

Учреждение образования  
«Могилевский государственный университет продовольствия»

**НЕЛЮБИНА ЕЛЕНА ВИТАЛЬевна**

**ПОВЫШЕНИЕ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ  
ПУТЕМ ОБОГАЩЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ  
И ПОЛУЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ НА ЕЕ ОСНОВЕ**

Специальность 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**

Могилев - 2006

Работа выполнена в Учреждении образования «Могилевский государственный университет продовольствия»

Научный руководитель:	кандидат технических наук, доцент <b>Назаренко Елена Александровна</b> УО «Могилевский государственный университет продовольствия», доцент кафедры «Технология хлебопродуктов»
Научный консультант:	доктор медицинских наук, профессор, академик Российской академии естественных наук <b>Коломиец Наталья Дмитриевна</b> ГУО «Медицинская академия последипломного образования», заведующая кафедрой эпидемиологии и микробиологии
Официальные оппоненты:	доктор технических наук, профессор <b>Иванов Александр Васильевич</b> УО «Могилевский государственный университет продовольствия», профессор кафедры «Машины и аппараты пищевых производств»  кандидат технических наук, доцент <b>Сядарова Ольга Георгиевна</b> ГОУВПО «Московский государственный университет пищевых производств» (Россия), доцент кафедры «Товароведение и основы пищевых производств»
Оппонирующая организация:	УО «Белорусский государственный экономический университет»

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы диссертации.** Согласно концепции Национальной политики питания Республики Беларусь и основным направлениям обеспечения населения качественными и безопасными продовольственным сырьем и пищевыми продуктами, изложенным в Постановлении Совета Министров Республики Беларусь № 573 от 17.05.2004 г., важнейшей задачей пищевой промышленности является «производство пищевых продуктов массового потребления с повышенной пищевой ценностью, обогащенных микронутриентами».

Одним из путей решения поставленной задачи является повышение пищевой ценности муки и мучных изделий, занимающих центральное место в рационе питания современного человека. Данные изделия, вследствие специфических особенностей технологического процесса их производства, характеризуются пониженным содержанием эссенциальных микронутриентов, в частности, минеральных веществ.

В последнее время в Республике Беларусь и за рубежом проведено достаточно много исследований возможности обогащения мучных продуктов питания минеральными веществами. Основное направление данных исследований заключается в разработке отдельных наименований мучных изделий, в рецептуру которых входит различное дополнительное микронутриентное сырье натурального или искусственного происхождения.

Более рациональным способом улучшения минерального состава всех групп мучных продуктов питания является создание на мукомольных заводах нового вида основного сырья данной группы изделий - муки нового поколения, отличающейся улучшенным минеральным составом и обладающей функциональными свойствами.

В связи с этим актуальным является повышение пищевой ценности пшеничной муки путем обогащения минеральными веществами и получение на ее основе широкого ассортимента функциональных изделий.

Введение в состав пшеничной муки таких биологически активных ингредиентов, как минеральные вещества, требует глубокого и всестороннего исследования свойств получаемого продукта, особенностей его поведения в технологическом процессе производства, хранения и применения в качестве сырьевого материала.

Решение поставленной задачи позволит организовать массовое производство пшеничной муки и разнообразных мучных продуктов питания повышенной пищевой ценности, отличающихся улучшенным минеральным составом и обладающих функциональными свойствами, будет способствовать предотвращению микронутриентного дефицита рациона питания населения Республики Беларусь, а, следовательно, улучшению здоровья нации.

**Связь работы с крупными научными программами, темами.** Исследования проводились по заданию Могилевского облисполкома (письмо от 19.06.2003), в соответствии с планом научно-исследовательских работ Министерства образования Республики Беларусь по теме: ГБ № 21-04 «Разработка научных основ использования местного растительного сырья с целью производства конкурентоспособных продуктов питания» - регистрационный номер 20013334 (2001-2005гг.), и в соответствии с заказом Белорусского государственного кондера пищевой промышленности по теме ХД 2003-14 «Разработка и внедрение способов повышения пищевой ценности продуктов питания минеральными веществами путем использования поликомпонентных добавок» - регистрационный номер 20032752 (2003-2005гг.).

**Цели и задачи исследования.** Целью работы является повышение пищевой ценности пшеничной муки путем обогащения минеральными веществами и получение функциональных изделий на ее основе.

Для реализации поставленной цели предусматривалось решение следующих задач:

- 1) обоснование применения пищевой добавки, содержащей дефицитные минеральные вещества, и норм ее введения в пшеничную муку;
- 2) исследование смесительных свойств минеральной пищевой добавки и свойств смеси ее с пшеничной мукой;
- 3) изучение в промышленных условиях технологического процесса смешивания минеральной пищевой добавки с пшеничной мукой и установление его оптимальных параметров;
- 4) исследование технологических свойств пшеничной муки с улучшенным минеральным составом, реологических характеристик теста и качества готовых мучных изделий на ее основе;
- 5) изучение способности изделий из пшеничной муки с улучшенным минеральным составом сохранять свежесть при хранении;
- 6) промышленное получение опытных партий пшеничной муки с улучшенным минеральным составом и изделий на ее основе, определение их минеральной ценности.

**Объект и предмет исследования.** Объектом исследования явилась мука пшеничная хлебопекарная с улучшенным минеральным составом, полученная путем обогащения минеральной пищевой добавкой традиционной муки пшеничной хлебопекарной.

Предметом исследования выступают пшеничные хлебобулочные (хлеб, сдобные изделия) и мучные кондитерские изделия (сдобное печенье), изготовленные из муки пшеничной хлебопекарной с улучшенным минеральным составом.

**Гипотеза.** Выдвигается гипотеза о том, что повышение пищевой ценности пшеничной муки путем обогащения минеральными веществами позволит создать новый качественный сырьевой материал и выработать широкий ассортимент функциональных мучных изделий повышенной пищевой ценности.

В результате проведенных исследований выдвинутая гипотеза полностью подтвердилась.

#### **Методология и методы исследований.**

В работе использованы общепринятые и специальные методы оценки и анализа технологических процессов, сырья, полуфабрикатов и готовой продукции (органолептические, графоаналитические, физические, химические, микробиологические, биохимические). Реологические свойства теста исследовались с применением фаринографа Brabender. Структурно-механические свойства готовых изделий определялись на эластографе QA-227. Микроструктурный анализ сырья и готовых изделий проводился на электронном сканирующем микроскопе марки Jeol JSM-35C. Минеральный состав сырья и готовых мучных изделий изучался на спектрометре ARL 3410+ в условиях аккредитованного на проведение исследований пищевых продуктов НИИО ГУ «РНЦ гигиены» Минздрава Республики Беларусь. Обработка результатов исследований проводилась с использованием методов описательной статистики, корреляционного и регрессионного анализа, современных программ математической обработки данных на ПЭВМ.

#### **Научная новизна и значимость полученных результатов.**

- Получены новые данные, расширяющие представление о влиянии минеральных веществ, содержащихся в пищевой добавке (ПД) «Допинат», на качественные характеристики пшеничной муки, на состояние и свойства ее основных биологических систем, позволяющие прогнозировать поведение пшеничной муки с улучшенным минеральным составом в технологическом процессе ее производства и хранения.

- Экспериментально обоснованы оптимальные параметры технологического процесса сухого механического смешивания ПД «Допинат» и пшеничной муки, получены математические зависимости, адекватно описывающие данный процесс, которые позволяют прогнозировать качество муки с улучшенным минеральным составом при ее промышленном получении.

- Научно обоснована возможность использования пшеничной муки с улучшенным минеральным составом как основного сырья в производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий.

- Получены новые данные о влиянии пшеничной муки с улучшенным минеральным составом на микрофлору и реологические свойства пшеничного теста, на показатели качества мучных изделий и их способность сохранять свежесть в процессе хранения, позволяющие прогнозировать ход технологического процесса производства и хранения новых функциональных мучных изделий.

- Доказана высокая пищевая, в частности, минеральная ценность пшеничной муки с улучшенным минеральным составом и функциональных изделий на ее основе (Протоколы испытаний ГУ «РНЦ гигиены» Министерства Здравоохранения Республики Беларусь №0115/6736/10-03, №0115/6737/10-03, №0115/6735/10-03 от 31.08.2005).

**Практическая (социальная, экономическая) значимость полученных результатов.**

- Разработан способ повышения пищевой ценности пшеничной муки путем обогащения минеральными веществами (заявка на патент № 20040174 от 4.03.04 «Способ обогащения муки хлебопекарной»).

- Проведены промышленные испытания производства муки пшеничной хлебопекарной с улучшенным минеральным составом в условиях ОАО «Лидахлебопродукт» (акт приемочных испытаний опытной партии продукции от 31.07.2003) и ОАО «Климовичский КХП» (акт опытно-промышленных испытаний от 28.04.05).

- На пшеничную муку с улучшенным минеральным составом утверждена технический нормативный правовой акт - ТУ РБ 700036606.066-2003 «Мука пшеничная хлебопекарная, обогащенная минеральными веществами».

