соответствии с утвержденным планом научно-исследовательской работы по теме «Повышение эффективности использования местного сырья при производстве продуктов питания» (ГБ 31 04, № государственной регистрации 20112360), в рамках ГПНИ задания «Изучение биотехнологических свойств симбиотических культур дрожжей и молочнокислых бактерий при ферментации производственных сред на основе мучных смесей» (ГЗ 14–14, № государственной регистрации 20141457), в рамках задания, финансируемого из средств Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований «Теоретическое обоснование технологии производства и разработка импортозамещающей пищевой продукции функционального назначения на основе сухих композитных смесей (СКС)» (№ государственной регистрации 20131943).

### **Цель и задачи исследования**

Целью работы является разработка технологии жидкой ржаной закваски с использованием коры дуба для стабилизации ее биотехнологических свойств и производства хлеба из ржаной муки и смеси ее с пшеничной с необходимыми потребительскими свойствами в дискретном режиме.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- исследовать влияние дискретного режима на процесс приготовления жидкой ржаной закваски в производственном цикле и ее биотехнологические свойства;
- установить оптимальные параметры приготовления жидкой ржаной закваски в современных условиях производства хлеба, на основании которых разработать методику составления технологического плана работы заквасочного отделения по приготовлению жидкой ржаной закваски в производственном цикле в течение суток в дискретном режиме;
- исследовать химический состав, физико-химические характеристики коры дуба отечественного производства как стабилизатора и консерванта биотехнологических свойств жидкой ржаной закваски, влияние коры дуба на хлебопекарные свойства ржаной муки и культивируемые в полуфабрикате микроорганизмы, установить оптимальные дозировки коры дуба при приготовлении жидкой ржаной закваски в дискретном режиме;
- исследовать влияние жидкой ржаной закваски с внесением коры дуба на процесс брожения теста и потребительские свойства хлеба из ржаной муки и смеси ее с пшеничной;

- разработать технологию жидкой ржаной закваски с оптимальными технологическими параметрами без внесения коры дуба и с ее внесением для производства хлеба из ржаной муки и смеси ее с пшеничной в дискретном режиме;
- разработать техническую документацию и провести опытно-промышленную апробацию результатов проведенных исследований.

#### **Научная новизна:**

- установлено влияние дискретного режима производства хлеба на нестабильность биотехнологических свойств жидкой ржаной закваски;
- предложены уравнения регрессии, описывающие изменения общего количества молочнокислых бактерий, дрожжевых клеток, содержащихся в жидкой ржаной закваске, ее кислотности и подъемной силы от технологических параметров приготовления (продолжительности и температуры брожения, количества питательной смеси), позволяющие прогнозировать биотехнологические свойства этого полуфабриката в дискретном режиме и регулировать технологические параметры;
- определен оптимальный количественный и качественный состав питательной смеси, технологические параметры (продолжительность и температура брожения), которые рекомендованы для производственного цикла приготовления жидкой ржаной закваски в дискретном режиме;
- исследованы особенности химического состава и физико-химических характеристик коры дуба отечественного производства, ее влияние на хлебопекарные свойства ржаной муки и жизнедеятельность культивируемых в жидкой ржаной закваске микроорганизмов, позволяющее использовать кору дуба как стабилизатор и консервант полуфабрикатов хлебопекарного производства;
- разработана технология жидкой ржаной закваски с оптимальными технологическими параметрами без внесения коры дуба и с внесением коры дуба для производства хлеба из ржаной муки и смеси ее с пшеничной в дискретном режиме (патент 19954 Республики Беларусь).

#### **Положения, выносимые на защиту:**

- оценка нестабильности биотехнологических свойств жидкой ржаной закваски (количественный и качественный состав микроорганизмов, кислотность, подъемная сила) в процессе ее приготовления в дискретном режиме, которая позволяет определить наиболее существенные факторы, влияющие на получение полуфабриката с рекомендуемыми свойствами и в требуемом количестве [1, 12, 14, 15, 23];
- уравнения регрессии, описывающие изменение общего количества молочнокислых бактерий, дрожжевых клеток, кислотности и подъемной силы жидкой ржаной закваски от варьируемых технологических параметров (продолжительности и температуры брожения, количества питательной смеси) в производственном цикле в дискретном режиме [2, 3, 8];
- оптимальный состав питательной смеси (количество заварки от 5,0 до 35,0 % от массы питательной смеси с продолжительностью осахаривания заварки до

60 мин в зависимости от ее количества), количество питательной смеси (40–60 % от массы жидкой ржаной закваски), продолжительность и температура брожения жидкой ржаной закваски (180–300 мин и 28–30 °С), которые используются в производственном цикле приготовления жидкой ржаной закваски в дискретном режиме [2, 3, 8, 10];

– химический состав и физико-химические характеристики коры дуба при использовании ее в технологии жидкой ржаной закваски: массовая доля золы не более 7,1 %, дубильные вещества не менее 17,0 % по танину в пересчете на сухие вещества, экстрактивные вещества (экстрагент – вода) не менее 27,0 % в пересчете на сухие вещества; размер частиц не более 240–260 мкм [8, 9, 13, 16, 24, 27];

– технология приготовления жидкой ржаной закваски с оптимальными технологическими параметрами без внесения коры дуба, стабилизирующая ее биотехнологические свойства, и с внесением коры дуба на стадии приготовления заварки в количестве до 2,0 % с интервалом 0,4 % от массы муки в заварке, позволяющая интенсифицировать осахаривание заварки, консервировать жидкую ржаную закваску в период от 2 до 16 ч ее брожения в зависимости от дозировки коры дуба, сократить продолжительность брожения теста в среднем 1,5–2 раза и обеспечить требуемые потребительские свойства хлеба из ржаной муки и смеси ее с пшеничной [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 25, 26, 28, 29].

**Личный вклад соискателя ученой степени.** Диссертация является самостоятельно выполненной автором квалификационной научной работой, обобщает результаты теоретических и экспериментальных исследований. Соискателем самостоятельно изучены, обобщены и проанализированы данные литературных источников по теме диссертации, подобраны методы исследований, проведен эксперимент, обработаны и проанализированы экспериментальные данные, принято участие в разработке технической документации.

**Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов.** Результаты проведенных исследований были представлены и обсуждены на конференциях различного уровня: VIII и IX Международной научной конференции студентов и аспирантов «Техника и технология пищевых производств» (26–27 апреля 2012 г., 24–25 апреля 2014 г., г. Могилев); научных конференциях с международным участием «Хранительна наука, техника и технологии» (19–20 октября 2012 г., 24–25 октября 2014 г., 23–24 октября 2015 г., г. Пловдив); I Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в пищевой и перерабатывающей промышленности» (20–22 ноября 2012 г., г. Краснодар); VI Международной научно-практической конференции «Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания» (7 декабря 2012 г., г. Челябинск); IX и X Международной научно-технической конференции «Техника и технология пищевых производств» (25–26 апреля 2013 г., 23–24 апреля 2015 г., г. Могилев); III Международной научно-практической конференции «Хлебобулоч-

ные, кондитерские и макаронные изделия XXI века» (19–21 сентября 2013 г., Краснодар); Международной научно-практической конференции «Инновационное развитие малых городов России: научный, технологический и образовательный потенциал» (31 октября 2013 г., г. Мелеуз); Международной научно-технической конференции молодых ученых, посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО ОмГАУ им. П.А. Столыпина «Современный взгляд на производство продуктов здорового питания» (3–4 декабря 2013 г., г. Омск); VII и VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів з міжнародною участю «Проблеми формування здорового способу життя у молоді» (4–5 листопада 2014 року, 10–11 листопада 2015 року, м. Одеса); Международной научно-практической конференции «Современные проблемы здорового питания. Инновации и традиции» (11–12 ноября 2014 г., г. Барнаул); V Международной научно-технической конференции, посвященной 85-летию ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» и 65-летию кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производства» (4–5 июня 2015 г., г. Воронеж); Міжнароднай науково-технічній конференції «Стан і перспективи харчової науки та промисловості» (8–9 жовтня 2015 р., м. Тернопіль); Міжнародної науково-практичної конференції «Харчові технології, хлібопродукти і комбікорми» (16–17 сентября 2015 г., г. Одесса).

Результаты исследований апробированы в производственных условиях хлебопекарных предприятий Республики Беларусь.

**Опубликование результатов диссертации.** По теме диссертации было опубликовано 10 статей в научных журналах и сборниках научных трудов, в том числе 8 статей (3,4 авторских листа) в рецензируемых изданиях, 19 статей и тезисов в сборниках материалов научных конференций, получен 1 патент, утверждены 1 технические условия, 1 рекомендации по применению, 2 рецептуры, 4 технологические инструкции, 1 методические указания и 1 инструкция.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики, 6 глав, заключения, библиографического списка, приложений. Объем диссертации составляет 232 страниц, в том числе 37 рисунков на 29 страницах, 27 таблиц на 17 страницах, 22 приложения на 66 страницах. Библиографический список включает 245 источника и 40 авторских публикаций по теме диссертации на 26 страницах.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**В первой главе** представлен аналитический обзор отечественной и зарубежной научной и технической литературы по теме диссертации.

Изучен режим работы современных предприятий по производству хлеба из ржаной муки и смеси ее с пшеничной. Установлены причины массового перехода предприятий хлебопекарной отрасли на дискретный режим, обусловленный в основном снижением объемов потребления хлебных изделий и, как следствие, недельными колебаниями заявок торговых организаций на этот ассортимент до 46 %. Выявлена проблема противоречия между существующим в настоящее время дискретным режимом производства хлеба из ржаной муки и смеси ее с пшеничной и необходимостью реализации непрерывного цикла приготовления жидкой ржаной закваски, как основы при получении готовой продукции со стабильными потребительскими свойствами [1]. Проанализированы традиционные и современные подходы приготовления жидкой ржаной закваски. Они, в большинстве случаев, не реализуемы в дискретном режиме или приводят к нестабильности биотехнологических свойств жидкой ржаной закваски и показателей качества хлеба. Отмечено, что в литературных источниках практически отсутствуют сведения о степени влияния колебания технологических параметров на процесс приготовления жидкой ржаной закваски в современных условиях работы хлебопекарных предприятий.

**Во второй главе** представлен перечень материалов и методов исследований, разработана структурная схема исследований (рисунок 1).

Объектом исследований явились кора дуба, жидкая ржаная закваска без внесения и с внесением коры дуба, тесто, хлеб из ржаной муки и смеси ее с пшеничной, приготавливаемые в дискретном режиме.

Предметом исследований выступили культивируемые микроорганизмы, качественный и количественный состав питательной смеси, технологические параметры процесса приготовления жидкой ржаной закваски в дискретном режиме.

При исследовании сырья, полуфабрикатов и готовой продукции были использованы общепринятые в пищевой промышленности, научных учреждениях республики и за рубежом и специальные методы исследований.