- Осуществлено внедрение способа повышения пищевой ценности пшеничной муки путем обогащения минеральными веществами и новой продукции – муки пшеничной хлебопекарной, обогащенной минеральными веществами, на ОАО «Климовичский КХП» (Акт внедрения от 20.07.2005).

- С использованием муки пшеничной хлебопекарной, обогащенной минеральными веществами, расширен ассортимент функциональных хлебобулочных и мучных кондитерских изделий повышенной пищевой ценности: разработаны и утверждены рецептуры и технологические инструкции на батон «Гонус» (РЦ РБ 700036606.004-2004, ТИ РБ 700036606.004-2004), булку «Лялушка» (РЦ РБ 700036606.005-2004, ТИ РБ 700036606.005-2004), и рецептура сдобного печенья «Сладушка» (РЦ РБ 700036606.025-2005).

- Проведены промышленные испытания производства новых хлебобулочных изделий в условиях РУПП «Могилевхлебпром» (Акты опытно-промышленных испытаний от 18.12.03), сдобного печенья - на ОАО «Конфа» (Акт опытно-промышленных испытаний от 19.04.05).

- Осуществлено внедрение в производство разработанных хлебобулочных изделий на РУПП «Могилевхлебпром» (Акт внедрения от 01.07.2005).

- Способ повышения пищевой ценности пшеничной муки путем обогащения минеральными веществами и новые функциональные изделия внедрены в теоретический и лабораторно-практический курс дисциплины «Технология производства хлебопекарных, макаронных, кондитерских изделий и пищевого концентратов» (курс по выбору) для студентов специальности 49 01 01 – Технология хранения и переработки пищевого растительного сырья (Акт внедрения от 19.07.2005).

Социальный эффект полученных результатов состоит в том, что производство пшеничной муки с улучшенным минеральным составом на мукомольных заводах позволяет получать новое сырье повышенной пищевой ценности стабильного качества, создает ус-

ловия для снабжения им предприятий хлебопекарной и кондитерской отрасли, общественного питания, розничной торговли, больниц и школ, способствует экономии материальных затрат на дополнительное оборудование и производственные мощности, которые были бы необходимы для обогащения мучных изделий непосредственно в условиях перечисленных предприятий.

Выпуск функциональных продуктов питания на основе муки пшеничной хлебопекарной с улучшенным минеральным составом позволит решить проблему нехватки минеральных веществ в рационе питания населения Республики Беларусь, снизить распространение сопутствующих микронутриентному дефициту функциональных нарушений и заболеваний а, следовательно, улучшить состояние здоровья нации.

#### **Основные положения диссертации, выносимые на защиту.**

- 1) Обоснование применения минеральной пищевой добавки и норм ее введения в пшеничную муку;
- 2) Смесительные свойства минеральной пищевой добавки и пшеничной муки. Новые сведения о свойствах смеси пищевой добавки с пшеничной мукой как объекта хранения.
- 3) Оптимальные параметры и математические зависимости технологического процесса сухого механического смешивания в промышленных условиях минеральной пищевой добавки и муки пшеничной.
- 4) Технологические свойства пшеничной муки с улучшенным минеральным составом, их влияние на реологические характеристики теста и качество готовых мучных изделий.
- 5) Динамика изменения физико-химических, структурно-механических свойств и микроструктуры изделий из пшеничной муки с улучшенным минеральным составом при хранении.
- 6) Результаты промышленных испытаний производства и анализа минеральной ценности новых функциональных продуктов питания - пшеничной муки с улучшенным минеральным составом и изделий на ее основе.

**Личный вклад соискателя.** Автором диссертации самостоятельно выполнены: обзор литературы, экспериментальные исследования, обработка и анализ экспериментальных данных, внесен значительный вклад при подборе методов и методик исследований и разработке технического нормативного правового акта и технологической документации.

Автор диссертации принимал непосредственное участие в опытно-промышленных испытаниях и внедрении в производство новых видов функциональных продуктов питания.

#### **Апробация результатов работы.**

Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на 4-ой и 6-ой международных научно-технических конференциях «Техника и технология пищевых производств» (Могилев 2003, 2005г), Международной научно-технической конференции «Розроблення та виробництво продуктів функціонального харчування, інноваційні технології та конструювання обладнання для перероблення сільгоспсировини. культура харчування населення України» ( Київ, 2003р), Международной научно-практической конференции «Innovation development trends of food products» (Jelgava, Latvia, 2004г), Международной научно-практической конференции «New technologies in tradicional food» (Jelgava, Latvia, 2005), 4-ой международной научной конференции «Живые системы и биологическая безопасность населения» (Москва, 2005г).

Образцы муки пшеничной хлебопекарной, обогащенной минеральными веществами, и функциональные продукты на ее основе демонстрировались на выставке, посвященной 30-летию УО «МГУП» (Могилев, 2003г), на республиканской выставке Белагро-2004 (Минск, 2004г), на международной выставке «Beirut World Trade Fair» (Бейрут, Ливанская Республика, 2005г).

**Опубликованность результатов.** По теме диссертационной работы опубликовано 18 работ, в том числе, 1 заявка на патент, 6 статей, 5 тезисов, 1 технические условия, 3 рецептуры и 2 технологические инструкции. Публикации напечатаны в «Афішыйным бюлетэні» Государственного патентного ведомства Республики Беларусь, журналах «Хлебопек» (Беларусь), «Хлібопекарська і кондитерська промисловість України» (Украина), «Харчова промисловість» (Украина), сборниках материалов и тезисов международных конференций. Общее количество страни опубликованных материалов 77.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация включает перечень условных обозначений, общую характеристику работы, 7 глав, заключение, список использованных источников и приложения. Полный объем диссертации составляет 281 страницу машинописного текста, в том числе, 31 рисунок, 29 таблиц, 112 страниц приложений, 315 наименований используемых источников.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обоснована актуальность темы, изложены цели и задачи исследований; отмечены научная новизна и практическая значимость исследований; приведена связь работы с крупными научными программами; обозначены объект и предмет исследований; выдвинута гипотеза; представлены выносимые на защиту основные положения.

**В первой главе** приведен обзор результатов мониторинга медико-демографической ситуации и рациона питания населения в Республике Беларусь. Показано, что серьезным нарушением питания, приводящим к развитию физиологических дисфункций и патологических состояний граждан, является острый дефицит потребления минеральных веществ. Комплексно освещена роль и последствия дефицита макро- и микроэлементов для организма человека. Раскрыта концепция функционального питания и актуальность ее использования для борьбы с микронутриентным дефицитом в общегосударственном масштабе. На основании анализа минерального состава муки и мучных продуктов питания отмечено крайне низкое содержание эссенциальных минеральных веществ в муке пшеничной хлебопекарной и хлебобулочных и мучных кондитерских изделиях из нее. Представлен аналитический обзор сведений о способах улучшения минерального состава мучных продуктов питания. Показана целесообразность повышения пищевой ценности пшеничной муки путем обогащения минеральными веществами и получения функциональных изделий на ее основе. Сформулирована цель и определены задачи исследования.

**Во второй главе** представлена структура исследований (рис. 1).

Обозначены материалы исследований: ПД «Допинат», произведенная на ОАО «Могилевский желатиновый завод», мука пшеничная хлебопекарная высшего и первого сорта и мука пшеничная хлебопекарная высшего и первого сорта, обогащенная минеральными веществами, выработанные на ОАО «Лидахлебопродукт» и ОАО «Климовичский КХП», хлебобулочные и мучные кондитерские изделия, произведенные в лабораторных и производственных (РУПП «Могилевхлебпром», ОАО «Конфа») условиях.

Приведен перечень стандартных, общепринятых и специальных методов оценки свойств и качества пшеничной муки, пшеничного теста, хлебобулочных и мучных кондитерских изделий.

**В третьей главе** на основании принципов обогащения Комиссии Codex Alimentarius ВОЗ, с учетом научно-практических аспектов создания функциональных продуктов питания, обосновано применение для разработки муки пшеничной хлебопекарной с улучшенным минеральным составом ПД «Допинат» (разработка ГНУ «Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси», Патент ВУ 2387 С1, ТУ РБ 100029049.001-2001, УГГР № 08-33-0.253150).

ПД «Допинат» относится к группе нутрицевтиков, содержит в качестве функциональных ингредиентов эссенциальные минеральные вещества, в частности, наиболее де-





здрави Республики Беларусь). Изучена сохранность функциональных ингредиентов ПД «Допинат» в процессе производства и хранения муки и мучных продуктов питания. Обоснованы нормы введения ПД «Допинат» в муку пшеничную хлебопекарную высшего и первого сорта. Рекомендовано вносить ПД «Допинат» в количестве: 0,5% к массе муки - для создания функциональных мучных продуктов массового ежедневного потребления; 1,0% к массе муки - для создания функциональных мучных продуктов профилактического назначения для групп населения с повышенной потребностью в минеральных веществах; 1,5% для создания функциональных мучных продуктов для профилактического питания групп населения с острыми микрэлементозами, подвергшихся отрицательному воздействию окружающей среды и радиации.

В четвертой главе представлены результаты исследований качественных показателей, свойств и характеристик новой комплексной системы, состоящей из двух разнородных по происхождению, составу и свойствам компонентов – муки пшеничной хлебопекарной высшего или первого сорта и ПД «Допинат». Организационную структуру новой системы возможно представить в виде формулы (1):

$$\text{ОПП} = \text{ПП} + \text{ПД} \quad (1)$$

где ОПП – обогащенный пищевой продукт (комплексная система);

ПП – пищевой продукт – основа для обогащения (мука пшеничная хлебопекарная высшего или первого сорта);

ПД – обогащающая пищевая добавка (ПД «Допинат»).

Свойства и характеристики комплексной системы ОПП подчиняются закону аддитивности и являются следствием взаимодействия и взаимовлияния свойств и характеристик ее компонентов ПП и ПД, т.е. их смешительных свойств.

Проведены исследования смешительных свойств ПД «Допинат» и муки пшеничной хлебопекарной высшего и первого сорта. Изучена их способность взаимодействовать между собой и оказывать влияние на органолептические, физико-химические, физико-механические свойства и на пищевую ценность комплексных систем, состоящих из муки пшеничной хлебопекарной высшего или первого сорта и ПД «Допинат» в количестве 0,5; 1,0; 1,5 мас.% по отношению к массе муки (опытные системы). Опытные системы рассматривались в сравнении с традиционной мукой пшеничной хлебопекарной высшего и первого сорта (контрольные образцы муки) и требованиями к ней ТНПА. В автореферате результаты исследований представлены на примере систем, включающих муку пшеничную хлебопекарную высшего сорта (для систем, включающих муку пшеничную хлебопекарную первого сорта, наблюдались аналогичные зависимости).

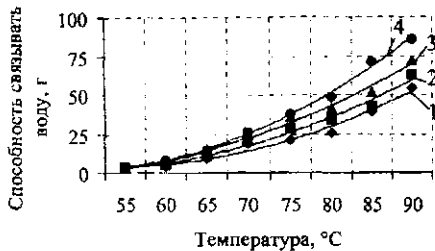
На основании анализа результатов исследований установлено, что опытные системы имеют органолептические показатели, объемную массу и крупность, соответствующие традиционной муке пшеничной хлебопекарной, характеризуются нормальной сыпучестью и способностью к транспортированию; отличаются повышением показателя зольности (в 1,7-4,2 раз) и белизны (на 8%), и некоторым снижением показателей влажности (в среднем на 5% в относительных величинах) и кислотности (на 10-27%).

В условиях НИМЮ «РНЦ «Бигель» Минздрава Республики Беларусь, аккредитованной на проведение анализа минерального состава пищевых продуктов, исследованы контрольные образцы муки и опытные системы (Протоколы исследований № 0115/6742/10-13, № 0115/6738/10-13, № 0115/6739/10-13, № 0115/6740/10-13). На основании полученных данных научно доказана правильность декларируемых количеств ввода ПД «Допинат» в традиционную муку пшеничную хлебопекарную и высокая минеральная ценность опытных систем.

Исследованы состояние и свойства основных биологических компонентов опытных систем. Показано, что белковый комплекс опытных систем, вследствие способности минеральных веществ концентрироваться в клейковинных белках, характеризуется некоторым

увеличением (по сравнению с традиционной мукой пшеничной хлебопекарной) массовой доли сырой клейковины (на 2-5,4% в относительных величинах), повышением ее гидратационной способности и упруго-эластичных свойств.

В опытных системах отмечено увеличение способности крахмала связывать воду (рис. 2) и растворяться.



- 1 - контрольный образец муки,  
 2 - опытная система  
 (0,5 мас.% ПД «Допинат»),  
 3 - опытная система  
 (1,0 мас.% ПД «Допинат»),  
 4 - опытная система  
 (1,5 мас.% ПД «Допинат»)

Рис. 2 Водопоглотительная способность крахмала контрольного образца муки и опытных систем

Установлено, что введение в традиционную муку ПД «Допинат» в количестве 0,5-1,5 мас.% приводит к изменению ферментативной активности опытных систем (рис. 3). Для установления четких зависимостей при изучении ферментативной активности ПД «Допинат» вводилась в пшеничную муку в количествах 0,2; 0,5; 0,7; 1,0; 1,3; 1,5; 1,7; 2,0 мас.%.

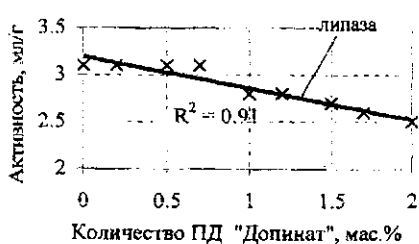
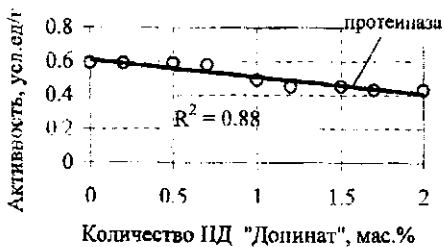
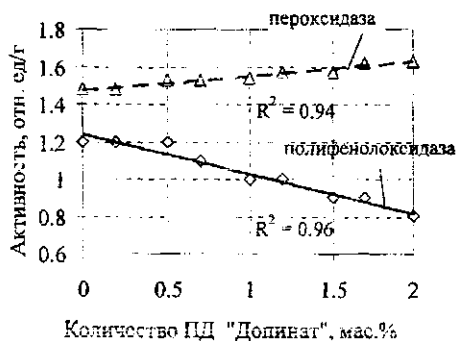
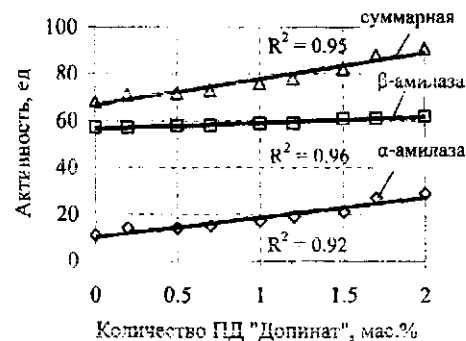


Рис. 3 Активность ферментов контрольного образца муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и опытных систем ее солезащитных

Отмечено, что кальций, содержащийся в ПД, стабилизирует вторичную и третичную структуру молекул амилаз опытных систем, увеличивая их активность. В результате ингибирующего воздействия на ферменты муки некоторых минеральных веществ, способных взаимодействовать с определенным участком апофермента или связывать кофактор,

в опытных системах наблюдается некоторое инактивирование протеолитических ферментов, полифенолоксидазы и липазы.

Хранение муки является важным технологическим процессом, определяющим ее органолептические, физические, физико-химические и технологические свойства.

Стойкость и стабильность муки при хранении в первую очередь определяется содержанием в ней влаги и влагосорбционными свойствами. В результате изучения влагосорбционных свойств опытных систем получены изотермы сорбции (рис. 4), описываемые уравнением (2) и (3):

$$\frac{100}{100-\varphi} = \exp \left( C * W_{\text{равн}}^D \right) \quad (2)$$

$$W_{\text{равн}} = \exp \left( \frac{1}{D} \times \ln \left( \frac{1}{C} \times \ln \left( \frac{100}{100-\varphi} \right) \right) \right) \quad (3)$$

где  $\varphi$  – относительная влажность воздуха, %;

$W_{\text{равн}}$  – равновесная влажность продукта, %.

$C, D$  – эмпирические коэффициенты

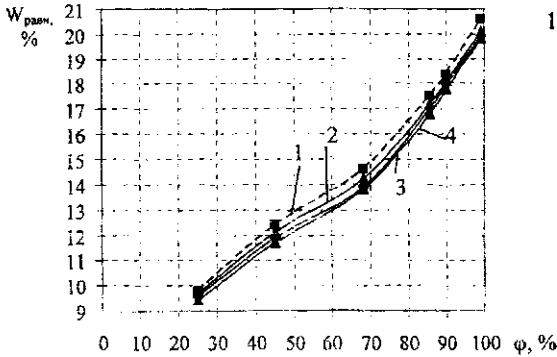


Рис. 4 Изотермы сорбции влаги

1- контрольный образец муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта

2- опытная система (0,5 мас.% ПД «Допинат»)

3- опытная система (1,0 мас.% ПД «Допинат»)

4- опытная система (1,5 мас.% ПД «Допинат»)

( $t=18 \pm 2$  °C)

Анализ изотерм сорбции позволяет устанавливать значения равновесной влажности муки при известной влажности окружающей среды, прогнозировать направление влагомассообмена между продуктом и окружающей средой и интенсивность протекания при хранении химических, биохимических и микробиологических процессов. Как видно из рис. 4, опытные системы имеют более низкую равновесную влажность по сравнению с контрольными образцами муки, что является положительным фактом и будет способствовать большей стойкости и стабильности опытных систем при хранении. Для хранения исследуемых систем оптимальной величиной относительной влажности воздуха будет являться  $\varphi \leq 65-70\%$ .

Показателем, определяющим качество муки при хранении, является ее микробиологическая характеристика. Изучены особенности изменения микробиологических и физико-химических характеристик опытных систем в процессе хранения в лабораторных условиях при  $t=18 \pm 2$  °C,  $\varphi = 60-70\%$  (рис. 5).