Опыты проводились 3–5 кратном повторении. Экспериментальные данные обрабатывали методами математической статистики с использованием программных приложений Microsoft Office, StatgraphicsPlus 5.0.

**В третьей главе** представлены исследования процесса приготовления жидкой ржаной закваски в производственном цикле в дискретном режиме. Отмечены разные подходы хлебопекарных предприятий при его осуществлении, которые заключались в варьировании в широком диапазоне продолжительности и температуры брожения жидкой ржаной закваски от 120 до 300 мин и от 22 до 36 °С;



количества вносимой в полуфабрикат питательной смеси от 10 до 90 % от массы жидкой ржаной закваски и количества заварки в ней от 5,0 до 35,0 % от массы питательной смеси; продолжительности осахаривания заварки от 0 до 120 мин. Перечисленные факторы изменялись в установленных диапазонах ежедневно, выявленные колебания носили субъективный характер, обусловленный заявками торговых организаций, опытом работы технологической службы и производственного персонала заквасочного отделения, а также другими особенностями, возникающими в работе хлебопекарных предприятий [1, 12, 14, 15].

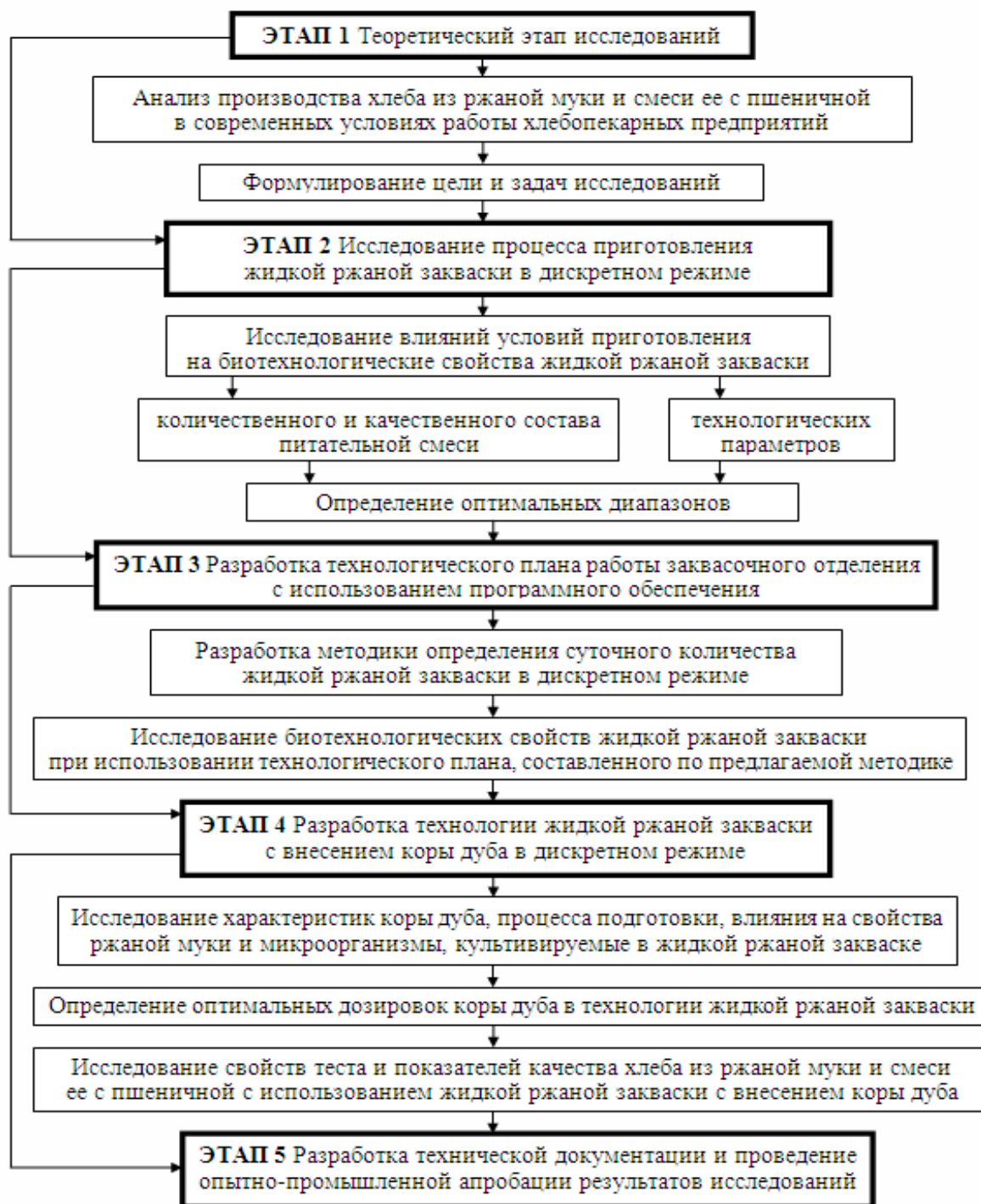
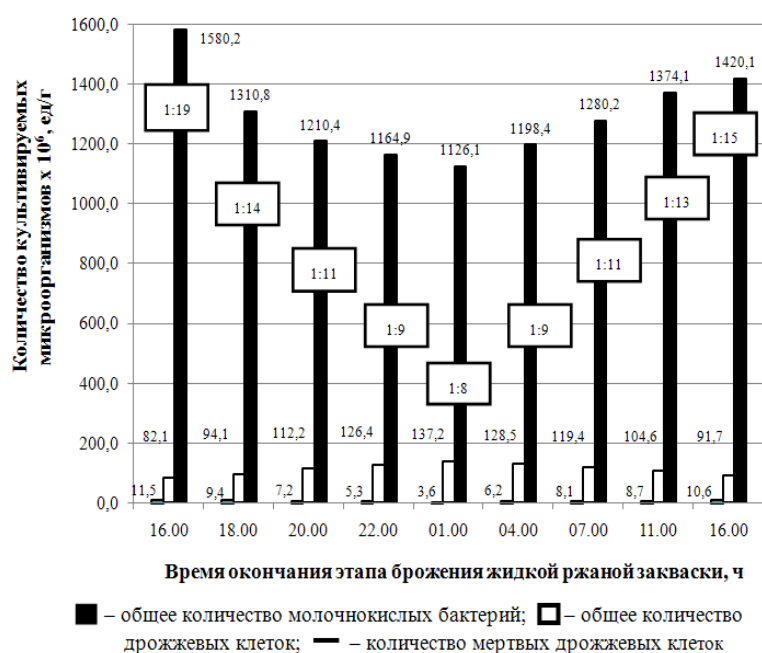


Рисунок 1. – Структурная схема исследований

Были проведены исследования биотехнологических свойств жидкой ржаной закваски, приготавливаемой и направляемой в течение суток на замес теста для производства хлеба в дискретном режиме, а именно количественного (рисунок 2) и качественного состава культивируемых в полуфабрикате микроорганизмов, их активность, основные технологические показатели. Установлено, что колебание параметров приготовления жидкой ржаной закваски на большинстве хлебопекарных предприятий приводило к нестабильности микробиологических показателей, характеризующих свойства исследуемого полуфабриката. Так соотношение между дрожжевыми клетками и



**Рисунок 2. – Количественный состав культивируемых микроорганизмов**

молочнокислыми бактериями составило от 1:8 до 1:19, при рекомендуемом 1:18–1:30. Кроме того, в массе жидкой ржаной закваски отмечено присутствие мертвых дрожжевых клеток более 5,0 %, несвойственных культур *Saccharomyces minor* в количестве до 35,0 % от общего количества дрожжевых клеток. Это привело к изменению суммарной активности в диапазоне от 75 до 115 мин и повлияло на нестабильность показателя кислотности жидкой ржаной закваски (9,4–14,2 град.), ее подъемной силы (20–38 мин), а в дальнейшем на процесс брожения теста [23].

Для установления зависимости биотехнологических свойств жидкой ржаной закваски (общего количества молочнокислых бактерий  $Y_1$ , кислотности  $Y_2$ , общего количества дрожжевых клеток  $Y_3$  и подъемной силы  $Y_4$ ) при комплексном варьировании всей совокупности технологических параметров ее приготовления в производственном цикле в дискретном режиме были проведены исследования с использованием полного факторного эксперимента. Результаты обработаны в системе StatgraphicsPlus 5.0 и получены уравнения регрессии (1–4) [2, 3, 8]:

$$Y_1 = (65,1 - 8,1 \cdot X_3 + 0,203 \cdot X_1 + 47,3 \cdot X_2 - 0,104 \cdot (X_3)^2 + 0,0479 \cdot X_3 \cdot X_1) \cdot 10^6, \quad (1)$$

$$Y_2 = 3,57 - 0,0146 \cdot X_3 + 0,0101 \cdot X_1 + 0,176 \cdot X_2, \quad (2)$$

$$Y_3 = (67,6 - 0,244 \cdot X_3 - 0,0646 \cdot X_1 - 0,00969 \cdot (X_3)^2 + 0,0031 \cdot X_3 \cdot X_1) \cdot 10^6, \quad (3)$$

$$Y_4 = 37,4 + 0,337 \cdot X_3 + 0,0337 \cdot X_1 + 0,0051 \cdot (X_3)^2 - 0,0021 \cdot X_3 \cdot X_1, \quad (4)$$

где  $X_1$  – продолжительность брожения жидкой ржаной закваски, мин;  $X_2$  – температура брожения жидкой ржаной закваски, °С;  $X_3$  – количество питательной смеси, % от массы жидкой ржаной закваски.

Полученные уравнения позволяют прогнозировать биотехнологические свойства жидкой ржаной закваски, управлять этими свойствами и регулировать технологические параметры ее приготовления.

Далее устанавливали максимально возможные отклонения от традиционных технологических параметров приготовления жидкой ржаной закваски, которые могли бы использоваться в дискретном режиме и обеспечивали бы при этом как стабильность биотехнологических свойств жидкой ржаной закваски, так и получение ее в необходимом количестве.

Известно, что непрерывное приготовление жидкой ржаной закваски обеспечивается регулярным внесением питательной смеси, которая является источником сбраживаемых сахаров для культивируемых микроорганизмов, и обуславливает последующее необходимое кислотонакопление и газообразование при брожении. Постоянное количество сбраживаемых сахаров в традиционной технологии обеспечивается путем внесения заварки в питательную смесь в количестве 20 % с продолжительностью ее осахаривания 40–90 мин. С учетом качественных характеристик используемой в технологии жидкой ржаной закваски муки ржаной обдирной отечественного производства, питательная смесь с таким количеством заварки и продолжительности осахаривания содержит в среднем около 4,0 % сбраживаемых сахаров в пересчете на сухие вещества.

Были проведены исследования по установлению возможности варьирования состава питательной смеси по содержанию в ней заварки в дискретном режиме, но при этом обеспечивающего необходимое содержание сбраживаемых сахаров. Готовилась питательная смесь, содержащая заварку с продолжительностью осахаривания в тех диапазонах, которые используются на хлебопекарных предприятиях в дискретном режиме. Было установлено, что требуемое количество сбраживаемых сахаров может быть обеспечено внесением заварки от 5,0 до 35,0 % от массы питательной смеси, но с продолжительностью осахаривания заварки не более 60 мин в зависимости от ее количества (таблица 1).

Как было отмечено ранее, количество питательной смеси обеспечивает необходимое количество жидкой ржаной закваски в производственном цикле и ее биотехнологические свойства. Были проведены исследования возможности варьирова-

Таблица 1. – Рекомендации по содержанию заварки в составе питательной смеси и продолжительности осахаривания заварки

Количество заварки, % от массы питательной смеси	Продолжительность осахаривания заварки, мин
5,0	до 60
10,0	до 30
15,0–30,0	до 15
35,0	без осахаривания

ния этого технологического показателя в дискретном режиме. Оценка проводилась по изменению сбраживаемых сахаров в жидкой ржаной закваске в процессе ее брожения при внесении питательной смеси в количестве от 10 до 90 % с интервалом 10 % (рисунок 3). Установлено, что оптимальным количеством питательной смеси в составе жидкой ржаной закваски является 40–60 % от ее массы, обеспечивающее линейный и полный характер зависимости количества сбраживаемых сахаров от продолжительности брожения жидкой ржаной закваски. Это косвенно подтверждает равномерное развитие дрожжевых клеток и молочнокислых бактерий в симбиозе.

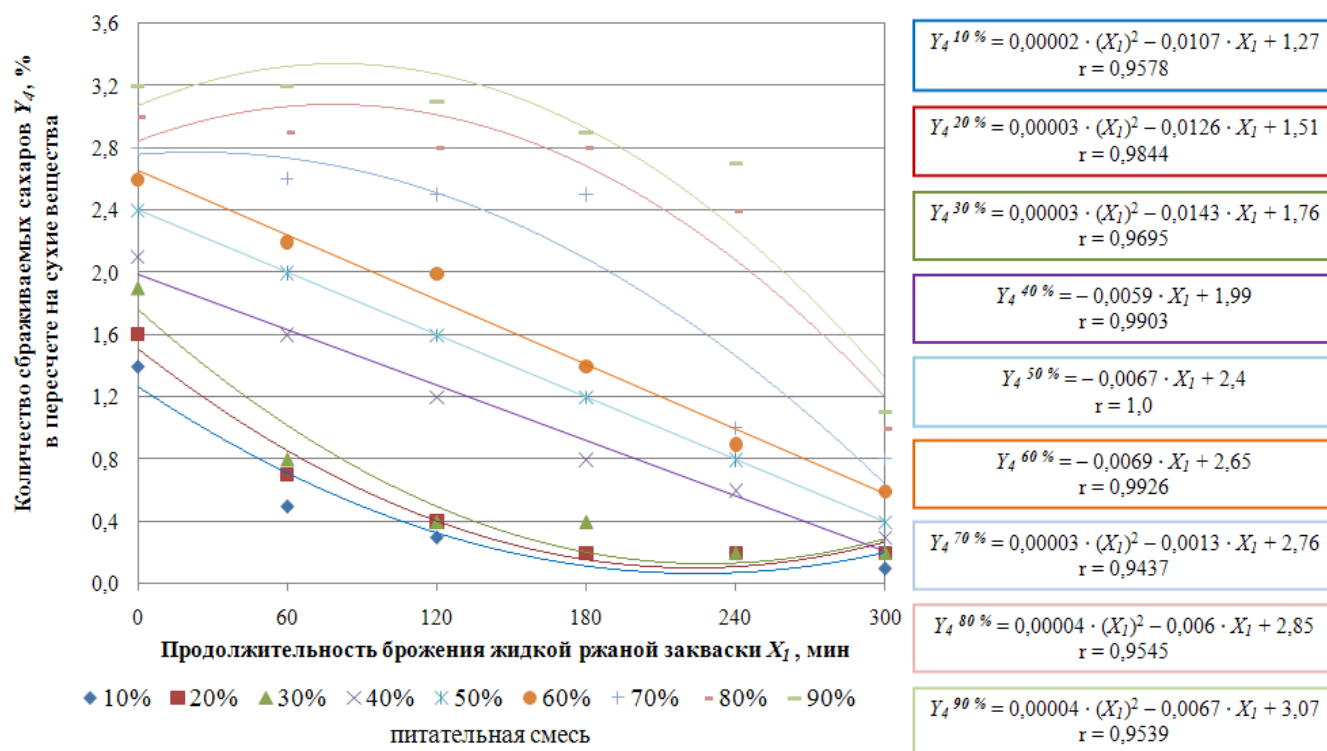


Рисунок 3. – Изменение количества сбраживаемых сахаров в процессе брожения жидкой ржаной закваски

Существенное влияние на биотехнологические свойства жидкой ржаной закваски, в частности на качественный состав микроорганизмов, оказывает температура брожения. Установлено, что оптимальной температурой в дискретном режиме с учетом предложенного количественного и качественного состава питательной смеси следует считать 28–30 °С, которая обеспечивает развитие отдельных видов молочнокислых бактерий в рекомендуемом процентном соотношении (*Lactobacillus plantarum*–30 – 20,0 %, *Lactobacillus casei*–26 – 25,0 %, *Lactobacillus brevis*–1 – 22,0 % и *Lactobacillus fermenti*–34 – 32,0 % от общего количества молочнокислых бактерий) и допустимое содержание мертвых дрожжевых клеток до 5,0 % от общего количества. То есть варьирование температуры при приготовлении жидкой ржаной закваски в дискретном режиме с целью замедления или ускорения производственного цикла ее получения не допустимо [10].

Пробные лабораторные выпечки хлеба из ржаной муки и смеси ее с пшеничной с исследуемыми образцами жидкой ржаной закваски свидетельствовали о том,

что требуемыми показателями обладали изделия, для приготовления которых использовался полуфабрикат с продолжительностью брожения 180–300 мин при температуре 28–30 °С и внесением питательной смеси в количестве 40–60 % с рекомендуемым количеством закваски и продолжительностью ее осахаривания (таблица 1).

Проведенные исследования позволили разработать технологию жидкой ржаной закваски с оптимальными технологическими параметрами в дискретном режиме.

Для обеспечения производственного цикла приготовления жидкой ржаной закваски с учетом установленных диапазонов варьирования технологических параметров в **четвертой главе** была разработана методика определения суточного количества жидкой ржаной закваски для производства хлеба в дискретном режиме с последующим составлением на ее основе технологического плана в автоматизированном режиме с использованием программного обеспечения Excel к Microsoft Office. Блок-схема последовательности расчета отражена на рисунке 4.

Технологический план работы заквасочного отделения представляет собой таблицу, в которой отражается процесс приготовления жидкой ржаной закваски в производственном цикле в течение суток, позволяющий получить полуфабрикат в количестве, обеспечивающем выполнение заявок торговых организаций на группу хлеба из ржаной муки и смеси ее с пшеничной на следующие сутки. В технологическом плане приводятся сведения о времени начала каждой стадии приготовления жидкой ржаной закваски в производственном цикле и режимах приготовления на каждой стадии, о распределении полуфабриката по производственным емкостям, используемым для брожения.

Такой подход позволяет учитывать взаимодействие многочисленных исходных величин и оперативно перестраивать производственный цикл приготовления жидкой ржаной закваски при необходимости, автоматизировать методику расчета и проводить его ежедневно, исключить влияние субъективных факторов и обеспечить получение жидкой ржаной закваски в необходимом количестве со стабильными биотехнологическими свойствами.

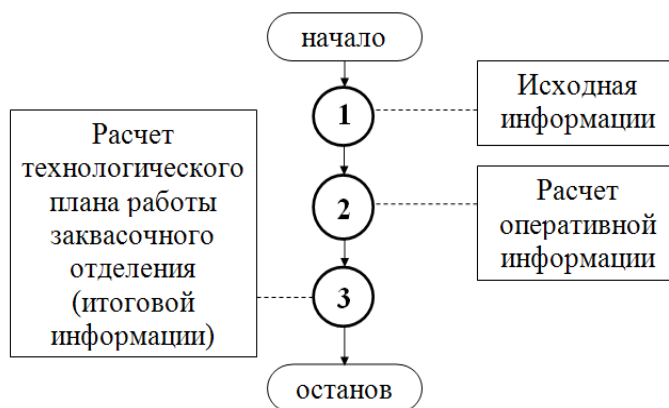
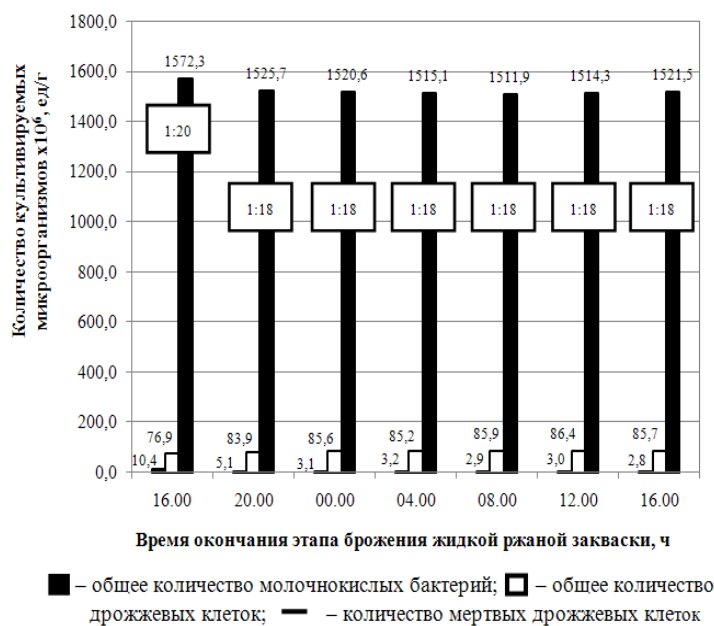


Рисунок 4. – Блок-схема последовательности расчета технологического плана работы заквасочного отделения



Смоделированный в лабораторных условиях процесс приготовления жидкой ржаной закваски в производственном цикле в течение суток с использованием



**Рисунок 5. – Количественный состав культивируемых микроорганизмов в процессе приготовления жидкой ржаной закваски с использованием технологического плана**

технологического плана работы заквасочного отделения позволил: стабилизировать количественный состав культивируемых дрожжевых клеток на уровне  $85,0 \pm 1,5 \times 10^6$  ед/г, молочнокислых бактерий на уровне  $(1520,0 \pm 10) \times 10^6$  ед/г и сохранить соотношение между ними на рекомендуемом уровне (рисунок 5); снизить количество мертвых дрожжевых клеток (не более 5,0 % от общего их количества); исключить наличие несвойственных для полуфабриката культуры *Saccharomyces minor*; стабилизировать суммарную активность культивируемых микроорганизмов на уровне  $86 \pm 2$  мин. Равномерное развитие культивируемых дрожжевых клеток и молочнокислых бактерий позволило сохранить основные технологические показатели жидкой ржаной закваски: кислотность на уровне  $11,8 \pm 0,2$  град., подъемную силу на уровне  $27 \pm 1$  мин.