Показано, что микрофлора опытных систем имеет видовой состав, соответствующий традиционной муке пшеничной хлебопекарной. Наличие в опытных системах ПД «Допинат» в количестве до 1,5 мас.% при нормальных условиях хранения не приводит к интенсификации процесса развития микрофлоры в муке и не требует сокращения установленного для нее срока.

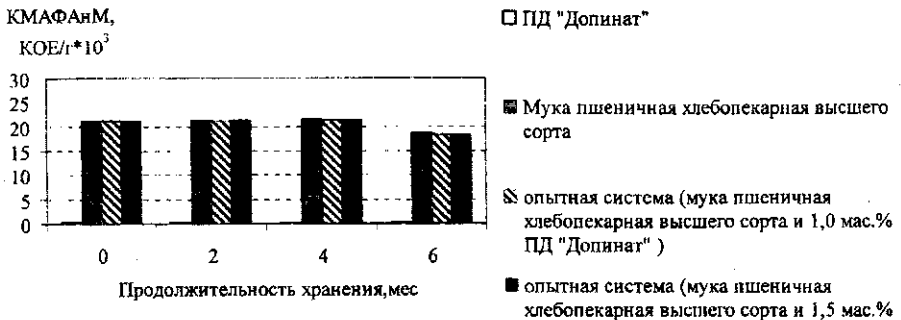


Рис. 5 Изменение микрофлоры ПД «Допинат», контрольного образца муки и опытных систем в процессе хранения

Установлено, что изменение физико-химических показателей качества опытных систем в процессе хранения характеризуется рядом специфических особенностей, но сохраняет направленность, соответствующую изменениям в традиционной муке пшеничной хлебопекарной. Определено, что вследствие содержания ПД «Допинат» в количестве 0,5; 1,0; 1,5 мас.%, опытные системы на протяжении всего периода хранения отличались более низкими значениями влажности, кислотности, показателя «числа падения» и более высокими значениями белизны и количества клейковины. Установлен возможный срок хранения опытных систем, равный 12 месяцам.

На основании проведенных исследований сделано заключение о хорошей совместимости индивидуальных характеристик и высоких смесительных свойствах ПД «Допинат» и муки пшеничной хлебопекарной высшего и первого сорта, а, следовательно, возможности получения муки пшеничной хлебопекарной высшего и первого сорта с улучшенным минеральным составом путем обогащения традиционной муки пшеничной хлебопекарной высшего или первого сорта ПД «Допинат».

В пятой главе экспериментально обоснован выбор технологии введения ПД «Допинат» в муку пшеничную хлебопекарную путем сухого механического смешивания компонентов. На основании анализа технической оснащенности мукомольных предприятий Республики Беларусь установлено, что для промышленного получения пшеничной муки с улучшенным минеральным составом путем сухого механического смешивания традиционной муки пшеничной хлебопекарной и ПД «Допинат» возможно использовать модульную систему дозирования и смешивания «SUDENGA» на ОАО «Лидахлебопродукт» и линию формирования мучных смесей на ОАО «Климовичский КХП». В условиях данных производственных предприятий проведены исследования технологического процесса сухого механического смешивания традиционной муки пшеничной хлебопекарной и ПД «Допинат» и установление его оптимальных параметров. На основании статистического анализа величины коэффициента вариации и показателя степени однородности получены математические зависимости (4) и (5), адекватно описывающие данный процесс (рис. 6).

В результате анализа полученных зависимостей определена оптимальная продолжительность процесса сухого механического смешивания муки пшеничной хлебопекарной и ПД «Допинат» в производственных условиях, обеспечивающая получение однородной по составу и качеству смеси, которая составила 4 - 5 минут.

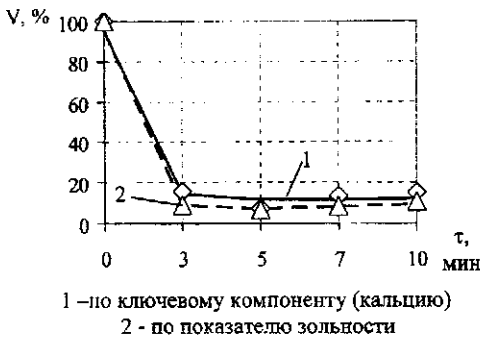
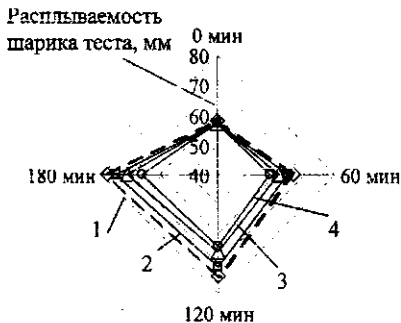


Рис. 6 Зависимость коэффициента вариации от продолжительности смешивания муки пшеничной хлебопекарной и ПД «Допинат»

На основании проведенных исследований сделано заключение о возможности промышленного получения муки пшеничной хлебопекарной высшего и первого сорта с улучшенным минеральным составом путем сухого механического смешивания традиционной муки пшеничной хлебопекарной высшего или первого сорта и ПД «Допинат» в количестве 0,5; 1,0; 1,5 мас.% в условиях мукомольных заводов, оснащенных соответствующим оборудованием.

В шестой главе обоснована целесообразность создания на основе муки пшеничной хлебопекарной высшего и первого сорта с улучшенным минеральным составом, содержащей ПД «Допинат» в количестве 0,5; 1,0; 1,5 мас.% (далее - улучшенной муки) ассортимента хлебобулочных и мучных кондитерских изделий.

Проведены комплексные исследования технологических свойств улучшенной муки, определяющих особенности ее поведения как сырьевого материала при производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий. Установлено, что присутствие ПД «Допинат» в улучшенной муке не влияет на технологическое значение показателя крупности. Улучшенная мука, вследствие частичного ингибирования полифенолоксидазы минеральными веществами ПД «Допинат», проявляет меньшую способность к потемнению. В результате укрепляющего воздействия ПД «Допинат» на упруго-эластичные свойства клейковины, улучшенная мука обладает более высоким показателем «силы» (рис. 7).



$$V_1 = V_0 + (4.85/(\tau/\tau_{ци})^2 - 8.26/(\tau/\tau_{ци})), \quad (4)$$

$$V_2 = V_0 + (5.9/(\tau/\tau_{ци})^2 - 13.6/(\tau/\tau_{ци})), \quad (5)$$

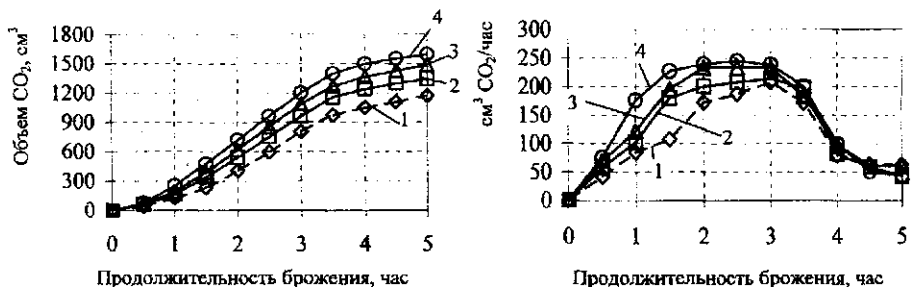
где  $V_0$  - асимптота функции  $V$  при бесконечном увеличении продолжительности смешивания  $V_0=15\%$ ;

$\tau$  - время смешивания, мин;

$\tau_{ци}$  - время одного полного цикла перемешивания ( $\tau_{ци}=5$  мин).

Рис. 7 «Сила» муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта с улучшенным минеральным составом

Способность макроэлемента кальция активизировать амилолитические ферменты обуславливает повышение сахаробразующей (на 6-30%) и газообразующей (рис. 8) способности улучшенной муки.



1- количество ПД «Допинат» 0 мас. % (контрольный образец), 2- количество ПД «Допинат» 0,5 мас. %, 3- количество ПД «Допинат» 1,0 мас. %, 4- количество ПД «Допинат» 1,5 мас. %

Рис. 8 Газообразующая способность муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта с улучшенным минеральным составом

Наиболее комплексно оценить состояние и свойства всех биологических компонентов муки позволяет изучение реологических свойств теста. Тесто представляет собой полидисперсид, обладающий своеобразными, непрерывно изменяющимися, реологическими свойствами, определяющими консистенцию и поведение полуфабрикатов на протяжении всего процесса производства мучных изделий. В результате расфировки фаринограмм (рис. 9) получены значения основных реологических характеристик улучшенной муки, представленные в табл. 1.



Рис. 9 Фаринограммы теста из:

а - муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта с улучшенным минеральным составом (содержание ПД «Допинат» 1,0 %), б - традиционной муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта

Таблица 1.