Установлено, что стабилизация биотехнологических свойств жидкой ржаной закваски в процессе ее приготовления в производственном цикле с использованием технологического плана происходила вне зависимости от первоначально имеющихся нестабильных свойств полуфабриката. Возможность реализации технологического плана в производственных условиях была подтверждена его апробацией на ведущих хлебопекарных предприятиях Республики Беларусь [4, 5, 6, 7, 10, 11, 17, 18, 19, 25].

Дискретный режим производства хлеба из ржаной муки и смеси ее с пшеничной может быть связан не только с технологическим перерывом, но и с изменением его продолжительности. В этом случае было предложено консервирование жидкой ржаной закваски с использованием фитосырья (коры дуба), которое позволит сохранить культивируемые в полуфабрикате микробиологические культуры в жизнеспособном состоянии длительный период времени. **В пятой главе** был исследован химический состав и физико-химические характеристики коры дуба наиболее крупных производителей этого фитосырья в Республике Беларусь (таблица 2).

Предложено использовать кору дуба в технологии жидкой ржаной закваски на стадии приготовления заварки в нативном виде с предварительным измельчением до размера частиц не более 240–260 мкм, что обеспечивает максимальную экстрак-

тивность веществ коры дуба в полуфабрикате (рисунок 6). На основании среднего

Таблица 2. – Характеристика коры дуба

Наименование показателя	Значение
<b>Химический состав</b>	
Массовая доля белка, %	4,7±0,2
Массовая доля сахаров, %	2,5±0,5
Массовая доля клетчатки, %	19,4±0,5
Массовая доля пектиновых веществ, %	
в том числе	6,8±0,5
– водорастворимых	4,3±0,1
– водонерастворимых	2,5±0,1
Массовая доля золы, % в пересчете на сухие вещества	6,6±0,5
Массовая доля дубильных веществ в пересчете на танин, % в пересчете на сухие вещества	17,4±0,5
Массовая доля каротиноидов, мг/100 г	1,25
Массовая доля витамина С, мг/100 г	9,6±0,5
<b>Физико-химические характеристики</b>	
Влажность, %	10,0±0,5
Массовая доля экстрактивных веществ (экстрагент – вода), % в пересчете на сухие вещества	24,6±0,5
Активная кислотность, ед.	4,8±0,2
Антиоксидантная активность, мг/г в пересчете на кверцетин	7,2±0,1
Насыпная масса, кг/м <sup>3</sup>	270±20

суточного потребления хлеба из ржаной муки и смеси ее с пшеничной в настоящее время и адекватного уровня суточного потребления дубильных веществ установлен диапазон коры дуба, используемый в исследованиях (0–2,0 % с интервалом 0,4 % от массы муки, используемой на стадии приготовления заварки).

Предложена возможность предварительного внесения коры дуба в муку ржаную обдирную, используемую для приготовления заварки, в том числе и в условиях мукомольных предприятий. Это позволяет несколько снизить автолитическую активность муки, развитие контаминантных микроорганизмов в муке и, следовательно, в жидкой ржаной закваске, полностью исключить наличие вредителей

хлебных запасов.

Внесение коры дуба на стадии приготовления заварки позволило исключить процесс осахаривания.

Изучено влияние коры дуба на микроорганизмы, культивируемые в жидкой ржаной закваске. Установлено, что активность дрожжевых клеток в присутствии коры дуба обеспечило уменьшение (привело к улучшению) подъемной силы на каждом контролируемом этапе брожения по сравнению с образцом без внесения коры дуба, в том числе и после традиционных 300 мин брожения (рисунок 7).

Внесение коры дуба в количестве

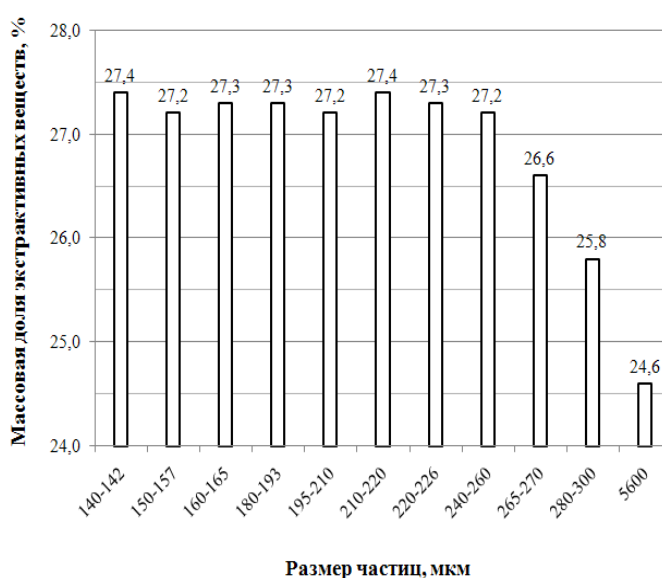
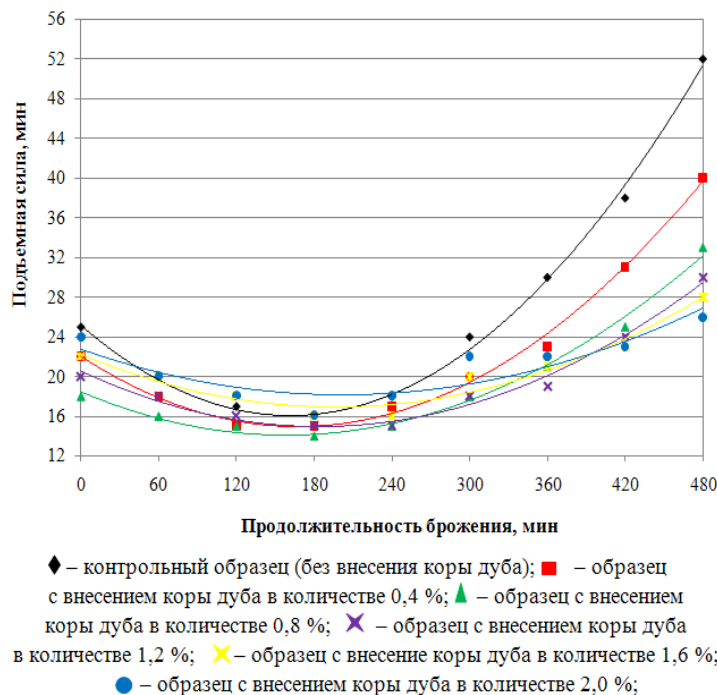


Рисунок 6. – Изменение массовой доли экстрактивных веществ в зависимости от размера частиц коры дуба

до 1,2 % уменьшило (улучшило) активность молочнокислых бактерий относительно



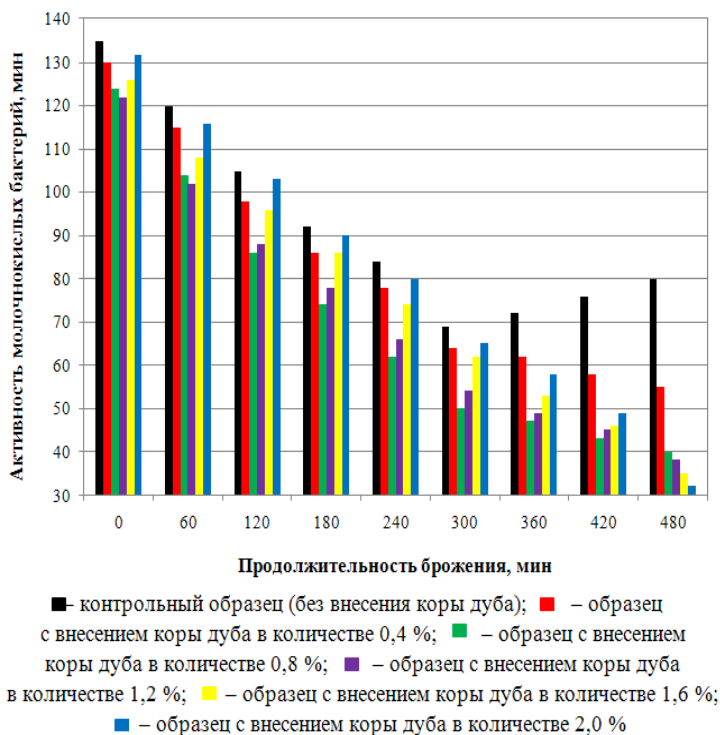
**Рисунок 7. – Влияние коры дуба на подъемную силу дрожжевых клеток**

продолжительности ее брожения более 300 мин, что рационально при приготовлении этого полуфабриката в дискретном режиме [8, 9, 13, 16, 24, 27].

**Шестая глава** посвящена разработке технологии жидкой ржаной закваски с внесением коры дуба для производства хлеба в дискретном режиме. Так как дрожжевые клетки и молочнокислые бактерии сохраняли активность и жизнеспособность в присутствии коры дуба и при увеличении продолжительности их культивирования более 300 мин, то были проведены исследования биотехнологических свойств жидкой ржаной закваски с внесением коры дуба с увеличенной продолжительностью ее брожения в производственном цикле до 24 ч (рисунок 9). В течение исследуемого этапа брожения питательная смесь дополнительно не вносилась.

Установлено, что количество молочнокислых бактерий увеличивалось при увеличении продолжительности брожения. Максимальное их

образца без внесения коры дуба в начале и на протяжении всего исследуемого периода брожения в среднем на 10–70 % в зависимости от продолжительности брожения. При внесении коры дуба в количестве 1,6 и 2,0 % активность молочнокислых бактерий в начале брожения была на уровне образца без внесения коры дуба или несколько ниже, а в конце исследуемого периода брожения всегда находилась на уровне остальных опытных образцов (рисунок 8). Таким образом, кора дуба может сохранять жизнеспособность микроорганизмов, культивируемых в жидкой ржаной закваске, в том числе и при увеличении про-



**Рисунок 8. – Влияние коры дуба на активность молочнокислых бактерий**



количество для жидкой ржаной закваски без внесения коры дуба было достигнуто через 10 ч брожения полуфабриката. Затем количество молочнокислых бактерий уменьшалось, что объясняется истощением источников питания и отмиранием части микроорганизмов. Динамика изменения количества молочнокислых бактерий зависела от внесения количества коры дуба. Так внесение коры дуба в количестве 0,4 и 0,8 % от массы муки в заварке привело к тому, что максимальное количество этих микроорганизмов было достигнуто через 12 и 14 ч соответственно, то есть произошло естественное увеличение продолжительности брожения полуфабриката. Внесение коры дуба в жидкую ржаную закваску в количестве 1,2, 1,6 и 2,0 % от массы муки в заварке привело к некоторому снижению темпа роста количества молочнокислых бактерий по сравнению с образцом жидкой ржаной закваски без внесения коры дуба и с ее внесением в количестве 0,4 и 0,8 %. Это объясняется более длительным периодом адаптации микроорганизмов к новым условиям культивирования. При этом стало возможным увеличение продолжительности брожения жидкой ржаной закваски: до 16 ч для полуфабриката с внесением коры дуба в количестве 1,2 %; до 18 ч для полуфабриката с внесением коры дуба в количестве 1,6 % и до 20 ч для полуфабриката с внесением коры дуба в количестве 2,0 % (рисунок 9а).