Водопоглощительная способность и реологические характеристики теста из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта с улучшенным минеральным составом

Характеристики	Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта			
	традиционная (контроль)	с улучшенным минеральным составом, количество ПД «Допинат», мас. %		
		0,5	1,0	1,5
Водопоглощительная способность, %	60,6	60,8	61,0	61,4
Время образования теста, мин	1,7	1,8	2,0	2,5
Устойчивость теста, мин	12,0	13,0	14,5	15,0
Время сопротивления теста, мин	13,7	14,8	16,5	17,5
Степень разжижения теста, ЕФ	30,0	25,0	20,0	10,0
Эластичность теста, мм	15,0	16,0	18,0	18,0
Валориметрическая оценка, ЕФ	68,0	68,5	69,0	72,0

Анализ реологических свойств подтвердил наблюдаемые в предыдущих исследованиях зависимости: увеличение водопоглотительной способности и повышение «силы» улучшенной муки.

Производство пшеничных хлебобулочных изделий и некоторых видов МКИ основано на использовании биохимических разрыхлителей - дрожжевых клеток рода *Saccharomyces* вида *cerevisiae*. От активности жизнедеятельности дрожжей зависят вкусоароматические свойства, пористость, объем, форма готовых хлебобулочных и мучных кондитерских изделий. Исследовано влияние ПД «Допинат» на основной технологический показатель дрожжей – подъемную силу, на функциональную активность и морфологические особенности дрожжевых клеток (рис. 10).

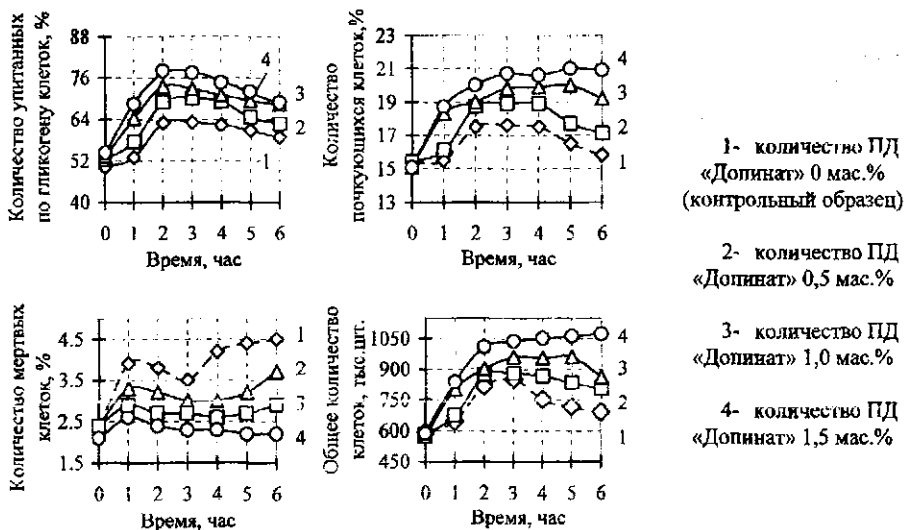


Рис. 10 Влияние ПД «Допинат» на функциональную активность дрожжевых клеток

Показано, что минеральные вещества ПД «Допинат» способны интенсифицировать жизнедеятельность дрожжей, стимулировать процессы накопления гликогена и деления дрожжевых клеток и, в результате, снижать подъемную силу дрожжей (на 3-22%).

Отмеченное влияние является следствием присутствия в ПД «Допинат»: фосфора, основного питательного вещества микроорганизмов, который входит в состав митохондрий, микросом, вакуолей, валлотина и ускоряет образование в клетке нуклеиновых кислот, фосфолипидов, нуклеотидов, некоторых белков и углеводов, катализирует энергетические процессы; кальция, который способствует проницаемости клеточных мембран; других минеральных веществ (магния, калия, железа, марганца), которые, являясь кофакторами многих ферментов, способны ускорить различные биохимические процессы обмена веществ клетки.

Потребительские свойства хлебобулочных и мучных кондитерских изделий определяются, в первую очередь, их органолептическими и физико-химическими показателями качества. Согласно основным принципам создания функциональных продуктов питания, в соответствии с материалами Комиссии Codex Alimentarius Всемирной организации здравоохранения, «обогащение пищевых продуктов минеральными веществами не должно ухудшать потребительские свойства этих продуктов, существенно изменять вкус и аромат».

Проведены исследования показателей качества разных групп пшеничных хлебулочных изделий (сдобного изделия и пшеничного хлеба) и мучного кондитерского изделия (сдобного песочного печенья). Опытные образцы изделий изготавливались с применением муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта с улучшенным минеральным составом с содержанием ПД «Допинат» 0,5; 1,0; 1,5 мас.%. В качестве контрольных образцов использовались изделия, произведенные по аналогичным рецептурам с использованием традиционной муки пшеничной хлебопекарной высшего и первого сорта соответственно.

Органолептические показатели опытных образцов сдобного изделия, хлеба и сдобного печенья соответствовали показателям контрольных образцов и удовлетворяли требованиям ТНПА. Следует отметить, что опытные образцы хлебулочных изделий отличались от контрольных более насыщенными вкусо-ароматическими свойствами, светлым мякшем и тонкостенной равномерной пористостью.

В табл. 2 и 3. представлены результаты исследований физико-химических показателей качества мучных изделий из улучшенной муки.

Таблица 2

Физико-химические показатели качества хлебулочных изделий из муки пшеничной хлебопекарной с улучшенным минеральным составом

Образцы	Количество ПД «Допинат» в улучшенной муке, % к массе муки	Физико-химические показатели качества					
		влажность, %	кислотность, град.	пористость, %	удельный объем, см <sup>3</sup> на 100г	формоустойчивость Н/D	балловая оценка
Сдобное изделие							
контрольный	0	38,0	2,5	70,0	335,0	0,36	79,4
опытные	0,5	38,0	2,5	75,0	350,0	0,32	82,4
	1,0	38,0	2,0	75,0	350,0	0,32	82,6
	1,5	38,0	2,0	80,0	355,0	0,32	86,4
Хлеб							
контрольный	0	43,5	3,5	75,0	351,0	0,39	74,6
опытные	0,5	43,5	3,5	80,0	360,0	0,36	79,8
	1,0	43,5	3,0	85,0	375,0	0,34	79,8
	1,5	43,5	3,0	85,0	375,0	0,34	81,8

Таблица 3

Физико-химические показатели качества сдобного печенья из муки пшеничной хлебопекарной с улучшенным минеральным составом

Физико-химические показатели качества	Контрольный образец	Опытные образцы содержание ПД «Допинат» в улучшенной муке, мас. %		
		0,5	1,0	1,5
Влажность, %	6,5	6,5	6,5	6,5
Массовая доля общего сахара в пересчете на сухое вещество, %	27,5	27,5	27,5	27,5
Массовая доля жира в пересчете на сухое вещество, %	20,7	20,7	20,7	20,7
Щелочность, град.	1,6	1,7	1,7	1,7
Намокаемость, %	223,0	226,0	227,0	233,0
Массовая доля золы, нерастворимой в растворе соляной кислоты с массовой долей соляной кислоты 10%, %	0,04	0,05	0,06	0,07

Опытные образцы хлебулочных изделий по сравнению с контрольными образцами, характеризуются более высокими значениями пористости, удельного объема и общей балловой оценки. Опытные образцы сдобного печенья имеют несколько более высокую



щелочность, намокаемость и массовую долю золы, нерастворимой в растворе соляной кислоты.

Исследования показали, что применение при производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий муки пшеничной хлебопекарной высшего и первого сорта с улучшенным минеральным составом с содержанием ПД «Допинат» в количестве 0,5; 1,0; 1,5 % к массе муки позволяет получать изделия высокого качества, по всем показателям соответствующие требованиям ТНПА.

Проведены исследования содержания ведущих минеральных веществ ПД «Допинат» - макроэлементов кальция и фосфора в хлебобулочных и мучных кондитерских изделиях из улучшенной муки. Показано, что хлебобулочные изделия из муки пшеничной хлебопекарной высшего и первого сорта с улучшенным минеральным составом, содержащей 0,5 мас.% ПД «Допинат», являются функциональными мучными продуктами питания массового потребления, удовлетворяющими 10-50% РНП кальция; хлебобулочные изделия из муки пшеничной хлебопекарной высшего и первого сорта с улучшенным минеральным составом, содержащей 1,0 мас.% ПД «Допинат», являются функциональными мучными продуктами питания профилактического назначения, удовлетворяющими до 85% РНП кальция; хлебобулочные изделия из муки пшеничной хлебопекарной высшего и первого сорта с улучшенным минеральным составом, содержащей 1,5 мас.% ПД «Допинат», являются функциональными мучными продуктами для профилактического питания групп населения с острыми микроэлементозами, подвергшихся отрицательному воздействию окружающей среды и радиации, удовлетворяющими более 100% РНП кальция. МКИ из муки пшеничной хлебопекарной с улучшенным минеральным составом, содержащей 0,5; 1,0; 1,5 мас.% ПД «Допинат», являются функциональными продуктами питания с улучшенным минеральным составом, удовлетворяющими 5-15% РНП кальция.

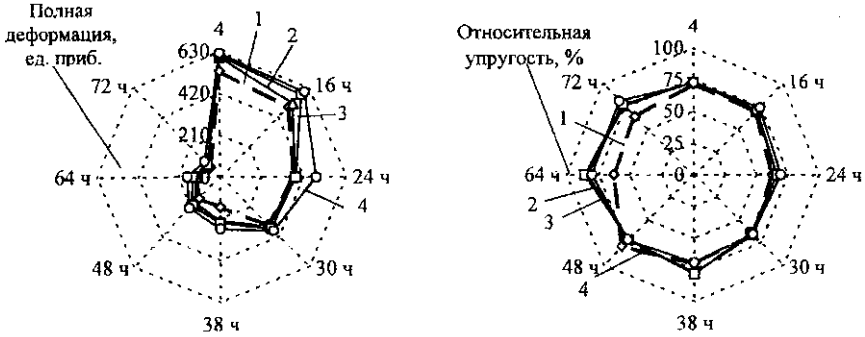
Заключительной стадией технологического процесса производства продуктов питания, обуславливающей качество изделий на стадии реализации ее потребителю, является процесс хранения. Исследования способности хлебобулочных изделий сохранять свежесть проводились по физико-химическим показателям качества, характеризующим свежесть продукта (влажности, содержанию связанной влаги, намокаемости и усушке), по структурно-механическим свойствам и микроструктуре мякиша.

Динамика изменения физико-химических показателей свежести хлеба в процессе хранения показывает, что опытные образцы хлеба, благодаря использованию муки пшеничной хлебопекарной с улучшенным минеральным составом, менее интенсивно теряют влагу и летучие вещества в окружающую среду, обладают большей влагоудерживающей способностью, а, следовательно, более длительный период времени сохраняют свежесть в процессе хранения. Данный факт является следствием более высокой активности амилолитических ферментов улучшенной муки, которые увеличивают количество декстринов в тесте и замедляют очерствение, а также следствием более высокой способности крахмала улучшенной муки связывать влагу при температуре 60-90 °С (соответственно, при выпечке изделий).

Структурно-механические свойства мякиша контрольного и опытных образцов хлеба определялись с помощью эластиграфа QA-227. В результате расшивки полученных эластиграмм получены размер полной деформации и рассчитан показатель относительной упругости мякиша контрольного и опытных образцов хлеба (рис. 11).

Установлено, что опытные образцы хлеба способны более длительное время сохранять первоначальные структурно-механические свойства мякиша, а, следовательно, более длительный период времени сохранять свежесть и высокие потребительские свойства. Данный факт является следствием воздействия минеральных веществ ПД «Допинат» в составе муки пшеничной хлебопекарной с улучшенным минеральным составом на свойства основных биополимеров, определяющих структурно-механические свойства мякиша - бе-

лок и крахмал. В частности, ионы железа ПД «Допинат» способны формировать в тесте комплексные соединения с белками клейковины, способствуя сохранению нативных свойств клейковинного каркаса и большей его стабильности из-за существенного замедления деструкции белков в составе биокомплекса.



- 1- контрольный образец хлеба, 2- опытный образец (количество ПД «Допинат» в улучшенной муке 0,5мас.%), 3- опытный образец (количество ПД «Допинат» в улучшенной муке 1,0мас.%), 4- опытный образец (количество ПД «Допинат» в улучшенной муке 1,5мас.%)

Рис. 11 Изменение структурно-механических свойств мякиша хлеба из муки пшеничной хлебопекарной с улучшенным минеральным составом во время хранения

Для более наглядного представления о состоянии крахмала и белка опытных и контрольных образцов хлеба в процессе хранения нами проведены исследования микроструктуры мякиша хлеба из улучшенной муки (рис. 12).

Анализ микроструктуры опытных образцов хлеба показал, что использование муки пшеничной хлебопекарной с улучшенным минеральным составом значительно меняет динамику процесса расслоения структурных компонентов мякиша хлеба, а именно, белков и крахмала.

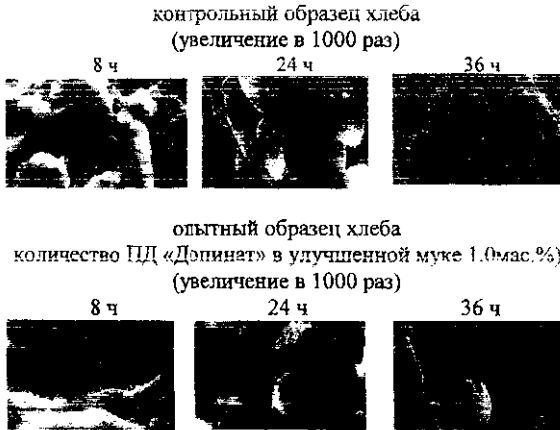


Рисунок 12. Изменение микроструктуры мякиша пшеничного хлеба в процессе хранения

К 36 часам хранения у опытных образцов еще не происходит полного выделения крахмальных зрен. Мякиш хлеба выглядит более свежим. Микроструктура опытных образцов хлеба через 36 часов хранения схожа с микроструктурой контрольного образца через 24 часа хранения.

Исследования способности мучных кондитерских изделий сохранять свежесть проводились по физико-химическим показателям: влажности, щелочности, намокаемости и гидратируемости. Установлено, что применение муки пшеничной хлебопекарной с улучшенным минеральным составом при производстве МКИ за счет повышенной способности крахмала связывать влагу при температуре 60-90 °С (соот-

ветственно, при выпечке изделий), высокой сорбционной емкости ПД «Допинат», а также пониженной активности гидролитических ферментов, позволяет МКИ дольше сохранять свежесть и потребительские свойства в процессе хранения.

В седьмой главе приводятся результаты опытно-промышленных испытаний основных результатов исследований. Опытно-промышленные испытания производства муки пшеничной хлебопекарной с улучшенным минеральным составом успешно проведены в условиях ОАО «Лидахлебопродукт» (Акт приемочных испытаний от 31 июня 2003г) и ОАО «Климовичский КХП» (Акт опытно-промышленных испытаний от 28 апреля 2005г.).

Опытно-промышленные испытания производства хлебоулучшителей из муки пшеничной хлебопекарной с улучшенным минеральным составом успешно проведены в условиях хлебозавода № 3 РУШ «Могилевхлебпром» (Акт опытно-промышленных испытаний от 18 декабря 2003г.) Качество полученных изделий положительно оценено на заседании дегустационной комиссии РУШ «Могилевхлебпром» (Протокол №4 от 19 декабря 2003г.).

Опытно-промышленные испытания производства сдобного печенья из муки пшеничной хлебопекарной с улучшенным минеральным составом успешно проведены в условиях ОАО «Конфа» (Акт опытно-промышленных испытаний от 19 апреля 2005г.). Качество полученных изделий положительно оценено на заседании Центральной дегустационной комиссии по кондитерской промышленности (протокол №2 от 29 апреля 2005г.).

На разработанный способ повышения пищевой ценности пшеничной муки путем обогащения минеральными веществами подана на согласование и регистрацию заявка на патент Республики Беларусь «Способ обогащения муки хлебопекарной» [12]. На новые функциональные продукты питания разработаны и утверждены ТНПА и технологическая документация: «Мука пшеничная хлебопекарная, обогащенная минеральными веществами» ГУ РБ 700036606.066-2003 [13], Батон «Тонус» РЦ РБ 700036606.004-2004 [16], ТИ РБ 700036606.004-2004 [17], Булка «Ладушка» РЦ РБ 700036606.005-2004 [14], ТИ РБ 700036606.005-2004 [15], Печенье «Сладушка» РЦ РБ 700036606.025-2005 [18].

Высокая пищевая, в частности, минеральная ценность промышленных партий муки пшеничной хлебопекарной, обогащенной минеральными веществами, батона «Тонус» и печенья «Сладушка» подтверждена исследованиями в условиях НМИО ГУ «РНПЦ гигиены» Министерства Здравоохранения Республики Беларусь (Протокол испытаний № 0115/6736/10-03, 0115/6737/10-03, № 0115/6735/10-03) (табл. 4).

Таблица 4.

Содержание минеральных веществ в промышленной партии муки пшеничной хлебопекарной, обогащенной минеральными веществами, и мучных изделиях, изготовленных на ее основе.

Элемент	РНП, мг	Мука пшеничная хлебопекарная, обогащенная минеральными веществами	Содержание мг/100 г продукта	Удовлетворение РНП, %	Батон «Тонус»	Содержание мг/100 г продукта	Удовлетворение РНП, %	Печенье «Сладушка»	Содержание мг/100 г продукта	Удовлетворение РНП, %
Кальций	800,00		318.06	65,00		218.83	68,00		224.15	9,00
Фосфор	1200,00	216.06	31,00	150.50	31,00	182.56	5,00			
Магний	300,00	19.81	12,00	14.20	12,00	19.37	2,00			
Калий	2000,00	146.29	14,00	116.94	15,00	169.55	3,00			
Натрий	1100,00	12.05	2,00	95.28	21,00	253.85	7,00			
Железо	10,00	0.72	14,00	0.67	17,00	1.33	4,00			
Медь	1,50	0.12	15,00	0.11	19,00	0.047	1,00			
Цинк	15,00	0.46	6,00	0.32	5,00	0.55	1,00			
Марганец	2,00	0.21	19,00	0.13	16,00	0.12	2,00			

Внедрение производства муки пшеничной хлебопекарной с улучшенным минеральным составом осуществлено на ОАО «Климовичский КХП». (Акт внедрения в производство от 20.07.2005).