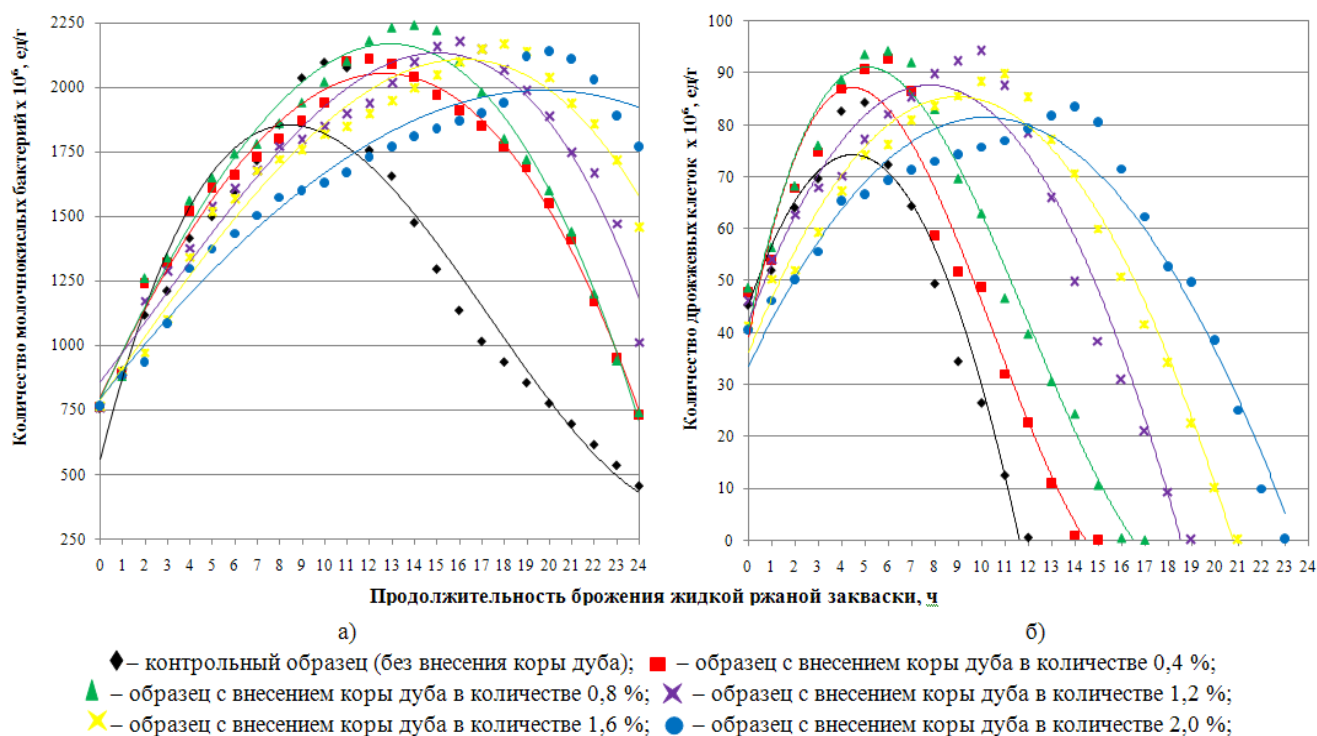


Рисунок 9. – Изменение микробиологических показателей жидкой ржаной закваски в процессе ее брожения в течение 24 ч: а) количества молочнокислых бактерий; б) количества дрожжевых клеток

Изменения аналогичного характера претерпевало количество дрожжевых клеток. Достижение максимального количества этих микроорганизмов происходило за менее продолжительный период времени, что обусловлено собственным жизненным циклом дрожжевых клеток, отличающимся от цикла молочнокислых бактерий.

В процессе брожения жидкой ржаной закваски без внесения коры дуба количество дрожжевых клеток постоянно увеличивалось в течение первых 5 ч брожения, затем количество микроорганизмов уменьшалось и после 12 ч брожения жидкой ржаной закваски их наличие не фиксировалось. Максимальное количество дрожжевых клеток в жидкой ржаной закваске с внесением коры дуба в количестве 0,4 и 0,8 % от массы муки в заварке было зафиксировано через 6 ч брожения полуфабриката. Период увеличения количества дрожжевых клеток в других образцах жидкой ржаной закваски с внесением коры дуба составил: до 10 ч для полуфабриката с внесением коры дуба в количестве 1,2 %; до 11 ч для полуфабриката с внесением коры дуба в количестве 1,6 %; до 14 ч для полуфабриката с внесением коры дуба в количестве 2,0 % (рисунок 9б).

Следует отметить, что кора дуба способствовала сохранению рекомендуемого соотношения между дрожжевыми клетками и молочнокислыми бактериями на протяжении всего исследуемого периода брожения жидкой ржаной закваски. О сохранении активности микроорганизмов можно судить по показателям кислотности и подъемной силы. При внесении максимального количества коры дуба, то есть 2,0 %, крайние рекомендуемые показатели кислотности 12,0 град. и подъемной силы 30 мин были отмечены через 16 ч брожения жидкой ржаной закваски.

Были разработаны рекомендации по использованию коры дуба в технологии жидкой ржаной закваски в дискретном режиме, отражающие

взаимосвязь между количеством внесенной коры дуба на стадии приготовления заварки и продолжительностью сохранения рекомендуемых биотехнологических свойств жидкой ржаной закваски при ее брожении (таблица 3) [21].

На основании этих рекомендаций была разработана методика определения суточного количества жидкой ржаной закваски с внесением коры дуба на этапе производственного цикла, предшествующей технологическому перерыву. С помощью программного приложения Microsoft Excel был составлен технологический план работы заквасочного отделения по приготовлению жидкой ржаной закваски в таких условиях. Продолжительность технологического перерыва в работе предприятия составила 12 ч (рисунок 10). Реализация этого плана позволила получить жидкую ржаную закваску, биотехнологические свойства которой соответствовали рекомендациям технологических инструкций (кислотность – 11,8 град., подъемная сила –

Таблица 3. – Рекомендации по использованию коры дуба в технологии жидкой ржаной закваски

Количество коры дуба, % от массы муки в заварке	Продолжительность сохранения биотехнологических свойств жидкой ржаной закваски в процессе ее брожения, ч
0	3–5
0,4	3–7
0,8	2–9
1,2	4–12
1,6	5–14
2,0	6–16

28 мин, соотношение между дрожжевыми клетками и молочнокислыми бактериями (1:25) [20, 22].

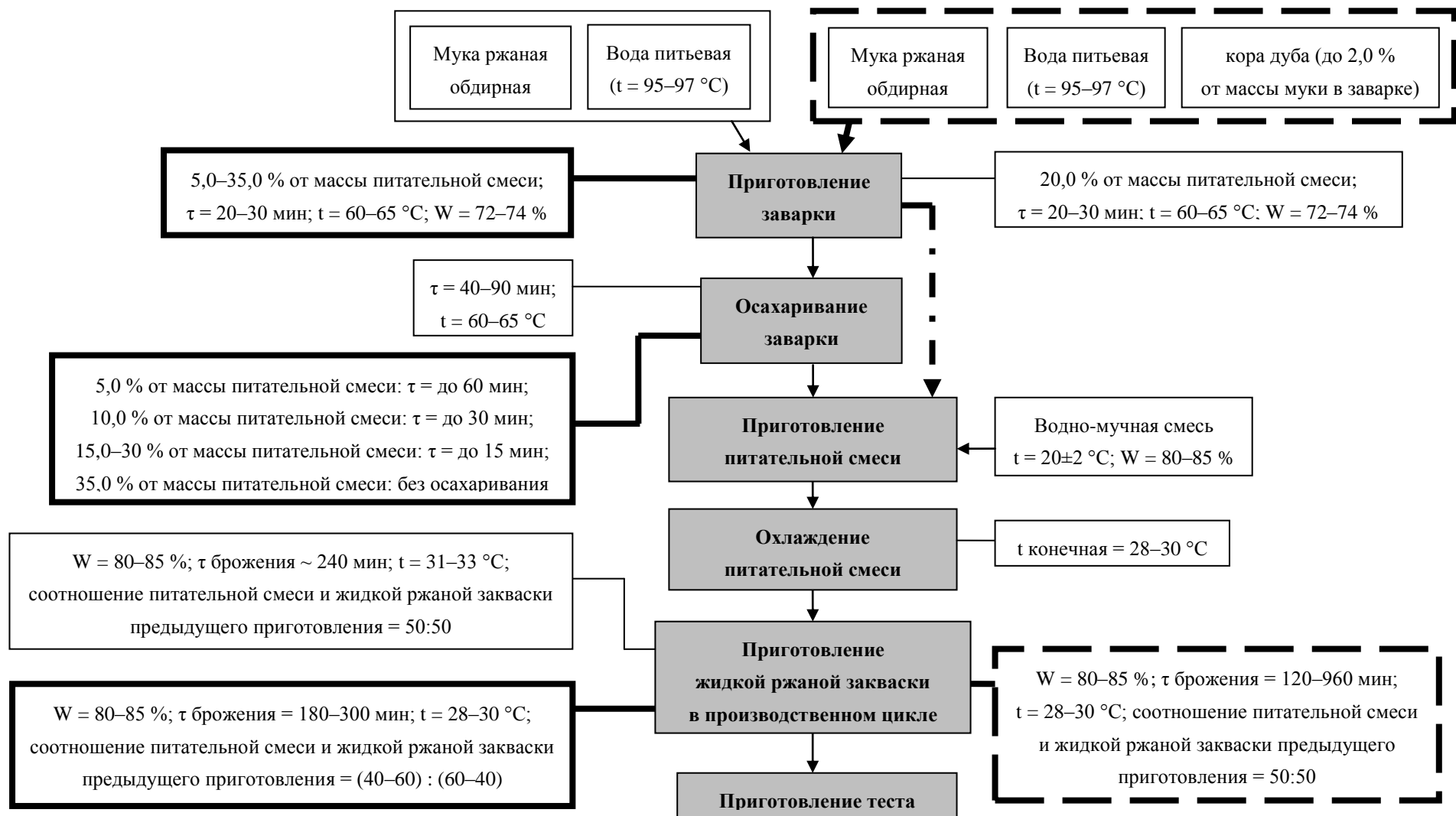
Лист предназначен для отображения плана работы заквасочного отделения (итоговой информации)						
ПЛАН РАБОТЫ ЗАКВАСОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ						
Продолжительность работы хлебопекарных печей в течение суток $T$ , ч					12	
Продолжительность брожения жидкой закваски с завариванием части муки $X_1$					180	
Дата составления плана	Время начала каждой стадии приготовления жидкой закваски с завариванием части муки	$G_{ЖЗЗ.проб.}, л$ $X_2, л$		$G_{ЖЗЗ.сум.}$ (во всех емкостях после приготовления и брожения), л	$G_{ЖЗЗ.т.}$ (в расходную емкость), л	Соотношение компонентов, % $G_{ЖЗЗ.проб.}$ $X_3$
		Емкость 1	Емкость 2			
1	2	3	4	5	6	7
15.06.2014	13.00	300	300	600		
	16.00	150	150	600	300	50
	19.00	150	150	620	300	48
	22.00	160	160	700	300	46
16.06.2014	01.00	200	200	800	300	50
	04.00	400	400	800		
	07.00	400	400	800		
	10.00	400	400	800		
	13.00	400	400	800		
	16.00	400	400			