Внедрение производства новых хлебобулочных изделий с улучшенным минеральным составом (батон «Тонус» и булка «Ладушка») осуществлено на РУП «Могилевхлепром» (Акт внедрения в производство от 01.07.2005).

На муку пшеничную хлебопекарную высшего сорта, обогащенную минеральными веществами, и батон «Тонус» рассчитаны плановые калькуляции.

Осуществлено внедрение способа повышения пищевой ценности пшеничной муки путем обогащения минеральными веществами и новых функциональных изделий в учебный процесс (Акт внедрения в учебный процесс от 19.07.2005)

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Показана целесообразность применения минеральной ПД «Допинат» для повышения пищевой ценности муки пшеничной хлебопекарной. Научно обоснованы оптимальные количества введения ПД «Допинат» в муку пшеничную хлебопекарную высшего и первого сорта, позволяющие получать функциональные мучные изделия: для ежедневного потребления всеми слоями населения (0,5% к массе муки), для групп населения с повышенной потребностью в минеральных веществах (1,0% к массе муки), для профилактического питания групп населения с острыми микрэлементозами, подвергшихся отрицательному воздействию окружающей среды и радиации (1,5% к массе муки) [1, 9, 8, 12, 13].

2. Установлено, что смесительные свойства ПД «Допинат» и муки пшеничной хлебопекарной высшего и первого сорта позволяют получать двухкомпонентные смеси, характеризующиеся высокой минеральной ценностью, достаточной сыпучестью и способностью к транспортированию, по ряду свойств (органолептические показатели, объемная масса, крупность) соответствующим традиционной пшеничной муке, и отличающиеся более высокими значениями показателей белизны, зольности, способности крахмала связывать воду, упруго-эластичных свойств клейковинных белков, амилотитической и пероксидазной активности [3, 6, 9, 10]. Изучены влагосорбционные свойства смесей ПД «Допинат» с мукой пшеничной хлебопекарной высшего и первого сорта и динамика изменения их физико-химических и микробиологических характеристик в процессе хранения. Получены изотермы сорбции смесей ПД «Допинат» с мукой пшеничной хлебопекарной высшего и первого сорта. Установлены оптимальная для их хранения относительная влажность воздуха (не выше 65-70%) и возможный срок хранения (12 мес.) [10, 11].

3. Для производства пшеничной муки с улучшенным минеральным составом выбрана и изучена в промышленных условиях технология сухого механического смешивания ПД «Допинат» с мукой пшеничной хлебопекарной высшего и первого сорта. Получены математические зависимости, адекватно описывающие этот процесс, позволяющие прогнозировать качество муки с улучшенным минеральным составом при ее промышленном получении. Рекомендовано для обеспечения однородности пшеничной муки с улучшенным минеральным составом устанавливать продолжительность смешивания 4-5 минут и избегать длительного транспортирования готовой смеси по коммуникациям завода [6, 12].

4. Установлено, что технологические свойства пшеничной муки с улучшенным минеральным составом, реологические характеристики и состояние микрофлоры теста из нее позволяют получать на основе новой улучшенной муки функциональные мучные изделия высокого качества. Пшеничная мука с улучшенным минеральным составом характеризуется снижением способности к потемнению, повышением показателей «силы», сахаро- и газообразующей способности [4, 5, 6]. Минеральные вещества ПД «Допинат» способст-

вуют интенсификации процессов жизнедеятельности бродильной микрофлоры теста из пшеничной муки с улучшенным минеральным составом [2]. Рекомендовано изготавливать мучные изделия из пшеничной муки с улучшенным минеральным составом по традиционным технологическим схемам производства.

5. Изучена динамика изменения физико-химических, структурно-механических свойств и микроструктуры хлебобулочных изделий и сдобного печенья из пшеничной муки с улучшенным минеральным составом при хранении. Установлена высокая способность изделий из пшеничной муки с улучшенным минеральным составом сохранять свежесть в процессе хранения, что повышает ее потребительские свойства [3, 4, 6].

6. На новые функциональные продукты питания разработаны и утверждены ТНПА и технологическая документация [4, 5, 6, 7, 13, 14, 15, 16, 17, 18]. Успешно проведены опытно-промышленные испытания и внедрение на промышленных предприятиях Республики Беларусь получения муки пшеничной хлебопекарной с улучшенным минеральным составом и ассортимента функциональных мучных продуктов питания на ее основе [3, 6, 7]. Установлена высокая пищевая ценность разработанных функциональных мучных изделий, потребление которых будет способствовать решению проблемы нехватки минеральных веществ в рационе питания всех слоев населения Республики Беларусь [3, 6].

### СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Neliubina Y.V., Morozova A.A. Influence of mineral additives on microflora of the bread dough // Innovation development trends of food products: Reports International Scientific Practical Conference / Latvia University Of Agriculture. - Jelgava, 2004. – P. 33-38.

2. Neliubina Y.V., Sychova D.M., Morozova A.A. Production flour with improving mineral composition // New technologies in tradicional food: Reports International Scientific Practical Conference / Latvia University Of Agriculture. - Jelgava, 2005. – P. 43-48.

3. Нелюбина Е.В., Назаренко Е.А. Особенности сохранения свежести мучных продуктов питания из муки с улучшенным минеральным составом // Хлебопек. – 2005. - №5 - С. 16-18.

4. Нелюбина Е.В. Исследование технологических свойств муки с улучшенным минеральным составом // Хлебопек. – 2005. - №6 - С. 31-33.

5. Назаренко Е.А., Сычева Д.М., Косцова И.С., Нелюбина Е.В. Направления совершенствования ассортимента и технологий мучных продуктов питания на основе местных сырьевых ресурсов // Сборник научных трудов по материалам V международной научно-технической конф. «Техника и технология пищевых производств/ УО «МГУП», Концерн «Белгоспищепром». – Могилев, 2005. - С. 19 - 23.

6. Нелюбіна А.В. У пшеничному хлібопекарському борошні з біологічно активними добавками // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2006. - № 4(17) – С. 21-23.

7. Нелюбина Е.В., Морозова А.А. Мучные продукты профилактического назначения // Техника и технология пищевых производств: Материалы IV международной научно-технической конф., Могилев, 26-28 марта 2003 г. / УО «МГУП», Концерн «Белгоспищепром». – Могилев, 2003. – Ч. 1. - С. 22-24.

8. Нелюбина Е.В., Назаренко Е.А., Морозова А.А. Разработка и внедрение хлебобулочных изделий функционального назначения // Харчова промисловість.– 2004. - Додаток до журналу №3, матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Розроблення та виробництво продуктів функціонального харчування, інноваційні технології та конструювання обладнання для перероблення сільгоспсировини, культура харчування населення України» 21-23 жовтня 2003р. - С. 102-103.

9. Сычева Д. М., Нелюбина Е.В., Морозова А.А., Буйницкая Е.В. Исследование возможности обогащения пшеничной муки минеральной добавкой // Техника и технология пищевых производств: Материалы V международной научно-технической конф., Могилев, 18-20 мая 2005 г. / УО «МГУП», Концерн «Белгоспищепром», УП «Институт Плодоовощетехпроект». – Минск, 2005. - С. 83.

10. Сычева Д. М., Королева Л.М., Нелюбина Е.В., Нестер Н.А. Исследование количественно-качественных изменений микрофлоры муки, обогащенной минеральными веществами, при хранении // Техника и технология пищевых производств: Тезисы докладов V международной научно-технической конф., Могилев, 18-20 мая 2005г. / УО «МГУП», Концерн «Белгоспищепром», УП «Институт Плодоовощетехпроект». – Минск, 2005. - С. 82.

11. Нелюбина Е.В., Назаренко Е.А. Исследование особенностей хранения муки пшеничной хлебопекарной, обогащенной минеральными веществами // Живые системы и биологическая безопасность населения: Материалы IV международной научной конференции студентов и молодых ученых. – М.: Московский гос. ун-т. прикладной биотехнологии. – 2005. - С. 138 - 139.

12. Заявка № а 20040174, МКИ А21 D. Способ обогащения муки хлебопекарной / Морозова А.А., Морозов П.В., Ананьева Н.С., Нелюбина Е.В., Сычева Д.М.; Заявл. 4.03.04. Опубл. 30.09.05. // Афишный бюллетень / Дзярж. пат. ведамства Рэсп. Беларусь. - 2005. - №.3 частка 1. – С. 7-8.

13. Технические условия. Мука пшеничная хлебопекарная, обогащенная минеральными веществами: Извещение об изменении № 1 ТУ РБ 00036606.066-2003/ Сычева Д.М., Косцова И.С., Нелюбина Е.В. – Утв. УО «МГУП» 23.11.05. - № гос. рег. 016977/01: Срок действия установлен с 30.01.2006 до 15.02.2011 / УО «МГУП». – Могилев, - 2005. – 17 с.