Рисунок 10. – Технологический план работы заквасочного отделения при приготовлении жидкой ржаной закваски с внесение коры дуба на этапе (01.00 ч) перед технологическим перерывом

Исследования скорости газообразования теста, приготовленного с использованием жидкой ржаной закваски с внесением коры дуба, позволили установить оптимальную продолжительность его брожения, которая в среднем составила в 1,5–2 раза меньше, чем для образца теста с использованием жидкой ржаной закваски без внесения коры дуба. Это было подтверждено исследованиями изменения подъемной силы теста и его кислотности.

Производственные выпечки хлеба показали, что полученный продукт полностью соответствовал требованиям действующих технических нормативных правовых актов, имел себестоимость ниже аналогичного ассортимента, произведенного с использованием жидкой ржаной закваски без внесения коры дуба, и более высокий показатель антиоксидантной активности [26, 28, 29].

Таким образом, разработанная технология приготовления жидкой ржаной закваски в производственном цикле с оптимальными технологическими параметрами без внесения коры дуба и с ее внесением для производства хлеба в дискретном режиме, основные отличительные стадии которой представлены на рисунке 11, позволила стабилизировать биотехнологические свойства полуфабриката по сравнению с традиционной технологией, интенсифицировать процесс брожения теста и получить хлеб с регламентируемыми потребительскими свойствами.



□ – традиционная технология; □ – технология жидкой ржаной закваски с оптимальными технологическими параметрами без внесения коры дуба в дискретном режиме; □ – технология жидкой ржаной закваски с внесением коры дуба в дискретном режиме

Рисунок 11. – Технологическая схема приготовления жидкой ржаной закваски в производственном цикле

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертационная работа прошла проверку на оригинальность в Национальной библиотеке Беларуси. Для проверки использовалась система анализа текстов ЗАО «Анти-Плагиат». Проверка проводилась по модулям поиска (диссертации Российской государственной библиотеки, электронная библиотека Elibrary, интернет (антиплагиат), цитаты). Анализ отчета о проверке показал, что 90,34 % – это оригинальные блоки, 9,6 % – это заимствованные блоки преимущественно в аналитическом обзоре литературы, на которые имеются ссылки на первоисточник. Итоговая оценка оригинальности составила 90,4 %.

### Основные научные результаты диссертации

1. Получены уравнения регрессии, описывающие изменение основных биотехнологических свойств жидкой ржаной закваски в производственном цикле и позволяющие прогнозировать эти свойства при производстве хлеба из ржаной муки и смеси ее с пшеничной в дискретном режиме [2, 3, 8].

2. На основании проведенных комплексных исследований процесса приготовления жидкой ржаной закваски для производства хлеба из ржаной муки и смеси ее с пшеничной в дискретном режиме определены диапазоны варьирования наиболее существенных факторов, обуславливающих получение полуфабриката с рекомендуемыми биотехнологическими свойствами и в требуемом количестве: состав питательной смеси (количество заварки от 5,0 до 35,0 % от массы питательной смеси и продолжительность осахаривания заварки до 60 мин в зависимости от количества заварки); количество питательной смеси, используемой в производственном цикле, 40–60 % от массы жидкой ржаной закваски; продолжительность и температура брожения жидкой ржаной закваски 180–300 мин и 28–30 °С [1, 10, 12, 14, 15].

3. Получены новые данные по химическому составу и физико-химическим характеристикам коры дуба, заготавливаемой в качестве фитосырья предприятиями Республики Беларусь; разработаны требования к коре дуба как нетрадиционному сырью, используемому в технологии жидкой ржаной закваски (массовая доля влаги – не более 13,0 %, золы – не более 7,1 %; дубильных веществ – не менее 17,0 % по танину в пересчете на сухие вещества; экстрактивных веществ (экстрагент – вода) – не менее 27,0 % в пересчете на сухие вещества; измельченность (остаток на сите из шелковой ткани №27 или полиамидной ткани №27 ПА-120 по ГОСТ 4403) – не более 2,0 %; металломагнитная примесь (размер отдельных частиц в наибольшем линейном измерении не более 0,3 мм и/или массой не более 0,4 мг) – не более 3,0 мг/кг; зараженность амбарными вредителями – не допускается [9, 13, 16, 24, 27].

4. Определены дозировки коры дуба и способ ее внесения при использовании в технологии жидкой ржаной закваски для производства хлеба из ржаной муки и смеси ее с пшеничной в дискретном режиме (0–2,0 % с шагом 0,4 % от массы муки

в заварке), позволяющие исключить процесс осахаривания заварки, консервировать жидкую ржаную закваску с сохранением ее биотехнологических свойств при увеличении продолжительности брожения вплоть до 16 ч в зависимости от дозировки коры дуба [8, 9, 10, 21].

5. Разработана технология жидкой ржаной закваски с оптимальными технологическими параметрами без внесения коры дуба, стабилизирующая ее биотехнологические свойства, и с внесением коры дуба для производства хлеба из ржаной муки и смеси ее с пшеничной в дискретном режиме, позволяющая сократить продолжительность брожения теста в среднем в 1,5–2 раза и получить готовую продукцию с необходимыми потребительскими свойствами при снижении себестоимости на 1 т в среднем на 11,24 п.п. [4, 5, 8, 10, 11, 17, 18, 19, 20, 22, 25, 26, 28, 29].

### **Рекомендации по практическому использованию результатов**

На основании результатов научных исследований, представленных в диссертации, получены новые данные о влиянии продолжительности и температуры брожения, количественного и качественного состава питательной смеси, в том числе и с использованием коры дуба, на биотехнологические свойства жидкой ржаной закваски в производственном цикле в дискретном режиме.

На основе разработанной технологии жидкой ржаной закваски с оптимальными технологическими параметрами предложена методика определения суточного ее количества в дискретном режиме. Методика реализуется в виде технологического плана, для составления которого разработано методическое обеспечение, как для действующих специалистов, так и для будущих инженеров-технологов с целью усовершенствования их подготовки [39, 40]. Проведена апробация технологического плана работы заквасочного отделения по приготовлению жидкой ржаной закваски в производственном цикле на ведущих предприятиях отрасли, результаты которой высоко оценены специалистами.

Разработаны и утверждены технические условия [31], регламентирующие основные показатели коры дуба как нетрадиционного сырья в технологии жидкой ржаной закваски, технологическая инструкция по получению [33] и рекомендации по применению коры дуба для производства хлеба из ржаной муки и смеси ее с пшеничной в дискретном режиме [32].

Разработана технология жидкой ржаной закваски с внесением коры дуба в производственном цикле в дискретном режиме, которая позволяет пролонгировать продолжительность брожения полуфабриката до 16 ч, интенсифицировать процесс брожения теста и получить готовую продукцию со стабильными потребительскими свойствами.

Разработана и утверждена технологическая инструкция по приготовлению жидкой ржаной закваски с внесением коры дуба [38], рецептуры и технологические

инструкции по приготовлению хлеба из ржаной муки и смеси ее с пшеничной на основе жидкой ржаной закваски с внесением коры дуба [34, 35, 36, 37].

Получен патент [30] на новый способ приготовления жидкой ржаной закваски в производственном цикле.

Получение жидкой ржаной закваски с внесением коры дуба апробировано в производственных условиях. Кроме того, использование предложенной технологии позволяет снизить себестоимость хлеба из ржаной муки и смеси ее с пшеничной и расширить существующий ассортимент изделиями с повышенной антиоксидантной активностью.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### Статьи в научных журналах, сборниках трудов

1. Назаренко, Е.А. Производство ржано-пшеничного хлеба в условиях дискретного режима работы предприятий [Текст] / Е.А. Назаренко, Т.А. Гуринова, Т.Д. Самуйленко, Н.М. Дерканосова // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. – 2012. – №1 (12). – С. 14–21.

2. Гуринова, Т.А. Совершенствование способа приготовления жидких заквасок на хлебопекарных предприятиях [Текст] / Т.А. Гуринова, Т.Д. Самуйленко, Е.А. Назаренко, Е.В. Ступицкая, Н.М. Дерканосова // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. – 2012. – №2 (13). – С. 21–26.

3. Гуринова, Т.А. Исследование микробиологических показателей качества жидких кислотообразующих полуфабрикатов, используемых в технологии ржано-пшеничного хлеба [Текст] / Т.А. Гуринова, Т.Д. Самуйленко, Е.А. Назаренко // Механика и моделирование процессов технологии. – Тараз (Казахстан), 2012. – №2. – С. 60–67.

4. Гуринова, Т.А. Исследование технологического процесса приготовления жидких заквасок в современных условиях работы хлебопекарных предприятий [Текст] / Т.А. Гуринова, Е.А. Назаренко, Т.Д. Самуйленко, А.В. Диваков // Хлебопек. – 2013. – №2. – С. 34–36.

5. Гуринова, Т.А. Сохранение микрофлоры жидких ржаных заквасок в условиях дискретного режима работы хлебозаводов [Текст] / Т.А. Гуринова, Т.Д. Самуйленко, Е.А. Назаренко // Обладнання та технології харчових виробництв: збірник наукових праць. – 2013. – №1 (31). – С. 141–148.

6. Гуринова, Т.А. Производство заварных сортов хлеба в условиях дискретного режима работы хлебопекарных предприятий Республики Беларусь [Текст] / Т.А. Гуринова, Т.Д. Самуйленко, А.В. Диваков, Н.М. Дерканосова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2013. – №3 (38). – С. 109–115.