14. Рецепт-тура Булка «Ладушка»: РЦ РБ 700036606.066.005-2004 / Назаренко Е.А., Сычева Д.М., Нелюбина Е.В., Морозова А.А.: Утв. УО «МГУП» 11.05.04. - № рег. 2009, / УО «МГУП». – Могилев, - 2004.–6 с.

15. Технологическая инструкция по производству булки «Ладушка»: ТИ РБ 700036606.066.005-2004 Назаренко Е.А., Сычева Д.М., Нелюбина Е.В., Морозова А.А.: Утв. УО «МГУП» 11.05.04, / УО «МГУП». – Могилев, - 2004. – 4 с.

16. Рецепт-тура Батон «Тонус»: РЦ РБ 700036606.066.004-2004 / Назаренко Е.А., Сычева Д.М., Нелюбина Е.В., Морозова А.А.: Утв. УО «МГУП» 11.05.04. - № рег. 2008, / УО «МГУП». – Могилев, - 2004.–6 с.

17. Технологическая инструкция по производству батона «Тонус»: ТИ РБ 700036606.066.004-2004 / Назаренко Е.А., Сычева Д.М., Нелюбина Е.В., Морозова А.А.: Утв. УО «МГУП» 11.05.04, / УО «МГУП». – Могилев, - 2004. – 4 с.

18. Рецепт-тура Печенье «Сладушка»: РЦ РБ 700036606.066.025-2005 / Назаренко Е.А., Новожилова Е.С., Нелюбина Е.В.: Утв. УО «МГУП» 10.10.05., - № рег. 4045, / УО «МГУП». – Могилев, - 2005. – 6 с.

**РЕЗЮМЕ**

Нелюбина Елена Витальевна

**ПОВЫШЕНИЕ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ  
ПУТЕМ ОБОГАЩЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ  
И ПОЛУЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ НА ЕЕ ОСНОВЕ**

**МИКРОНУТРИЕНТНЫЙ ДЕФИЦИТ, ЗДОРОВЬЕ, ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ, ПШЕНИЧНАЯ МУКА, МИНЕРАЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА, ОБОГАЩЕНИЕ, СМЕСИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, ХЛЕБОБУЛОЧНЫЕ ИЗДЕЛИЯ, МУЧНЫЕ КОНДИТЕРСКИЕ ИЗДЕЛИЯ**

Объектом исследования является мука пшеничная хлебопекарная с улучшенным минеральным составом, полученная путем обогащения минеральной биологически активной добавкой традиционной муки пшеничной хлебопекарной.

Предметом исследования выступают пшеничные хлебобулочные (хлеб, сдобные изделия) и мучные кондитерские изделия (сдобное печенье), изготовленные из муки пшеничной хлебопекарной с улучшенным минеральным составом.

Целью работы является повышение пищевой ценности пшеничной муки путем обогащения минеральными веществами и получение функциональных изделий на ее основе.

В процессе работы впервые изучены смесительные свойства минеральной ПД «Доппинат» и муки пшеничной хлебопекарной высшего и первого сорта. Обоснована технология промышленного получения муки пшеничной хлебопекарной высшего и первого сорта с улучшенным минеральным составом. Проведены исследования технологических и реологических характеристик новой улучшенной муки. На основе новой улучшенной муки разработан ассортимент функциональных хлебобулочных и мучных кондитерских изделий высокого качества.

На новые функциональные продукты питания разработаны и утверждены ТНПА и технологическая документация

Получение муки пшеничной хлебопекарной с улучшенным минеральным составом и функциональных мучных продуктов питания на основе улучшенной муки успешно прошло опытно-промышленные испытания и внедрено на промышленных предприятиях Республики Беларусь.

Реализация результатов проведенных исследований позволит организовать массовое производство муки и разнообразных мучных продуктов питания повышенной пищевой ценности, отличающихся улучшенным минеральным составом и обладающих функциональными свойствами, будет способствовать решению проблемы микронутриентного дефицита рациона питания населения Республики Беларусь, а, следовательно, улучшению здоровья нации.

## РЭЗЮМЕ

Нялюбіна Алена Вітальеўна

**ПАВЫШЭННЕ ХАРЧОВАЙ КАШТОЎНАСЦІ ПШАНІЧНАЙ МУКІ  
ШЛЯХАМ АБАГАЧЭННЯ МІНЭРАЛЬНЫМІ РЭЧЫВАМІ  
І АТРЫМАННЕ ВЫРАБАЎ НА ЯЕ АСНОВЕ**

**МКРАНУТРЫЕНТНЫ ДЭФЫЦЫТ, ЗДAROЎ'Е, ФУНКЦЫЯНАЛЬНАЕ  
ХАРЧАВАННЕ, ПШАНІЧНАЯ МУКА, МІНЭРАЛЬНЫЯ РЭЧЫВЫ, АБАГАЧЭННЕ,  
УЛАСЦІВАСЦІ СУМЕСІ, ХЛЕБАБУЛАЧНЫЯ ВЫРАБЫ, МУЧНЫЯ КАНДЫТАРСКІЯ  
ВЫРАБЫ**

Аб'ектам даследавання з'яўляецца мука пшанічная хлебапекарная з палепшаным мінеральным саставам, атрыманая шляхам абагачэння мінеральнай харчовай дабаўкай традыцыйнай мукі пшанічнай хлебапекарнай.

Прадметам даследавання з'яўляюцца пшанічныя хлебабулачныя (хлеб, здобавыя вырабы) і мучныя кандытарскія вырабы (здобавае пячэнне), зробленыя з мукі пшанічнай хлебапекарнай з палепшаным мінеральным саставам.

Мэтай работы з'яўляецца павышэнне харчовай каштоўнасці пшанічнай мукі шляхам абагачэння мінеральнымі рэчывамі і атрыманне функцыянальных вырабаў на яе аснове.

У ходзе працы ўпершыню вывучаны ўласцівасці сумесі мінеральнай ПД "Дэпанат" з мукой пшанічнай хлебапекарнай вышэйшага і першага гатунку. Абаснавана тэхналогія атрымання мукі пшанічнай хлебапекарнай вышэйшага і першага гатунку з палепшаным мінеральным саставам. Праведзены даследаванні тэхналагічных і рэалагічных характарыстак новай палепшанай мукі. На аснове новай палепшанай мукі распрацаваны асартымент функцыянальных хлебабулачных і мучных кандытарскіх вырабаў высокай якасці.

На новыя функцыянальныя прадукты харчавання распрацаваны і зацверджаны ТНПА і тэхналагічная дакументацыя.

Атрыманне мукі пшанічнай хлебапекарнай з палепшаным мінеральным саставам і функцыянальных мучных прадуктаў харчавання на аснове палепшанай мукі пасляхова прайшоў вопытна-прамысловую апрацаўлю і ўкараненне на прамысловых прадпрыемствах Рэспублікі Беларусь.

Рэалізацыя вынікаў праведзеных даследаванняў дазволіць арганізаваць масавую вытворчасць мукі і разнастайных мучных прадуктаў харчавання з павышанай харчовай каптоўнасцю, якія адрозніваюцца палепшаным мінеральным саставам і маюць функцыянальныя ўласцівасці. Гэта будзе садзейнічаць вырашэнню праблемы мікранутрыентнага дэфіцыту рацыёну харчавання насельніцтва Рэспублікі Беларусь, а такім чынам, паляпшэнню здароў'я нацыі.



## SUMMARY

Neljubina Elena Vitalevna

## FOOD VALUE IMPROVEMENT OF WHEAT FLOUR BY MEANS MINERAL SUBSTANCES, AND TO PRODUCE USEFUL PRODUCTS FROM IT

MICRONUTRIENT DEFICIENCY, HEALTH, FUNCTIONAL FOOD, WHEAT FLOUR, MINERAL SUBSTANCES, ENRICHMENT, MIXING PROPERTIES, TECHNOLOGICAL PROPERTIES, BAKERY PRODUCTS, FLOUR CONFECTIONERY PRODUCTS.

The object of this research is to produce wheat baking flour with improved mineral composition. This is obtained by enrichment of wheat baking flour with a biologically active mineral additive.

The subject of the research is wheat (bread, buns) and flour confectionery products (biscuits), made of wheat baking flour with an improved mineral composition.

The purpose of this investigation is to improve the food value of wheat flour by adding mineral substances, and to produce useful products from it.

In the course of this investigation the mixing properties of the mineral FA «Dopinat» and wheat baking flour of high-grade have been studied for the first time. The technology of industrial production of wheat baking flour of high-grade and first grade with the improved mineral structure has been worked out. We studied technological and reological characteristics of the new flour. Methods of obtaining functional bakery and flour confectionery products of high quality were developed.

TNLA and supporting documentation were elaborated on these new functional foods.

The obtained wheat flour with an improved mineral composition, and new useful functional foods made from it, have successfully passed experimental-industrial approbation and have been introduced at various enterprises in Byelarus.

Once put into action the results of this investigation will allow mass production of flour and various flour foodstuffs with improved biological value and mineral composition with functional properties. It will help to correct micronutrient deficiencies, and hence promote the health of the nation.