7. Гуринова, Т.А. Исследование технологического процесса приготовления сброженных заварок в постоянно изменяющихся условиях работы хлебопекарных предприятий [Текст] / Т.А. Гуринова, Т.Д. Самуйленко, Е.А. Назаренко // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. – 2013. – №2 (15). – С. 9–13.

8. Гуринова, Т.А. Совершенствование технологии жидких заквасок путем культивирования их бродильной микрофлоры на оптимизированных питательных субстратах [Текст] / Т.А. Гуринова, Т.Д. Самуйленко // Механика и технологии. – Тараз (Казахстан), 2013. – №4. – С. 49–58.

9. Гуринова, Т.А. Влияние коры дуба на дрожжевые клетки, культивируемые в жидкой закваске [Текст] / Т.А. Гуринова, Т.Д. Самуйленко, Е.А. Назаренко // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. – 2014. – №2 (17). – С. 20–25.

10. Гуринова, Т.А. Оптимизация технологического процесса приготовления жидких заквасок в дискретных условиях работы хлебопекарных предприятий / Т.А. Гуринова, Е.А. Назаренко, Т.Д. Самуйленко // Хранение и переработка зерна – Киев, 2015. – С. 52–55.

#### Статьи в сборниках материалов конференций, тезисы докладов

11. Гуринова, Т.А. Разработка способа ведения жидких кислотообразующих полуфабрикатов в условиях нестабильной работы хлебопекарных предприятий [Текст] / Т.А. Гуринова, Т.Д. Самуйленко, Е.В. Ступицкая, Е.Г. Старикович // Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов VIII Международной научной конференции студентов и аспирантов, Могилев, 26–27 апреля 2012 г. / Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев, 2012. – Ч.1. – С. 133.

12. Назаренко, Е. Готвене технология на опаковани кислотосодержащи в дискретни режимът на работа на хлебни предприятия [Текст] / Е. Назаренко, Т. Гуринова, Т. Самуйленко, Н. Дерканосова // «Хранителна наука, техника и технологии 2012»: научни трудове научна конференция с международно участие (19–20 октомври 2012 г.): том LIX – Пловдив (Болгария): Университет по Хранителни Технологии, 2012. – С. 298–303.

13. Гуринова, Т.А. Исследование химического состава коры дуба как нетрадиционного сырья в технологии приготовления жидких заквасок [Текст] / Т.А. Гуринова, Т.Д. Самуйленко // Инновационные технологии в пищевой и перерабатывающей промышленности: Сборник материалов I Международной научно-практической конференции, 20–22 ноября 2012 г. – Краснодар: Изд. КубГТУ, 2012. – С. 231–234.

14. Самуйленко, Т.Д. Исследование показателей качества жидких заквасок в условиях изменяющихся объемов производства ржано-пшеничных изделий [Текст] /



Т.Д. Самуйленко, Т.А. Гуринова // Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания: материалы VI Международной научно-практической конференции, г. Челябинск, 7 декабря 2012 г.: в 2 т. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – Т. I. – С. 111–115.

15. Гуринова, Т.А. Работа заквасочного отделения хлебопекарного предприятия в современных условиях [Текст] / Т.А. Гуринова, Е.А. Назаренко, Т.Д. Самуйленко, Е.В. Ступицкая // Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов IX Международной научно-технической конференции, Могилев, 25–26 апреля 2013 г. / Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев, 2013. – 294 с. – С. 115.

16. Гуринова, Т.А. Исследование возможности использования нетрадиционного растительного сырья в технологии жидких заквасок [Текст] / Т.А. Гуринова, Т.Д. Самуйленко // Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI века: Материалы III Международной научно-практической конференции, 19–21 сентября 2013 г. – Краснодар: Изд. ФГБОУ ВПО «КубГТУ», 2013. – 288 с. – С. 138–141.

17. Гуринова, Т.А. Инновационный подход в технологии жидких кислотообразующих полуфабрикатов [Текст] / Т.А. Гуринова, Т.Д. Самуйленко // Инновационное развитие малых городов России: научный, технологический и образовательный потенциал: Материалы Международной научно-практической конференции (31 октября 2013 г.). – Мелеуз, 2013. – С. 105–107.

18. Гуринова, Т.А. Оптимизация работы заквасочных отделений хлебопекарных предприятий Республики Беларусь [Текст] / Т.А. Гуринова, Т.Д. Самуйленко, Е.А. Назаренко, Е.В. Ступицкая // Современный взгляд на производство продуктов здорового питания: материалы Международной научно-технической конференции молодых ученых, посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО ОмГАУ им. П.А. Столыпина, г. Омск, 3–4 декабря 2013 г. / редкол.: С.Л. Петуховский [и др.]. – Омск, 2013. – С. 93–96.

19. Самуйленко, Т.Д. Совершенствование технологии жидкой закваски в постоянно изменяющихся условиях работы хлебопекарных предприятий Республики Беларусь [Текст] / Т.Д. Самуйленко, Т.А. Гуринова // Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов IX Международной научной конференции студентов и аспирантов, 24–25 апреля 2014 г., Могилев / Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев, 2014. – 262 с. – Ч. 1. – С. 8–12.

20. Самуйленко, Т.Д. Использование коры дуба в технологии жидких заквасок [Текст] / Т.Д. Самуйленко, Т.А. Гуринова // Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов IX Международной научной конференции студентов и аспирантов, 24–25 апреля 2014 г., Могилев / Учреждение образования «Могилев-

ский государственный университет продовольствия»; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев, 2014. – 262 с. – Ч. 1. – С. 117.

21. Гуринова, Т. Модификация питательной смеси жидкой закваски с завариванием части муки, используемой в постоянно изменяющихся условиях работы хлебопекарных предприятий [Текст] / Т. Гуринова, Т. Самуйленко // «Хранительна наука, техника и технологии 2014»: научни трудове научна конференция с международно участие (24–25 октомври 2014 г.): том LXI – Пловдив (Болгария): Университет по Хранителни Технологии, 2014. – С. 97–103.

22. Самуйленко, Т.Д. Разработка биологически активных жидких заквасок [Текст] / Т.Д. Самуйленко, А.В. Шаплова // Проблемы формування здорового способу життя у молоді: збірник матеріалів VII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів з міжнародною участю (4–5 листопада 2014 року). – Одеса, 2014. – С. 111–112.

23. Гуринова, Т.А. Исследование биотехнологических свойств жидкой закваски при ее возобновлении в дискретном режиме работы хлебопекарных предприятий [Текст] / Т.А. Гуринова, Т.Д. Самуйленко // Современные проблемы здорового питания. Инновации и традиции: сборник статей и докладов международной научно-практической конференции (11–12 ноября 2014 г.) / под ред. Л.А. Козубаевой [и др.]. – Барнаул: Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, 2014. – С. 214–220.

24. Гуринова, Т.А. Кора дуба как стимулятор роста дрожжевых клеток [Текст] / Т.А. Гуринова, Т.Д. Самуйленко, О.В. Король, А.В. Жданова // Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов X Международной научно-технической конференции «Техника и технология пищевых производств», 23–24 апреля 2015 г., Могилев / Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев, 2015. – 449 с. – С. 88.

25. Самуйленко, Т.Д. Исследование биотехнологических свойств жидкой закваски при использовании способа оптимизации ее приготовления [Текст] / Т.Д. Самуйленко, Т.А. Гуринова // Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений: Материалы V Международной научно-технической конференции, посвященной 85-летию ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» и 65-летию кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производства» (4–5 июня 2015 г.) / редкол.: д.т.н., профессор Г.О. Магомедов [и др.]. – Воронеж: ВГУИТ, 2015. – 608 с. – С. 80–83.

26. Самуйленко, Т.Д. Влияние жидкой закваски с внесением коры дуба на кислотонакопление в тесте / Т.Д. Самуйленко, Т.А. Гуринова, А.В. Жданова // Стан і перспективи харчової науки та промисловості: тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції (8–9 жовтня 2015 р.) / редкол.: д.т.н., професор, ректор ТНТУ

імені І.Пулюя П. Ясній [и др.]. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2015. – 233 с. – С. 95.

27. Самуйленко, Т.Д. Влияние коры дуба на активность микроорганизмов, культивируемых в жидкой закваске / Т.Д. Самуйленко, А.В. Жданова, А.А. Пашенко // Харчові технології, хлібопродукти і комбікорми: збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції (16–17.09.2015). – Одеса: ОНАХТ, 2015. – 157 с. – С. 90–91.

28. Гуринова, Т. Изследване на ефекта на нов вид кислотообразующего полуфабриката на процесс на ферментация на тестото и потребителските свойства на хляб / Т. Гуринова, Т. Самуйленко // «Хранителна наука, техника и технологии 2015»: научни трудове научна конференция с международно участие (23–24 октомври 2015 г.): том LXII – Пловдив (Болгария): Университет по Хранителни Технологии, 2015. – С. 68–73.

29. Самуйленко, Т.Д. Исследование влияния жидкой закваски с внесением коры дуба на процесс газообразования в тесте / Т.Д. Самуйленко, А.В. Шаплова, Т.А. Гуринова // Проблеми формування здорового способу життя у молоді: збірник матеріалів VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених та студентів з міжнародною участю (10–11 листопада 2015 року). – Одеса, 2015. – С. 224–225.

#### Патент

30. Способ приготовления жидкой закваски с завариванием части муки и способ приготовления хлеба из ржаной муки и/или смеси ржаной и пшеничной муки с использованием жидкой закваски: пат. 19954 Респ. Беларусь, МПК 7 А 21 D 8/02, МПК 7 А 21 D 2/36 / Т.А. Гуринова, Т.Д. Самуйленко; заявитель Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»; № а 20130341, заявл. 18.03.2013; опубл. 30.04.2016 // Афіцыйны бюлетэнь. Вынаходствы. Карысныя мадэлі. Прамысловыя ўзоры. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2016. – №2. – С. 56.

#### Технические нормативные правовые акты

31. Технические условия «Порошки из растительного сырья для производства хлебобулочных изделий»: ТУ ВУ 700036606.109–2014 / Т.А. Гуринова, Т.Д. Самуйленко. Введ. 18.07.2014. – г. Могилев: Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия», 2014. – 14 с.

#### Технологическая документация

32. Рекомендации по применению порошков из растительного сырья для производства хлебобулочных изделий / Т.А. Гуринова, Т.Д. Самуйленко. – Введ.

19.05.2014. – Могилев: Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия», 2014. – 4 с;

33. Технологическая инструкция по производству порошков из растительного сырья для производства хлебобулочных изделий: ТИ ВУ 700036606.123–2014 / Т.А. Гуринова, Т.Д. Самуйленко. – Введ. 10.09.2014. – Могилёв, Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия», 2014. – 5 с.

34. Пищевые концентраты. Полуфабрикаты мучных изделий «Заварка «Бодрость–1», «Заварка «Бодрость–2», «Заварка «Бодрость–3», «Заварка «Бодрость–4», «Заварка «Бодрость–5»: рецептура РЦ ВУ 700036606.213–2014 / Т.А. Гуринова, Т.Д. Самуйленко. – Введ. 23.09.2014. – Могилев: Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия», 2014. – 9 с.

35. Хлеб «Петровский» оригинальный, Хлеб «Армейский» оригинальный: рецептура РЦ ВУ 700036606.215–2014 / Т.А. Гуринова, Т.Д. Самуйленко. – Введ. 23.09.2014. – Могилев: Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия», 2014. – 5 с.

36. Технологическая инструкция по производству пищевых концентратов полуфабрикатов мучных изделий «Заварка «Бодрость–1», «Заварка «Бодрость–2», «Заварка «Бодрость–3», «Заварка «Бодрость–4», «Заварка «Бодрость–5»: ТИ ВУ 700036606.128–2014 / Т.А. Гуринова, Т.Д. Самуйленко. – Введ. 14.10.2014. – Могилев: Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия», 2014. – 5 с.

37. Технологическая инструкция по производству хлеба «Петровский» оригинальный, хлеба «Армейский» оригинальный: ТИ ВУ 700036606.130–2014 / Т.А. Гуринова, Т.Д. Самуйленко. – Введ. 14.10.2014. – Могилев: Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия», 2014. – 5 с.

38. Технологическая инструкция по приготовлению жидкой закваски с завариванием части муки в условиях дискретного режима работы хлебопекарных предприятий: ТИ ВУ 700036606.132–2014 / Т.А. Гуринова, Т.Д. Самуйленко. – Введ. 02.12.2014. – Могилев: Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия», 2014. – 9 с.

39. Гуринова, Т.А. Оптимизация технологического процесса приготовления жидкой закваски в постоянно изменяющихся условиях производства хлеба из ржаной муки и смеси ее с пшеничной: методические указания для практических занятий по дисциплинам «Проектирование предприятий отрасли и САПР», «Моделирование технологических процессов отрасли», для выполнения курсовых и дипломных проектов (работ) для студентов очной и заочной формы обучения специальности 1 – 49 01 01 «Технология хранения и переработки растительного сырья» специализации 1 – 49 01 01 02 «Технология хлебопекарного, макаронного кондитерского производства и пищевых концентратов» [Текст] / Т.А. Гуринова, Е.А. Назаренко,

Т.Д. Самуйленко. – Могилев: Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия», 2015. – 18 с.

40. Инструкция по составлению технологического плана работы заквасочно-го отделения при приготовлении жидкой закваски с завариванием части муки в автоматизированном режиме с применением ЭВМ / Т.А. Гуринова, Е.А. Назаренко, Т.Д. Самуйленко. – Введ. 16.12.2015. – Могилёв, Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия», 2015. – 12 с.

## РЕЗЮМЕ

Самуйленко Татьяна Дмитриевна

### ТЕХНОЛОГИЯ ЖИДКОЙ РЖАНОЙ ЗАКВАСКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОРЫ ДУБА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБА В ДИСКРЕТНОМ РЕЖИМЕ

**Ключевые слова:** жидкая ржаная закваска, биотехнологические свойства, дискретный режим, технологические параметры, кора дуба, хлеб из ржаной муки и смеси ее с пшеничной.

**Цель работы:** разработка технологии жидкой ржаной закваски с использованием коры дуба для стабилизации ее биотехнологических свойств и производства хлеба из ржаной муки и смеси ее с пшеничной с необходимыми потребительскими свойствами в дискретном режиме.

**Методы исследования:** общепринятые и специальные органолептические, физико-химические и микробиологические методы анализа свойств сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, методы обработки экспериментальных данных.

**Полученные результаты и их новизна:** получены уравнения регрессии, позволяющие прогнозировать биотехнологические свойства жидкой ржаной закваски. Установлены диапазоны варьирования наиболее существенных технологических параметров, обуславливающих получение жидкой ржаной закваски с рекомендуемыми биотехнологическими свойствами и в требуемом количестве в дискретном режиме.

Получены новые данные по химическому составу и физико-химическим характеристикам коры дуба, заготавливаемой в качестве фитосырья предприятиями Республики Беларусь и позволяющие ее использовать в технологии жидкой ржаной закваски.

Разработана технология жидкой ржаной закваски с оптимальными технологическими параметрами без внесения коры дуба и с ее внесением в дискретном режиме.

Установлена возможность сокращения продолжительности брожения теста с использованием жидкой ржаной закваски с внесением коры дуба и получения хлеба

из ржаной муки и смеси ее с пшеничной с необходимыми потребительскими свойствами при снижении его себестоимости.

**Рекомендации по использованию:** разработаны и утверждены технические условия, рекомендации по использованию, рецептуры, технологические инструкции, методическое обеспечение, как для действующих специалистов, так и для будущих инженеров-технологов с целью усовершенствования их подготовки. Технология жидкой ржаной закваски в дискретном режиме производства хлеба из ржаной муки и смеси ее с пшеничной внедрена на хлебопекарных предприятиях Республики Беларусь.

**Область применения:** хлебопекарная и мукомольная отрасль пищевой промышленности.

## РЭЗЮМЭ

Самуйленка Таццяна Дзмітрыеўна

### ТЭХНАЛОГІЯ ВАДКАЙ ЖЫТНЯЙ ЗАКВАСКІ З ВЫКАРЫСТАННЕМ КАРЫ ДУБА ДЛЯ ВЫТВОРЧАСЦІ ХЛЕБА У ДЫСКРЭТНЫМ РЭЖЫМЕ

**Ключавыя словы:** вадкая жытняя закваска, біятэхналагічныя ўласцівасці, дыскрэтны рэжым, тэхналагічныя параметры, кара дуба, хлеб з жытняй мукі і сумесі яе з пшанічнай.

**Мэта працы:** распрацоўка тэхналогіі вадкай жытняй закваскі з выкарыстаннем кары дуба для стабілізацыі яе біятэхналагічных уласцівасцяў і вытворчасці хлеба з жытняй мукі і сумесі яе з пшанічнай з неабходнымі спажывецкімі ўласцівасцямі ў дыскрэтным рэжыме.

**Метады даследавання:** агульнапрынятыя і спецыяльныя арганалептычныя, фізіка-хімічныя і мікрабіялагічныя метады аналізу уласцівасцяў сыравіны, паўфабрыкатаў і гатовай прадукцыі, метады апрацоўкі эксперыментальных дадзеных.

**Атрыманыя вынікі і іх навізна:** атрыманы ўраўненні рэгрэсіі, якія дазваляюць прагназаваць біятэхналагічныя ўласцівасці вадкай жытняй закваскі. Устаноўлены дыяпазоны вар'іравання найбольш істотных тэхналагічных параметраў, што абумоўлівае атрыманне вадкай жытняй закваскі з рэкамендуемымі біятэхналагічных ўласцівасцямі і ў патрабаваным колькасці ў дыскрэтным рэжыме.

Атрыманы новыя дадзеныя па хімічным складзе і фізіка-хімічных характарыстыках кары дуба, нарыхтаванай ў якасці фітасыравіны прадпрыемствамі Рэспублікі Беларусь і якія дазваляюць яе выкарыстоўваць у тэхналогіі вадкай жытняй закваскі.

Распрацавана тэхналогія вадкай жытняй закваскі з аптымальнымі тэхналагічнымі параметрамі без унясення кары дуба і з унясеннем яе ў дыскрэтным рэжыме.

Усталяваная магчымасць скарачэння працягласці закісання тэсту з выкарыстаннем вадкай жытняй закваскі з унясеннем кары дуба і атрымання хлеба з жытняй мукі і сумесі яе з пшанічнай з неабходнымі спажывецкімі ўласцівасцямі пры зніжэнні яго сабекошту.

**Рэкамендацыі па выкарыстанні:** распрацаваны і зацверджаны тэхнічныя ўмовы, рэкамендацыі па выкарыстанні, рэцэптуры, тэхналагічныя інструкцыі, метадычнае забеспячэнне, як для дзеючых спецыялістаў, так і для будучых інжынераў-тэхнолагаў з мэтай удасканаленні іх падрыхтоўкі. Тэхналогія вадкай жытняй закваскі ў дыскрэтным рэжыме вытворчасці хлеба з жытняй мукі і сумесі яе з пшанічнай ўкаранена на хлебпякарных прадпрыемствах Рэспублікі Беларусь.

**Вобласць ужывання:** пякарная і мукамольная галіна харчовай прамысловасці.

## SUMMARY

Samuylenko Tatiana

### TECHNOLOGY OF LIQUID RYE FERMENT WITH THE USE OF OAK BARK FOR THE PRODUCTION OF BREAD IN DISCRETE MODE

**Key words:** liquid rye ferment, biotechnological properties, discrete mode, process parameters, oak bark, bread from rye flour and its mixture with wheat.

**Objective:** development of technology of liquid rye ferment with the use of oak bark for the stabilization of its biotechnological properties and the production of bread from rye flour and its mixture with wheat with the required consumer properties in discrete mode.

**Methods:** conventional and special organoleptic, physico-chemical and microbiological methods of analysis properties of raw materials, semi-finished and finished products, methods of experimental data processing.

**The results obtained and their novelty:** the obtained regression equations allowing prediction of biotechnological properties of liquid rye ferment. Set the ranges of variation of the most significant process parameters that lead to production of liquid rye ferment with a recommended biotechnological properties and in the required amount in discrete mode.

Obtained new information on the chemical composition and physico-chemical characteristics of oak bark, harvested in the quality of phyto raw materials by enterprises of the Republic of Belarus and allowing to use it in the technology of liquid rye ferment.

The developed technology of liquid rye ferment with optimal technological parameters without making oak bark and its introduction in discrete mode.

The possibility of reducing the duration of fermentation of dough using liquid rye ferment with the introduction of oak bark, and receiving bread from rye flour and its mixture with wheat with the required consumer properties while reducing its cost.

**Recommendations for use:** developed and approved technical conditions, recommendations for use, recipes, instructions, methodological support, both for existing professionals and for future engineers to improve their training. Technology of liquid rye ferment in discrete mode of production of bread from rye flour and its mixture with wheat introduced at the bread making enterprises of the Republic of Belarus.

**Scope:** bread making and flour industry of the food industry.

---

Подписано в печать 24.11.2016. Формат 60×84 1/16.

Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Ризография.

Уч.-изд. л. 1,67. Усл. печ. л. 1,86.

Тираж 80 экз. Заказ 174.

Учреждение образования

«Могилевский государственный университет продовольствия».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/272 от 04.04.2014.

Пр-т Шмидта, 3, 212027, Могилев.

Отпечатано в учреждении образования

«Могилевский государственный университет продовольствия».

Пр-т Шмидта, 3, 212027, Могилев.